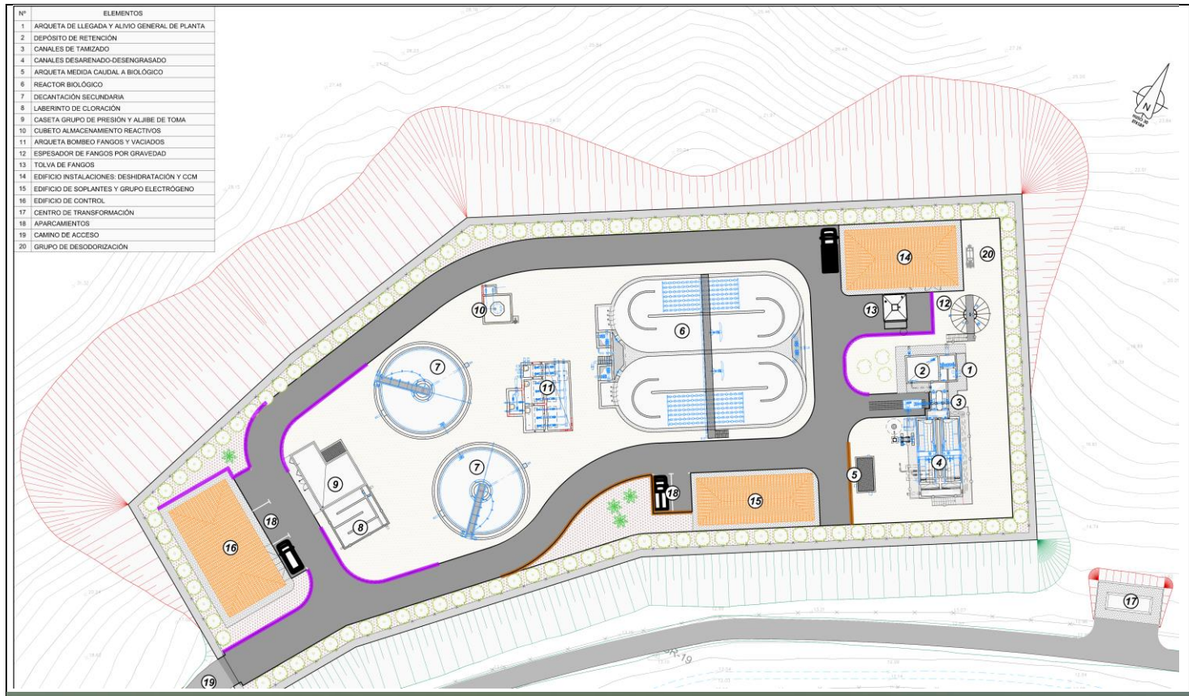
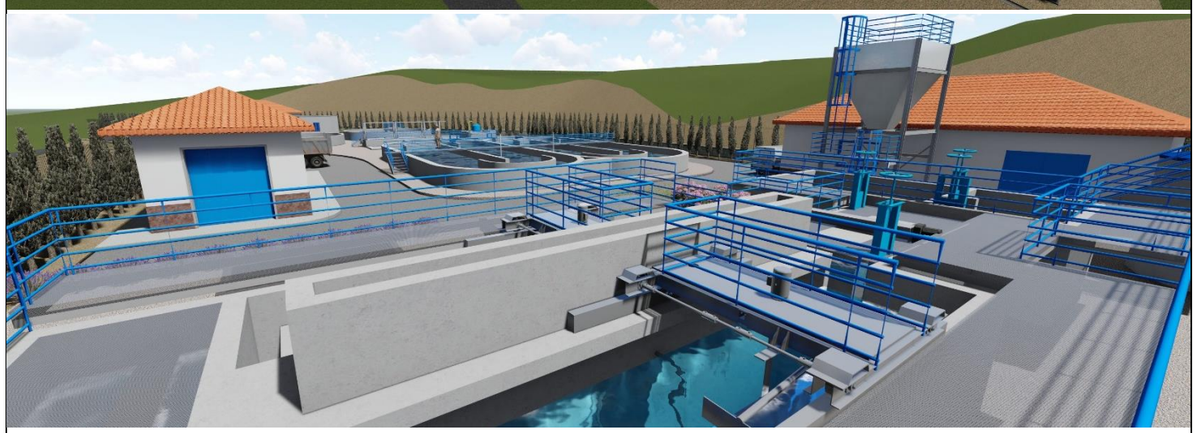
Nº	ELEMENTOS
1	ARQUETA DE LLEGADA Y ALIVIO GENERAL DE PLANTA
2	DEPOSITO DE RETENCIÓN
3	CANALES DE TAMIZADO
4	CANALES DESARENADO-DESENGRASADO
5	ARQUETA MEDIDA CAUDAL A BIOLÓGICO
6	REACTOR BIOLÓGICO
7	DECANTACIÓN SECUNDARIA
8	LABERINTO DE CLORACIÓN
9	CASETA GRUPO DE PRESIÓN Y ALJIBE DE TOMA
10	CUBETO ALMACENAMIENTO REACTIVOS
11	ARQUETA BOMBEO FANGOS Y VACIADOS
12	ESPESADOR DE FANGOS POR GRAVEDAD
13	TOLVA DE FANGOS
14	EDIFICIO INSTALACIONES: DESHIDRATACIÓN Y CCM
15	EDIFICIO DE SOPLANTES Y GRUPO ELECTRÓGENO
16	EDIFICIO DE CONTROL
17	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
18	APARCAMIENTOS
19	CAMINO DE ACCESO
20	GRUPO DE DESODORIZACIÓN





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR

CLAVE:

05.311.0335/2111

TIPO:

PROYECTO

REF. CRONOLÓGICA:

02/2019

TÍTULO BÁSICO:

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

PROVINCIA:

CADÍZ

TÉRMINO MUNICIPAL:

SAN MARTÍN DEL TESORILLO

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN:

VALOR ESTIMADO: 5.859.168,88 €

IVA (21%): 1.230.425,46 €

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN: 7.089.594,34 €

DIRECTOR DEL PROYECTO

MIGUEL ÁNGEL LLAMAZARES GARCÍA-LOMAS

AUTOR DEL PROYECTO:

FERNANDO TRUJILLO DÍEZ

TOMO II

DOCUMENTO Nº 1 – ANEJOS (8 - 11)

TOMO I

DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA:

- ANEJO Nº 1 ANTECEDENTES
- ANEJO Nº 2 FICHA TÉCNICA
- ANEJO Nº 3 ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DEL VERTIDO
- ANEJO Nº 4 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- ANEJO Nº 5 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
- ANEJO Nº 6 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO
- ANEJO Nº 7 ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

TOMO II

- ANEJO Nº 8 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- ANEJO Nº 9 CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y FUNCIONAMIENTO
- ANEJO Nº 10 CÁLCULOS ESTRUCTURALES
- ANEJO Nº 11 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

TOMO III

- ANEJO Nº 12 CÁLCULOS DE EQUIPOS
- ANEJO Nº 13 AUTOMATISMO Y CONTROL
- ANEJO Nº 14 ESTUDIO DE GENERACIÓN Y TRATAMIENTO DE OLORES
- ANEJO Nº 15 ESTUDIO DE RUIDOS
- ANEJO Nº 16 MEDIDAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL
- ANEJO Nº 17 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
- ANEJO Nº 18 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEJO Nº 19 PLAN DE OBRA
- ANEJO Nº 20 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

TOMO IV

- ANEJO Nº 21 DOCUMENTO AMBIENTAL

TOMO V

- ANEJO Nº 22 ESTUDIO PROPIEDAD TERRENOS Y SSAA
- ANEJO Nº 23 CONTROL DE CALIDAD
- ANEJO Nº 24 CLASIFICACIÓN CONTRATISTA
- ANEJO Nº 25 ESTUDIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
- ANEJO Nº 26 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

TOMO VI

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS

DOCUMENTO Nº 3.-PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

TOMO VII

DOCUMENTO Nº 4.-PRESUPUESTO:

- MEDICIONES AUXILIARES
- MEDICIONES GENERALES
- CUADRO DE PRECIOS Nº 1
- CUADRO DE PRECIOS Nº 2
- PRESUPUESTOS PARCIALES
- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

ANEJO Nº 8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1. Antecedentes 2
2. Situación actual 2
3. Cartografía y topografía 5
4. Planeamiento urbanístico 5
4.1. Planeamiento urbanístico Jimena de la Frontera 5
4.1.1 Clasificación y categorías del suelo en San Martín del Tesorillo 6
4.1.2 Zonas de protección 7
4.1.3 Consideraciones para el estudio de población y dotaciones 7
4.2. Planeamiento urbanístico Casares 8
4.2.1 Clasificación y categorías del suelo en El Secadero 8
4.2.2 Zonas de protección 9
4.2.3 Consideraciones para el estudio de población y dotaciones 9
5. Infraestructuras existentes 9
6. Crecimiento de la población 10
6.1. Población actual permanente 10
6.2. Prognosis de población 11
6.2.1 Método aritmético 11
6.2.2 Método geométrico 12
6.2.3 Método del MOPU (1975) 13
6.2.4 Otros métodos 14
6.2.5 Selección del método y resultados 14
6.3. Población estacional 15
6.4. Población de cálculo 15
7. Estudio de dotación y caudales 16
7.1. Dotación de abastecimiento 16
7.1.1 Dotación según consumos en alta y baja 16
7.1.2 Dotación según Planificación Hidrológica 17
7.1.3 Dotaciones tendenciales 17
7.1.4 Dotación seleccionada 17
7.2. Caudales de saneamiento 17
8. Caracterización del vertido 20
9. Geología y geotecnia 20
9.1. Encuadre geológico 20
9.2. Unidades litoestratigráficas 21
9.2.1 Alternancia de areniscas y margas grises 21
9.2.2 Depósitos de inundación. Limos y arenas 21
9.2.3 Condicionantes geotécnicos de las alternativas 22
9.2.4 Excavabilidad y Taludes de Excavación 22
9.2.5 Expansividad 23
10. Inundabilidad 24
11. Análisis medioambiental 26
11.1. Condicionantes ambientales en la zona de actuación 26
11.1.1 Red Natura 2000 26
11.1.2 Vías pecuarias 27
11.1.3 Presencia de hábitats de interés comunitario (HIC) 27
11.2. Estudios complementarios PARAa realizar en fases posteriores 28
11.2.1 Estudio de integración paisajística 28
11.2.2 Estudio arqueológico 29
11.2.3 Reutilización de aguas residuales 29
11.3. Tramitación ambiental 29
12. Estudio de soluciones 30
12.1. Alternativas ubicación EDAR y agrupación de vertidos 30
12.1.1 Alternativa 1 19
12.1.2 Alternativa 2 21
12.1.3 Alternativa 3 21
12.2. Alternativas depuración 22
12.2.1 Lagunaje completo: 25
12.2.2 Aireación prolongada según tanques de mezcla completa 25
12.2.3 Aireación prolongada según tanques de flujo pistón 25
12.3. Análisis multicriterio: selección de alternativas 26
12.3.1 Valoración económica 26
12.3.2 Valoración funcional 28
12.3.3 Valoración ambiental 29
12.3.4 Análisis multicriterio 30
12.3.5 Resultados y selección de alternativa 30
13. Conclusiones 31
Anexo nº1. Planos 33
Anexo nº2. Costes de construcción 58
Anexo nº3. Costes de expropiación 74
Anexo nº4. Costes de mantenimiento 76
Anexo nº5. Análisis ambiental y valoración multicriterio 79

1. ANTECEDENTES

La aglomeración urbana de San Martín del Tesorillo, ubicada en la cuenca del Bajo Guadiaro, se incluye en el anexo II: *relación de actuaciones a desarrollar según la modalidad de colaboración económica "Saneamiento y depuración de los municipios de la cuenca del Guadiaro".* Estas actuaciones están previstas en el Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, para el desarrollo de actuaciones declaradas de interés general de la nación en el ámbito de las cuencas hidrográficas intracomunitarias de Andalucía, suscrito el 9 de febrero de 2006.

Así pues, la actuación de referencia se encuentra declarada de Interés General del Estado en la Ley 10/2001 de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, concretamente en el Anexo II, *listado de inversiones.*

Asimismo, la citada aglomeración se incluye en la sentencia C-38/15 de 9 de febrero de 2015 de la Comisión Europea al Reino de España por incumplimiento de la Directiva 91/271/CEE de aguas residuales urbanas, como consecuencia de no haberse adaptado el vertido a la legislación europea y española.

Por esta razón, el 29 de diciembre de 2016 el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, publicó en la plataforma de contratación del estado el anuncio de licitación para la *contratación de servicios de redacción del proyecto de saneamiento y depuración de los municipios de la cuenca del Bajo Guadiaro. EDAR y colectores en San Martín del Tesorillo (Cádiz).*

Con fecha 30 de agosto de 2017 el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente resolvió la adjudicación definitiva por importe de 82.510,11 euros (IVA excluido) y plazo de 12 meses a IDOM Consulting, Engineering, Architecture, SAU. La comunicación para la firma del contrato fue recibida por IDOM el 11 de octubre de 2017, procediéndose a la firma del correspondiente contrato de redacción del proyecto el 19 de octubre de 2017. El 20 de octubre de 2017 se emitió la correspondiente orden de inicio de los trabajos.

2. SITUACIÓN ACTUAL

El ámbito de actuación del presente proyecto engloba los núcleos poblacionales de San Martín del Tesorillo (Cádiz), El Secadero (Málaga) y el diseminado de Montenegral Alto perteneciente a San Martín del Tesorillo.

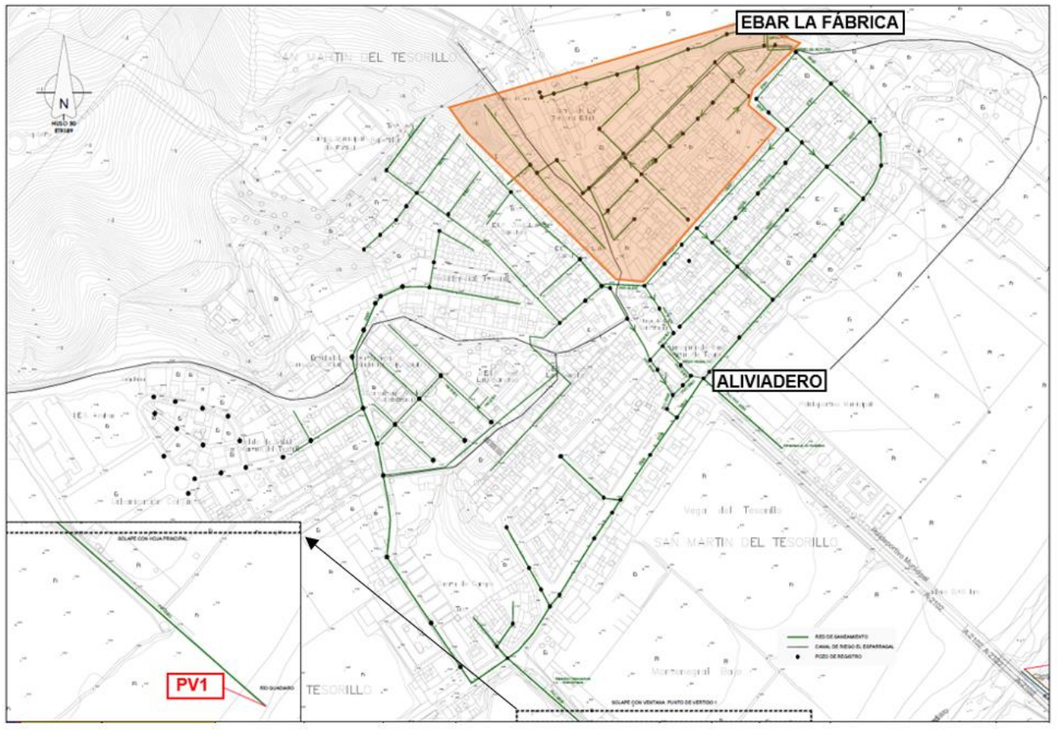
San Martín del Tesorillo es uno de los cuatro núcleos poblacionales que forman el municipio de Jimena de la Frontera, en la Comarca del Campo de Gibraltar (Cádiz). Administrativamente, es una Entidad Local Autónoma constituida como tal en virtud de Decreto núm. 94/1999, de 20 de abril (BOJA núm. 48, de 24 de abril de 1999). Por su parte, El Secadero es una localidad perteneciente al municipio de Casares, en la provincia de Málaga. Administrativamente, cuenta con una Tenencia de Alcaldía que depende del ayuntamiento de Casares.

San Martín del Tesorillo y El Secadero se encuentran 35 km al noreste de Algeciras y 30 km al suroeste de Estepona, siendo sus coordenadas geográficas 36º 20' 39'' N, 5 º 19' 13'' O y 36º 20' 13'' N, 5 º 18' 49'' O respectivamente. Ubicados a una altitud media de 30 msnm, cuentan con una superficie de 33 ha en el caso de San Martín y 23 ha en el caso del Secadero. La población, a diciembre de 2016, es de 2.713 habitantes en San Martín del Tesorillo, de los que 98 pertenecen a Montenegral Alto y 94 a diseminados, y de 1.217 en El Secadero, de los que 60 pertenecen a un diseminado.

La red de saneamiento de San Martín del Tesorillo es de tipo unitaria, presentando actualmente un único punto de vertido directo de aguas residuales. Este, denominado como PV1, tiene lugar en la margen derecha del rio Guadiaro, a través de una tubería de PVC DN 600 mm. La citada conducción discurre por un camino que parte desde la calle San Roque y en el que se ubica una pequeña depuradora que actualmente se encuentra en estado de abandono. La zona de vertido a cauce se encuentra cubierta por maleza.

Cabe destacar que, en el estribo derecho del puente que une este núcleo con el Secadero, se localiza otro vertido: el de las pluviales procedentes del aliviadero ubicado en la esquina de la calle San Roque con la calle Jimena.

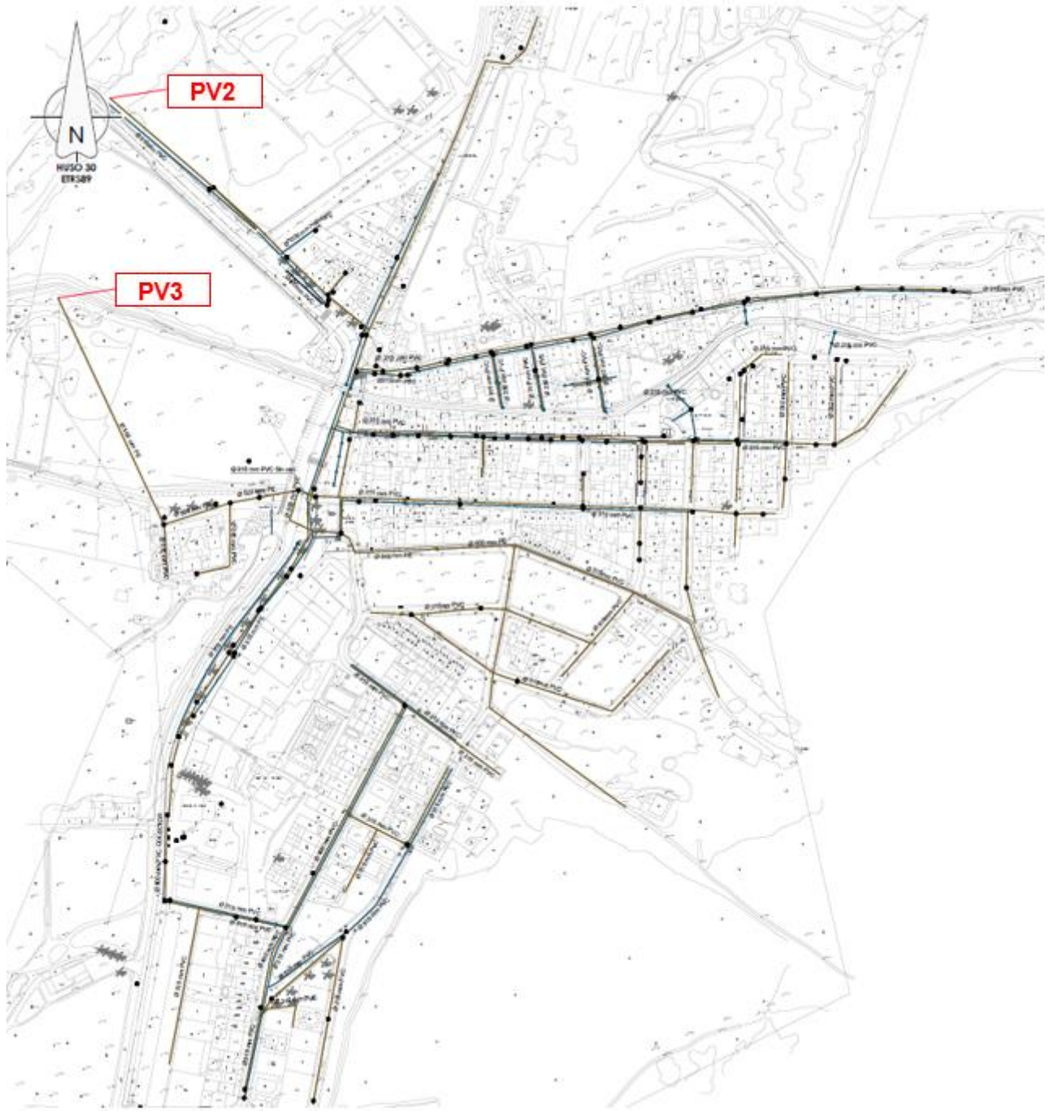
Debido a la morfología del terreno, cabe destacar que las redes delimitadas al sur por la calle Torres y al oeste por la calle la Fábrica deben ser bombeadas desde la EBAR Fábrica hasta el pozo de rotura ubicado en la calle Virgen. En la siguiente imagen se muestra la red de saneamiento, los puntos de vertido mencionado, el aliviadero de pluviales, así como la EBAR y su cuenca aferente (sombreada en naranja).



Del mismo modo, el diseminado Montenegral Alto tiene una red unitaria, presentando un único punto de vertido al arroyo de las Castañuelas (denominado PV4 en el presente estudio), mediante una tubería de hormigón en masa de 400 mm de diámetro.

Por el contrario, en el Secadero la red es separativa, presentando actualmente dos puntos de vertido: uno principal en el rio Guadiaro y otro secundario en el arroyo de Hondacavada. El primero de ellos, denominado PV2, corresponde a la descarga de un colector de PVC y diámetro 315 mm en el estribo izquierdo del puente que une este núcleo con San Martín del Tesorillo. Cabe destacar que en este punto se pueden ver dos descargas: la de residuales, ubicada a una cota inferior, y otra a una cota superior que corresponde a la red de pluviales del núcleo.

Punto de vertido PV2 (Secadero) en el estribo izquierdo del puente.



Zona del punto de vertido PV3 (Secadero).

El otro punto de vertido, denominado PV3, tiene lugar junto a la explanada donde se ubica el recinto ferial. Se trata de un colector de polietileno y diámetro 500 mm cuya descarga al arroyo de Hondacavada se encuentra inaccesible debido a la vegetación de ribera. A esta tubería desembocan las pluviales del aliviadero ubicado junto a la iglesia, en la calle los Limones, así como las residuales de las viviendas ubicadas en la calle Hondacavada, al sur del recinto ferial.

3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

El estudio de soluciones a elaborar precisa de una cartografía base sobre la que tantear las alternativas, con objeto de que tras seleccionar la más viable se pueda detallar la campaña de levantamiento topográfico necesaria para desarrollar los diseños.

A continuación, se relacionan todas las fuentes consultadas, tanto con información puramente cartográfica o con información específica sobre geología, espacios naturales, hidrografía, espacios protegidos, etcétera.

- Catálogo de la Información Ambiental de Andalucía de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Capas de información ambiental georreferenciada, en formato shape utilizables en Sistemas de Información Geográfica (SIG), y sus documentos complementarios. *http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam*.
- Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA) del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo. *http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA*
- Ortofotografías del Instituto Geográfico Nacional, del Ministerio de Fomento. IBERPIX. *http://www2.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html*
- Cartografía a escala 1:10.000 del Instituto de Cartografía de Andalucía.

4. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

El ámbito de actuación del presente proyecto engloba los núcleos poblacionales de San Martín del Tesorillo (Cádiz), El Secadero (Málaga) y el diseminado de Montenegral Alto perteneciente a San Martín del Tesorillo.

San Martín del Tesorillo es uno de los cuatro núcleos poblacionales que forman el municipio de Jimena de la Frontera, en la Comarca del Campo de Gibraltar (Cádiz). Administrativamente, es una Entidad Local Autónoma constituida como tal en virtud de Decreto núm. 94/1999, de 20 de abril (BOJA núm. 48, de 24 de abril de 1999). Por su parte, El Secadero es una localidad perteneciente al municipio de Casares, en la provincia de Málaga. Administrativamente, cuenta con una Tenencia de Alcaldía que depende del ayuntamiento de Casares.

4.1. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO JIMENA DE LA FRONTERA

El Planeamiento vigente en el municipio está integrado por las Normas Subsidiarias de Planeamiento, así como por sus diversas modificaciones, los correspondientes planes de desarrollo y el documento de Adaptación Parcial de las NN. SS (PGOU vigente). En el cuadro siguiente se expresa el planeamiento vigente en San Martín del Tesorillo y, por tanto, el que será considerado por el presente proyecto.

Instrumentos vigentes	Fecha Aprobación	Fecha Publicación BOJA/BOP	Órgano
TR de las NN. SS	13/07/1984	13/07/1984	CPOTU
Modificación UE 5	04/11/1998	28/12/2001	CPOTU
Molino de Arroz	05/10/2006	14/03/2007	AYTO
Adaptación parcial de las NN. SS (PGOU)	19/05/2011	11/03/2013	CPOTU

Las Normas Subsidiarias de San Martín del Tesorillo son el resultado de la base que conformaba el documento aprobado por la Comisión Provincial con de fecha de 13 de julio de 1984.

La Modificación UE5, del 4 de noviembre de 1998, plantea la edificación en cuatro plantas de dos parcelas contenidas en la zona ya clasificada como urbana, elevando así el número de viviendas posibles de 32 a 70, y se amplía la superficie de espacios libre de dominio y uso público de 2500 a 3800 m^2, así como la inclusión de la casa de campo de la familia Larios como equipamiento de cesión al Ayuntamiento.

Respecto a la modificación del Molino de Arroz, esta se aprobó definitivamente el 5 de octubre de 2006 por el Ayuntamiento de Jimena de la Frontera. Este documento viene a introducir el cambio de uso de la parcela denominada *El Molino de Arroz*. El antiguo molino de arroz se rehabilita para el nuevo uso residencial, conservando y adaptándose este para dar capacidad a 17 viviendas.

Por último, el documento de Adaptación Parcial viene tan sólo a asimilar la legislación sobrevenida a la ya vigente para el término municipal de San Martín del Tesorillo (adaptación a la LOUA).

Adicionalmente al PGOU de San Martín del Tesorillo, se han consultado los siguientes documentos:

- Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA), aprobado por el Decreto 206/2006, de 28 de noviembre.
- Documentación del Plan de Ordenación Urbanística de la web del Ayuntamiento de Jimena de la Frontera.

Cabe destacar que en el año 2015 se publicó un plan general de Ordenación Urbanística de Jimena de la Frontera, el cual aún no ha sido aprobado definitivamente.

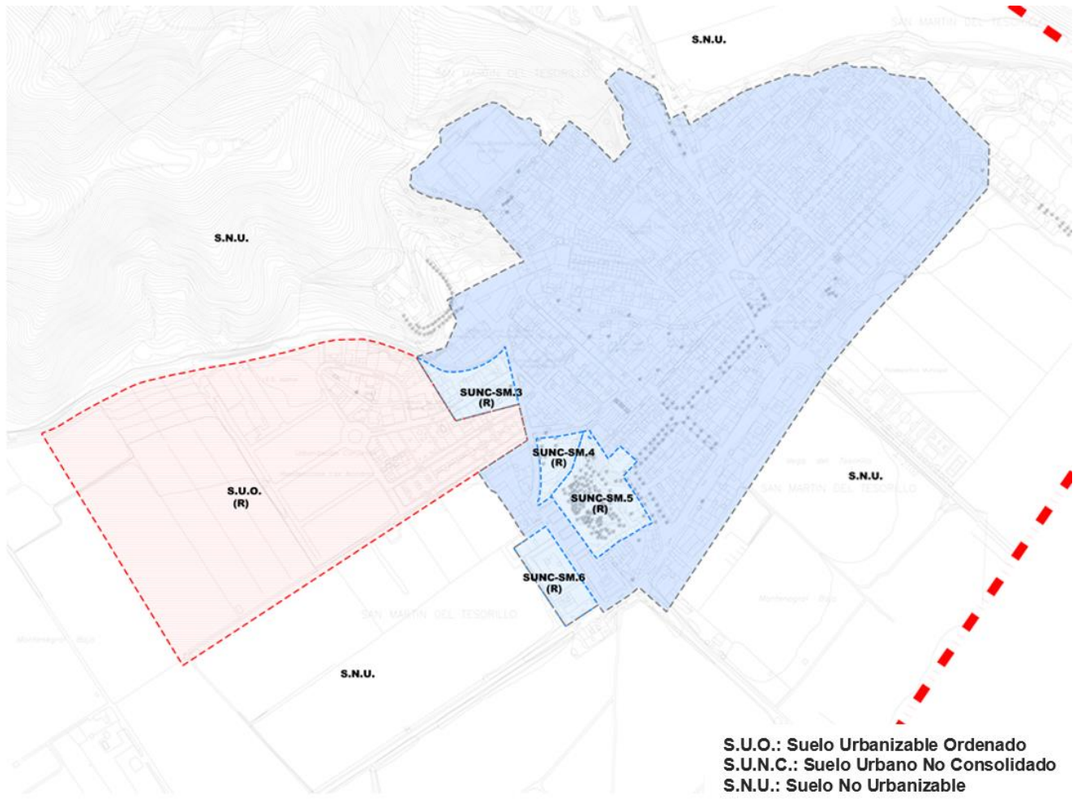
4.1.1 Clasificación y categorías del suelo en San Martín del Tesorillo

El estudio de evolución de la población debe tener en cuenta las áreas de oportunidad de distinto uso que se puedan identificar en el núcleo de San Martín del Tesorillo.

Analizando las normas de planeamiento vigentes, se concluye que las necesidades potenciales de creación de vivienda en San Martín del Tesorillo pueden recogerse tanto en las figuras de Suelo Urbano No Consolidado como en la de Urbanizable. En cuanto al crecimiento industrial, no se ha detectado ningún área de oportunidad.

Clasificado como Suelo Urbanizable tan solo se encuentra el Plan Parcial Las Alondras (sombreado en rojo en la siguiente imagen), que comprende unos terrenos ubicados al suroeste del núcleo y destinados para uso residencial, con una capacidad aproximada de 300 viviendas. Actualmente solo se encuentra desarrollado un 30% del terreno disponible.

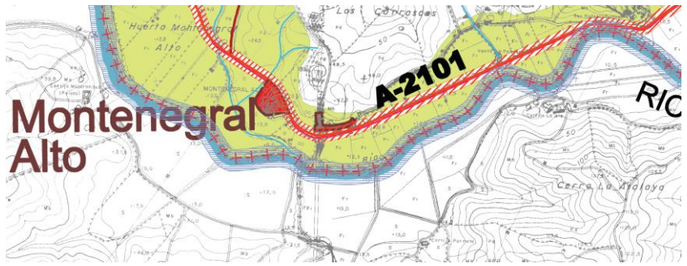
Por su parte, respecto al suelo urbano no consolidado, se reseñan cuatro áreas dentro del casco urbano, de las que tan solo dos, la SM.4 y la SM.5, correspondiente esta última a la Casa Larios, se encuentran actualmente sin habitar o edificar.



En los apartados *3.3.1 Edificabilidad destinada a vivienda protegida en los sectores del suelo urbano no consolidado* y *3.4 Usos, densidades y edificabilidades globales* de la memoria justificativa del PGOU vigente en San Martín del Tesorillo, se recoge el uso, dotación y estado de aprobación de cada una de las figuras de suelo urbanizable del municipio. A continuación, se presenta un resumen de los datos más relevantes para cada una de las zonas anteriormente mencionadas:

Actuaciones	Ámbito	Uso	Superficie (m²)	Viviendas Planteadas	Viviendas Disponibles
SM.4	S.U.N.C	R	2,600	12	12
SM.5	S.U.N.C	R	8,420	70	70
Las Alondras	S.A.P.U	R-I	108,100	300	210

El Plan de Adaptación Parcial de las NN.SS. de Jimena de la Frontera contempla también el núcleo secundario de población de Montenegral Alto, del cual habrá que recoger las aguas residuales. En el apartado 4 de la memoria justificativa del Plan se clasifica este como suelo no urbanizable del hábitat rural diseminado.



En los años de vigencia de las NN.SS., San Martín del Tesorillo ha venido desarrollándose fundamentalmente en el propio casco urbano, por colmatación de los solares existentes, alguna sustitución de edificios y tímidos desarrollos en el entorno de estos núcleos. La estructura territorial es prácticamente la misma, así como las infraestructuras generales.

4.1.2 Zonas de protección

El PGOU de Jimena de la Frontera establece suelos no urbanizables de especial protección entre los que se incluyen:

- Cauces y cursos fluviales.
- Protección regadío (agrícola intensivo).
- Protección Forestal
- Ecosistema y paisaje
- Geotecnia desfavorable
- Protección arqueológica

A estos se adicionan los devenidos de

- Área de Protección del Parque de Los Alcornocales.
- Espacio protegido “Sierra del Aljibe”, CS-2 del PEPMF.
- Zonas afectadas por el Plan de Prevención contra avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces.
- Yacimientos Arqueológicos con categoría de Monumento o Conjunto Histórico-Artístico.
- Ecosistemas y Paisaje.

Dentro del ámbito de San Martín del Tesorillo, los únicos espacios protegidos son los correspondientes a los cauces y cursos fluviales, amparados por el Real Decreto 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley 29/1985 de 2 de agosto de Aguas y su Reglamento aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y las Vías Pecuarias, protegidas por la Ley 3/1995, de 13 de julio de Vías Pecuarias.

Por otro lado, aunque no están catalogadas como zonas de protección, se han estudiado los posibles espacios libres de dominio y uso público, y de equipamientos, en donde para San Martín del Tesorillo se distinguen los siguientes:

1. Plaza de la Constitución.
2. Jardines de la Casa Larios. Adscrito al Suelo Urbano No Consolidado SUNSSM.5.
3. Zona verde en Urbanización Conjunto Residencial Las Alondras en su sector más septentrional (ya obtenido).

4.1.3 Consideraciones para el estudio de población y dotaciones

Habitualmente, el horizonte temporal de la planificación urbanística es entre 8 y 12 años, por lo que para 2020 deberían estar urbanizadas las zonas U.A.4, U.A.5 y Las Alondras. Considerando que la EDAR debe diseñarse para un horizonte temporal de 15 años (2032), en la prognosis de población deberá comprobarse que al menos se alcancen las siguientes cifras:

Actuaciones	Ámbito	Uso	Viviendas Planteadas	Porcentaje que falta por completar	Habitante por vivienda	Nº habitantes
U.A..4	S.U.N.C.	R	12	100%	3	36
U.A..5	S.U.N.C.	R	70	100%	3	210
Las Alondras	S.A.P.U	R-I	300	70%	3	630

4.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO CASARES

El Planeamiento vigente en este municipio está integrado por las Normas Subsidiarias de Planeamiento, así como por sus diversas modificaciones, los correspondientes planes de desarrollo y el documento de Adaptación Parcial de las NN. SS (PGOU vigente). En el cuadro siguiente se expresa el planeamiento vigente en El Secadero y, por tanto, el que será considerado por el presente proyecto.

Instrumentos vigentes	Fecha Aprobación	Fecha Publicación BOJA/BOP	Órgano
TR de las NN. SS	07/03/1986	12/06/1986	CPOTU
Modificación 1	05/10/1993	04/11/1993	CPOTU
Modificación 2	14/02/2001	17/04/2001	CPOTU
Modificación 3	29/10/2002	27/12/2002	CPOTU
Modificación 4	11/03/2005	02/06/2005	AYTO
Adaptación parcial de las NN. SS (PGOU)	04/03/2010	10/11/2010	CPOTU

Las Normas Subsidiarias son el resultado de la base que conformaba el documento aprobado por la Comisión Provincial con de fecha de 7 de marzo de 1986.

La Modificación número 1, de 5 de octubre de 1993, introdujo el cambio de uso de la parcela U.A.1-S (Honda Cava) y ordenación de la unidad de actuación U.A.3-S. Para la U.A.3 se realizó una modificación de la zonificación para dar solución a unas irregularidades en las infraestructuras ilegales, que no se ajustaban a la ordenación anterior.

Respecto a la Modificación número 3 se aprobó definitivamente el 29 de octubre de 2002.La actuación contemplada era la modificación del suelo no urbanizable agrícola de secano, para clasificarlo como suelo apto para urbanizar residencial (UR-EN.1). Esta actuación incluye una nueva parcela para equipamiento social y otra para equipamiento docente, también se disponen los sistemas de espacios libres en continuidad con la urbanización Sotocolorado.

La última Modificación nº4 aprobada el 11 de marzo de 2005, viene a recoger para el suelo denominado UR-EN-1 la propuesta de modificación de las manzanas residenciales que son medianeras con el núcleo urbano consolidado, reduciendo la superficie mínima de la parcela de 100 m² a 70 m², para posibilitar que los actuales propietarios del suelo consolidado prolonguen sus propiedades.

Por último, el documento de Adaptación Parcial viene tan sólo a asimilar la legislación sobrevenida a la ya vigente para el término municipal de San Martín del Tesorillo (adaptación a la LOUA).

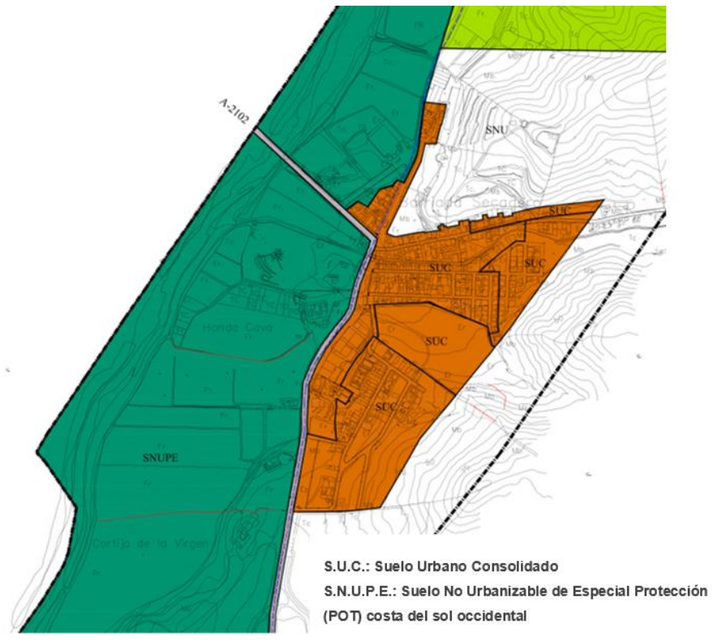
Adicionalmente al PGOU de El Secadero, se han consultado los siguientes documentos:

- Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA), aprobado por el Decreto 206/2006, de 28 de noviembre.
- Documentación del Plan de Ordenación Urbanística de la web del Ayuntamiento de Casares.

4.2.1 Clasificación y categorías del suelo en El Secadero

El estudio de evolución de la población debe tener en cuenta las áreas de oportunidad de distinto uso que se puedan identificar en el núcleo de El Secadero.

Analizando las normas de planeamiento vigentes, se concluye que no existen necesidades potenciales de creación de vivienda pues todo el suelo actual se encuentra clasificado como urbano o no urbanizable, tal y como puede verse en la siguiente imagen.



En los años de vigencia del Plan de Adaptación de las NN.SS., El Secadero ha venido desarrollándose fundamentalmente en el propio casco urbano, por colmatación de los solares existentes, alguna sustitución de edificios y tímidos desarrollos en el entorno de estos núcleos. La estructura territorial es prácticamente la misma, así como las infraestructuras generales.

4.2.2 Zonas de protección

Con relación al sistema de protección del territorio, el PGOU de Casares recoge para el municipio de El Secadero una zona a preservar de la urbanización debido al plan especial de protección del medio físico. Esta zona se cataloga según suelo no urbanizable protegido, bajo el nombre *Complejo Serrano de Interés Ambiental*. En la imagen anterior se puede observar en verde oscuro la zona que concierne a este tipo de calificación:

En cuanto a elementos protegidos según en PGOU (edificios religiosos, edificios de dotaciones públicas, viviendas, espacios urbanos, fuentes e infraestructuras de agua, edificios agropecuarios, elementos urbanos y yacimientos arqueológicos), no se recoge ninguno para El Secadero.

4.2.3 Consideraciones para el estudio de población y dotaciones

Al encontrarse todo el suelo del núcleo clasificado como urbano o no urbanizable, no se prevén sectores de oportunidad que puedan influir en el normal crecimiento poblacional. Así pues, a la hora de realizar la prognosis de población no se tendrán en cuenta crecimientos adicionales a la tendencia normal observada.

5. INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES

Tras un primer análisis, los servicios o infraestructuras más importantes que posiblemente se vean afectados por la ejecución de las obras de agrupación de vertidos y EDAR de San Martín del Tesorillo serían los siguientes:

- Carretera A-2102 por la necesidad de ejecutar dos cruces. El primero corresponde a la tubería de saneamiento que captará el vertido de El Secadero clasificado como PV2 y lo conducirá hasta la EBAR El Secadero. El segundo concierne a la impulsión procedente desde esta EBAR y que se dirige hasta la EBAR San Martín del Tesorillo. Asimismo, será preciso disponer esta última tubería grapada al puente sobre el rio Guadiaro.
- Carretera A-2101 por la necesidad de adecuar el acceso a la EDAR y ejecutar un cruce para la conducción del vertido de Montenegral Alto hasta la misma.
- Dominio Público Hidráulico del Arroyo Hozgarganta, del rio Guadiaro y del arroyo Hondacavada, siendo estos los principales afectados por los vertidos que actualmente se producen y donde se necesitarán autorizaciones para cruces y obras.
- Canal del Esparragal, debido al paralelismo que debe mantener el colector de agrupación de vertido con esta infraestructura al oeste del club de Polo Dos Lunas. En algún tramo, será necesario solicitar permiso para la reposición del canal por un tramo entubado debido al poco espacio existente entre el mismo y la carretera A-2101.
- Club de polo Dos Lunas, por la necesidad de disponer un tramo de la impulsión que va desde la EBAR San Martín hasta la EDAR por alguno de sus viales o por la linde de sus terrenos.
- Red secundaria de abastecimiento en la calle San Roque, en donde algunos ramales que cruzan la calle se verán afectados por el paso de la impulsión anteriormente mencionada.
- Líneas eléctricas, telegráficas y telefónicas.
- Caminos públicos y vías de tránsito ganadero.

Zona de cruce en la carretera A-2102 (en las proximidades del puente sobre el rio Guadiaro).

Interferencias con la infraestructura del canal El Esparragal existente.

6. CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Antes de definir los caudales de cálculo en cada uno de los vertidos es necesario realizar una prospectiva de la población a dos horizontes: uno a 25 años, que se utiliza para el diseño de conducciones e instalaciones de transporte (EBAR), y otro a 15 años, para el diseño de la EDAR.

Para ello se han consultado las series evolutivas de población registradas en el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo. Estos valores corresponden a los de la población permanente, la cual puede presentar variaciones en época estival. Por esta razón, se han analizado también los establecimientos turísticos y las viviendas secundarias.

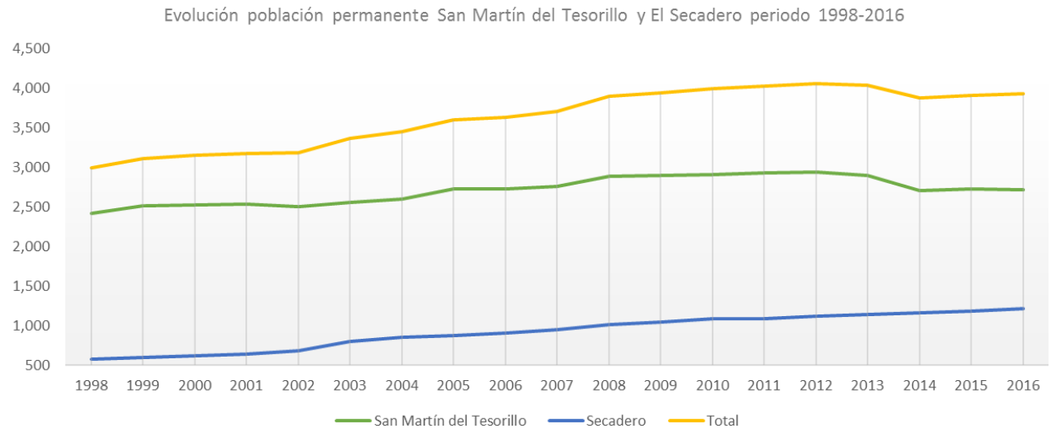
No se ha examinado la evolución desde épocas anteriores ya que para ello sería necesario recurrir a los censos del Instituto Nacional de Estadística (INE), en donde la población aparece como mucho disgregada por término municipal y no por núcleo de población.

6.1. POBLACIÓN ACTUAL PERMANENTE

La población de derecho en San Martín del Tesorillo y El Secadero según los datos del padrón, a fecha de diciembre de **2016, es de 3.930 habitantes** (2.713 y 1.217 respectivamente). Si se analiza el crecimiento desde 1998 año por año, se aprecia que en San Martín del Tesorillo el crecimiento no es acusado, presentando algunos periodos de estabilización y crecimiento moderado (2004-2012) y otros donde la tendencia es decreciente, destacando el último periodo de 2012-2016.

Por el contrario, en El Secadero la tendencia es creciente. En la representación gráfica que se muestra a continuación se puede observar un incremento notable en el periodo 2002-2004, disminuyendo gradualmente las tasas de crecimiento hasta la fecha.

Así pues, podría decirse que el crecimiento en El Secadero tiene una tendencia de tipo geométrico, buscando su estabilización hacia una del tipo lineal, siendo esta última la que caracteriza a San Martín del Tesorillo y al global de ambos núcleos.



En la siguiente tabla aparece desglosada la población de ambos núcleos de población, distinguiéndose la que pertenece a los mismos o a las pedanías o diseminados asociados.

POBLACIÓN TOTAL PERMANENTE (PADRÓN)								
Año	San Martín del Tesorillo			El Secadero		Total San Martín del Tesorillo	Total El Secadero	Total
	Montenegral Alto	San Martín	Diseminado	Secadero	Diseminado			
1991	142	2,261	28	429	0	2,431	429	2,860
1996	85	2,282	67	523	91	2,434	614	3,048
1998	83	2,272	60	506	75	2,415	581	2,996
1999	90	2,369	55	522	74	2,514	596	3,110
2000	87	2,385	58	549	74	2,530	623	3,153
2001	90	2,389	55	567	75	2,534	642	3,176
2002	99	2,343	58	606	78	2,500	684	3,184
2003	102	2,395	64	698	102	2,561	800	3,361
2004	91	2,442	65	743	108	2,598	851	3,449
2005	100	2,555	67	776	101	2,722	877	3,599
2006	96	2,553	78	811	97	2,727	908	3,635
2007	94	2,588	78	844	103	2,760	947	3,707
2008	99	2,701	83	897	112	2,883	1,009	3,892
2009	96	2,708	89	943	104	2,893	1,047	3,940
2010	106	2,715	90	986	99	2,911	1,085	3,996
2011	101	2,737	93	1,018	74	2,931	1,092	4,023
2012	98	2,753	88	1,043	74	2,939	1,117	4,056
2013	100	2,703	89	1,067	76	2,892	1,143	4,035
2014	91	2,531	88	1,107	61	2,710	1,168	3,878
2015	92	2,543	88	1,123	63	2,723	1,186	3,909
2016	98	2,521	94	1,157	60	2,713	1,217	3,930

6.2. PROGNOSIS DE POBLACIÓN

A la hora de determinar las cifras de población en el año horizonte, se suele recurrir o bien a los estudios de previsiones recogidos en el planeamiento urbanístico, o bien al estudio de la evolución demográfica sobre la base de los censos y padrón municipal.

Debido a que en el planeamiento urbanístico de ambos núcleos no se precisa de forma clara la evolución a 15 años vista, se va a recurrir a la prognosis con base en los datos del padrón. Atendiendo al tamaño de la población y a la tendencia observada, se emplearán para el estudio de crecimiento modelos matemáticos en lugar de modelos demográficos complejos.

Dentro de los modelos matemáticos se va a considerar el método aritmético, el geométrico y el recogido en el MOPU (1975).

Así pues, el procedimiento será estudiar la evolución según cada uno de los modelos matemáticos, eligiendo aquel que más se parezca a la tendencia observada en las poblaciones y comprobando, por último, que dentro de la prognosis queden contempladas las previsiones establecidas en el planeamiento urbanístico.

A la hora de establecer el periodo de análisis, hay que tener en cuenta que las series cortas pueden distorsionar los resultados obtenidos con algunos de los métodos. Así pues, se ha optado por ampliar el rango de estudio tomando datos desde 1996, cada dos años, de forma que el crecimiento quede más suavizado asimilándose al perfil actual. Se obtendrá para cada método, una tasa de variación ponderada.

6.2.1 Método aritmético

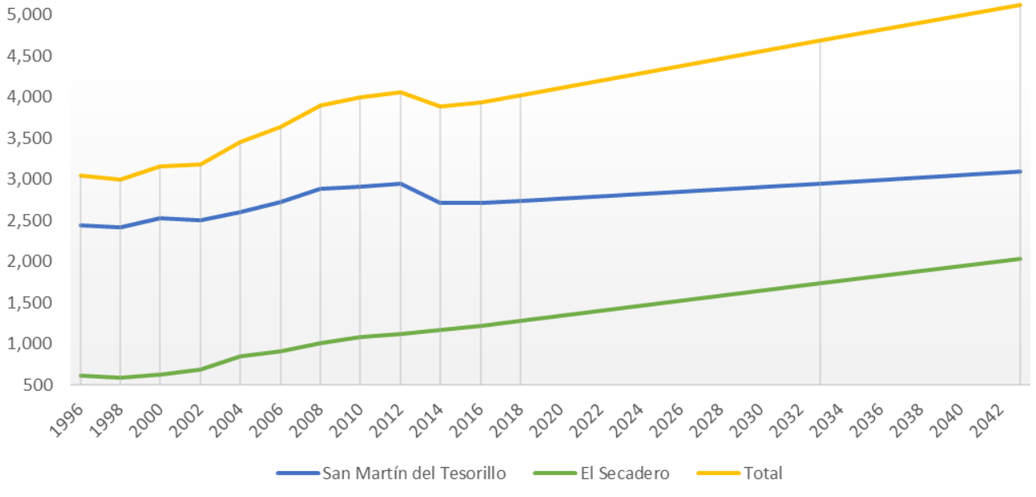
Este consiste en asimilar el crecimiento a una línea recta cuya pendiente se corresponde con la tasa de crecimiento aritmética del último periodo intercensal. Normalmente es un modelo que se aplica en poblaciones pequeñas o en aquellas cuyo crecimiento se puede considerar estabilizado, con poca o ninguna área urbana de expansión. La formulación matemática es la siguiente:

$$P_f = P_i + K_a \cdot (t_f - t_i)$$

siendo:

P_f, la población final del período considerado
P_i, la población inicial del período considerado
t_f, el año final del período considerado
t_i, el año inicial del período considerado
K_a, la tasa de crecimiento que viene dada por $\frac{P_f - P_i}{t_f - t_i}$

Sustituyendo los valores, y realizando una ponderación para obtener una tasa final, se obtienen los resultados recogidos en las tablas de la página siguiente. Cabe destacar que para un periodo de 15 años (2001-2016) se obtendría una tasa de 50,27 para el total de la población, por lo que la ponderación realizada es válida.



6.2.2 Método geométrico

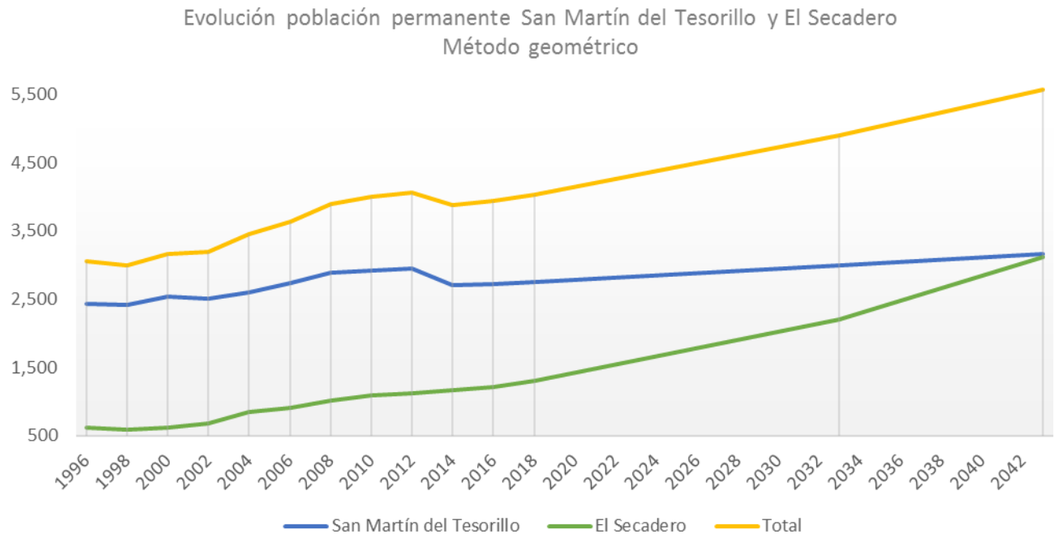
Este método considera para iguales periodos de tiempo el mismo porcentaje de incremento de la población aplicado de forma acumulativa. La formulación matemática es la siguiente:

$$P_f = P_i \cdot (1 + K_g)^{(t_f - t_i)}$$

siendo:

P_f, la población final del período considerado
P_i, la población inicial del período considerado
t_f, el año final del período considerado
t_i, el año inicial del período considerado
K_g, la tasa de crecimiento que viene dada por $\sqrt[(t_f - t_i)]{\frac{P_f}{P_f}} - 1$

Sustituyendo los valores, y realizando una ponderación para obtener una tasa final, se obtienen los siguientes resultados. Cabe destacar que para un periodo de 15 años (2001-2016) se obtendría una tasa de 0,019, por lo que la ponderación realizada es válida.



POBLACIÓN PERMANENTE												PROYECCIÓN MÉTODO ARITMÉTICO			PROYECCIÓN MÉTODO GEOMÉTRICO		
Año	**1996**	**2018**	**2018**	**2018**	**2004**	**2006**	**2008**	**2010**	**2012**	**2014**	**2016**	**2018**	**2033**	**2043**	**2018**	**2033**	**2043**
San Martín del Tesorillo	2,434	2,741	2,741	2,741	2,598	2,727	2,883	2,911	2,939	2,710	2,713	2,741	2,950	3,090	2,744	2,985	3,157
El Secadero	614	1,277	1,277	1,277	851	908	1,009	1,085	1,117	1,168	1,217	1,277	1,729	2,031	1,305	2,198	3,111
Total	3,048	4,018	4,018	4,018	3,449	3,635	3,892	3,996	4,056	3,878	3,930	4,018	4,680	5,121	4,033	4,892	5,564

TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIÓN PERMANENTE (MÉTODO ARITMÉTICO)													
Año	**Tasa 96/98**	**Tasa 98/00**	**Tasa 00/02**	**Tasa 02/04**	**Tasa 04/06**	**Tasa 06/08**	**Tasa 08/10**	**Tasa 10/12**	**Tasa 12/14**	**Tasa 14/16**	**Tasa ponderada 16/18**	**Tasa ponderada 18/32**	**Tasa ponderada 32/42**
San Martín del Tesorillo	-9.50	57.50	-15.00	49.00	64.50	78.00	14.00	14.00	-114.50	1.50	13.95	13.95	13.95
El Secadero	-16.50	21.00	30.50	83.50	28.50	50.50	38.00	16.00	25.50	24.50	30.15	30.15	30.15
Total	-26.00	78.50	15.50	132.50	93.00	128.50	52.00	30.00	-89.00	26.00	44.10	44.10	44.10
TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIÓN PERMANENTE (MÉTODO GEOMÉTRICO													
Año	**Tasa 96/98**	**Tasa 98/00**	**Tasa 00/02**	**Tasa 02/04**	**Tasa 04/06**	**Tasa 06/08**	**Tasa 08/10**	**Tasa 10/12**	**Tasa 12/14**	**Tasa 14/16**	**Tasa ponderada 16/18**	**Tasa ponderada 18/32**	**Tasa ponderada 32/42**
San Martín del Tesorillo	-0.0039	0.0235	-0.0059	0.0194	0.0245	0.0282	0.0048	0.0048	-0.0397	0.0006	0.0056	0.0056	0.0056
El Secadero	-0.0272	0.0355	0.0478	0.1154	0.0329	0.0542	0.0370	0.0146	0.0226	0.0208	0.0354	0.0354	0.0354
Total	-0.0086	0.0259	0.0049	0.0408	0.0266	0.0347	0.0133	0.0075	-0.0222	0.0067	0.0130	0.0130	0.0130
	1	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*Pesos para ponderación*		

6.2.3 Método del MOPU (1975)

Este método toma como base las poblaciones del último censo realizado y las de los censos de 10 y 20 años antes, calculando las tasas de crecimiento anual acumulativo correspondiente a los intervalos entre cada uno de los censos y el último realizado. Para que sea aplicable, las tasas de crecimiento deben ser inferiores al 3% y positivas. En este caso, atendiendo al valor total de población, las tasas resultantes son del 1,9% para el periodo 1996-2006 y del 0.8% para el periodo 2006-2016.

$$P_a = P_{a-10} \cdot (1+\beta)^{(10)}$$

$$P_a = P_{a-20} \cdot (1+\gamma)^{(20)}$$

$$P_{final} = P_a \cdot (1+\alpha)^{(t_f - t_a)}$$

siendo,

P_f, la población final del período considerado a proyectar

P_a, la población inicial del período considerado

P_{a-10}, la población 10 años antes del inicio del periodo considerado

P_{a-20}, la población 20 años antes del inicio del periodo considerado

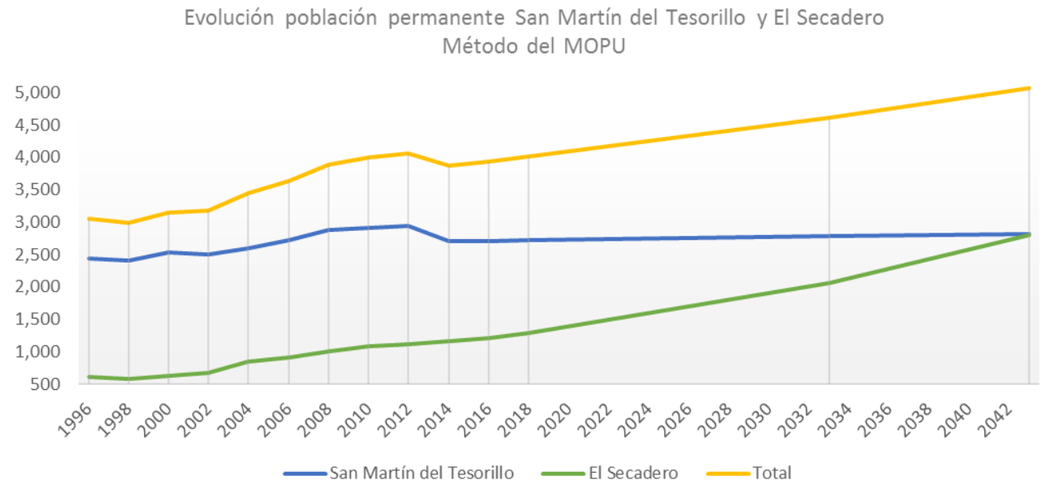
t_f, el año final del período considerado

t_a, el año inicial del período considerado

α, la tasa de crecimiento que viene dada por $\frac{2\cdot\beta+\gamma}{3}$

Sustituyendo los valores se obtienen los siguientes resultados:

POBLACIÓN PERMANENTE				TASAS			PROYECCIÓN		
Año	**1996**	**2006**	**2016**	**Tasa β**	**Tasa γ**	**Tasa α**	**2018**	**2033**	**2043**
San Martín del Tesorillo	2,434	2,727	2,713	-0.001	0.005	0.001	2,721	2,782	2,823
El Secadero	614	908	1,217	0.030	0.035	0.031	1,295	2,059	2,805
Total	3,048	3,635	3,930	0.008	0.013	0.009	4,005	4,614	5,071



6.2.4 Otros métodos

Lo habitual en el crecimiento de una población es que, al principio, la tendencia sea de tipo geométrica, pasando posteriormente a un crecimiento de valor constante (de tipo aritmético), para después decaer el porcentaje hasta llegar al valor de saturación (gráfica final en forma de S).

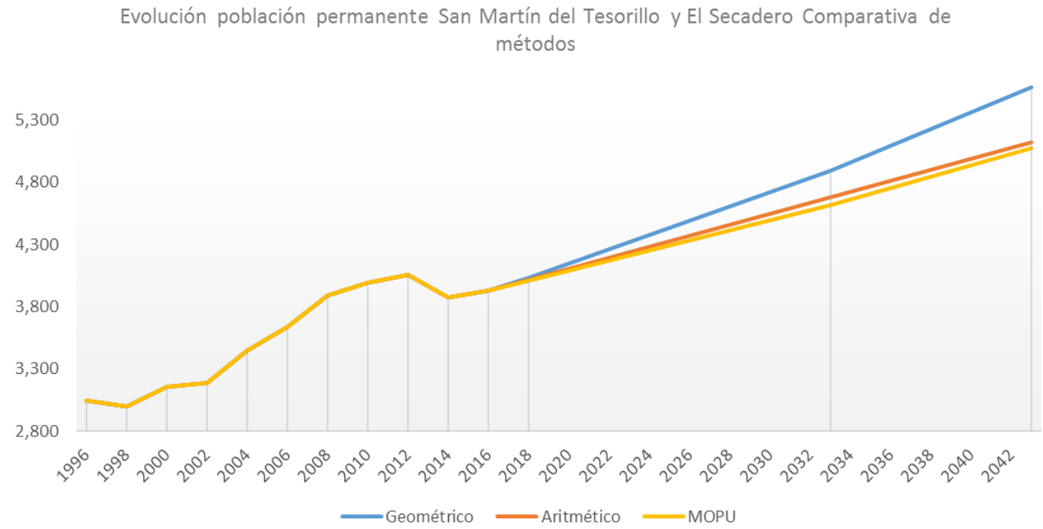
Cabe destacar que para evaluar esto último existen otros dos métodos: el de la tasa decreciente de crecimiento, que es una corrección del geométrico, y el modelo de la curva logística, el cual se ajusta a la forma en S mencionada, asintótica al valor de saturación. No obstante, estos solo deben ser usados para intervalos cortos de tiempo y cuando se sepa que la población está cerca del valor de saturación. Al ver que la tendencia global en estos municipios es la de haber pasado su crecimiento geométrico, estando en el rango de lo lineal, se ha decidido no emplearlos.

6.2.5 Selección del método y resultados

Al comparar los incrementos de población anual obtenidos con cada uno de los métodos, con los incrementos de población anual observados desde 1996 hasta 2016, cuyo promedio es del 0,6%, se obtiene que el crecimiento según el método geométrico resulta demasiado exagerado, siendo del orden de magnitud los del método aritmético y MOPU.

	Crecimiento en 2016/2018	Crecimiento en 2018/2033	Crecimiento en 2033/2043
Aritmético	1.12%	1.10%	0.94%
Geométrico	1.31%	1.42%	1.37%
MOPU	0.95%	1.01%	0.99%

Teniendo en cuenta que la tendencia de crecimiento en estos núcleos se encuentra actualmente en la rama lineal o llegando a ella, se ha optado por escoger la prognosis resultante de aplicar el método aritmético.



Cabe destacar que en estas cifras se encontraría ya contemplado el crecimiento que resta por cumplir del PGOU de Jimena de la Frontera para San Martín del Tesorillo.

Por otro lado, se ha de tener en cuenta que, en el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía, se establecen hipótesis máximas de crecimiento con respecto a las previsiones contenidas en los Planes Generales de Ordenación Urbana. En concreto, en el artículo 45.4 del citado Plan, se establece que *[…] con carácter general no se admitirán los crecimientos que supongan incrementos de suelo urbanizable superiores al 40% del suelo urbano existente ni los crecimientos que supongan incrementos de población superiores al 30% en ocho años.*

Como el horizonte temporal máximo del presente estudio (25 años, en el caso de los colectores) comprendería prácticamente tres horizontes de planificación (8 años), esto podría llegar a

suponer, teniendo en cuenta el incremento máximo del 30% en ocho años, algo más del doble (122%) de la población actual en el año horizonte.

En el caso de los núcleos de San Martín del Tesorillo y El Secadero, en el análisis realizado se ha estimado que la población en el año horizonte 2043 sería de 5.121 habitantes, lo que implica un incremento con respecto a la población del año actual (3.930) del 30%, por lo que se estaría dentro del ámbito que establece el POTA en cuanto al crecimiento de la población.

En el caso de los colectores (horizonte de 15 años), comprendería dos horizontes de planificación, lo que supondría, teniendo en cuenta el incremento máximo del 30%, un incremento del orden del 70% respecto a la población actual. Para la estimación de población del año horizonte 2033 de 4.680 hab, se obtiene un incremento con respecto a la población del año actual del 19%, que también quedaría dentro del rango establecido por el POTA para el crecimiento máximo de la población.

6.3. POBLACIÓN ESTACIONAL

La estacionalidad poblacional es un dato a tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos estimativos de proyección al año horizonte. Esta guarda una relación directa con el número de plazas turísticas y viviendas de segunda residencia o desocupadas que dispone un municipio.

Habitualmente, estos datos pueden localizarse por término municipal en el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (en el caso de las viviendas) y en los portales estadísticos de las diputaciones correspondientes (para las plazas en establecimientos turísticos). Asimismo, en la *encuesta de infraestructura y equipamientos locales* realizada por el Ministerio de la Presidencia, se tiene información relativa a la población estacional máxima detectada en cada municipio español, con distinción entre municipio y diseminados.

Debido a que el ámbito de este estudio no comprende la totalidad de un término municipal, se ha optado por analizar la información sobre población estacional recogida en la *encuesta de infraestructura y equipamientos locales.* En esta, aparecen los núcleos de población agrupados según el código INE, en donde a San Martín del Tesorillo le corresponde el 000302 y al Secadero el 000204.

Con los datos de esta encuesta se puede obtener el coeficiente de estacionalidad (relación entre la población estacional máxima y la población permanente). Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Año	San Martín del Tesorillo	El Secadero
2008	1.01	1.06
2009	1.01	1.10
2010	1.01	2.16
2011	1.01	2.07
2012	1.02	2.07
2013	1.01	1.96
2014	1.03	1.64
2015	1.18	1.62
2016	1.09	1.62

Puede apreciarse que en San Martín del Tesorillo la población estacional es similar a la permanente, manteniéndose el coeficiente de estacionalidad prácticamente constante en el periodo analizado (2008-2016). Por el contrario, en El Secadero se aprecia un incremento de población significativo en los meses de verano, aunque se observa un decaimiento de la tendencia en el periodo 2008-2016.

Por esta razón, se ha optado por mantener una tasa de crecimiento del coeficiente nula, manteniéndose en 1.09 para San Martín del Tesorillo y en 1.62 para El Secadero.

6.4. POBLACIÓN DE CÁLCULO

Multiplicando los coeficientes de estacionalidad anteriores por los de la población calculada a futuro en el apartado 6.2, se tienen los siguientes resultados:

	2018	2033	2043
Población invierno	4,018	4,680	5,121
Población verano	5,056	6,046	6,720
Coeficiente de estacionalidad	*1.26*	*1.29*	*1.31*

Según los datos anteriores, **la población máxima de diseño de la EDAR ascendería a 6,046 habitantes.**

7. ESTUDIO DE DOTACIÓN Y CAUDALES

Tras haber analizado la población actual y su patrón de evolución en el tiempo, realizando una prognosis a los años horizonte de estudio, 2033 y 2043, es preciso fijar la dotación en litros por habitante y día que permita calcular, junto con las cifras de población, el caudal medio y máximo a vehicular hasta la EDAR, así como el que es necesario tratar.

Para ello, se han analizado en primer lugar las dotaciones de abastecimiento recogidas en los documentos de planificación hidrológica, así como las derivadas de los datos de consumo proporcionados por los explotadores.

Entre ambas fuentes se optará por el valor más realista y que mejor se ajuste a la población de San Martín del Tesorillo y El Secadero, calculando con ello el retorno a la red de saneamiento y los caudales de saneamiento. Cabe destacar que, en fases de estudio posteriores, se contrastarán estos valores con los resultados de la campaña de aforos y analíticas, la cual se encuentra actualmente en desarrollo. Asimismo, es preciso mencionar que, a fecha de la elaboración del presente documento, no se cuenta con los consumos del Secadero, por lo que se hará una estimación con base en otras fuentes, revisándose en fases posteriores de diseño las cifras según la información facilitada.

7.1. DOTACIÓN DE ABASTECIMIENTO

7.1.1 Dotación según consumos en alta y baja

Agua y Residuos del Campo de Gibraltar, S.A. (ARCGISA) ha facilitado los valores diarios (lecturas cada 15 minutos) de suministro en alta para San Martín del Tesorillo en el periodo 29/11/2007 al 9/11/2017 (diez años).

De todos ellos, se ha analizado la serie completa del año 2016, que es el último del que se disponen datos de población permanente del padrón. A continuación, se presentan resumidos por meses en la siguiente tabla.

SUMINISTRO EN ALTA SAN MARTÍN DEL TESORILLO 2016			
Mes	**Consumo mensual(m³)**	**Consumo diario (m³)**	**Dotación (l/hab/d)**
Enero	20,689.50	667.40	264.74
Febrero	20,592.50	735.45	291.73
Marzo	19,721.75	636.19	252.35
Abril	20,959.25	698.64	277.13
Mayo	21,463.00	692.35	274.64
Junio	28,823.50	960.78	381.11
Julio	29,207.50	942.18	373.73
Agosto	28,425.00	916.94	363.72
Septiembre	26,752.50	891.75	353.73
Octubre	24,150.50	779.05	309.02
Noviembre	21,097.50	703.25	278.96
Diciembre	20,512.25	661.69	262.47
TOTAL:	**282,394.75**		

Por otro lado, han facilitado el consumo total facturado de los tres últimos años (2014-2016) para San Martín del Tesorillo y Montenegral Alto. Analizando la relación entre el volumen total suministrado (282,394.75 m³) y el facturado (232,803 m³) en 2016, se tiene que la red estaría presentando unas pérdidas del 17.56%. Repercutiendo esta cantidad sobre los volúmenes mensuales del suministro en alta se puede estimar el siguiente consumo mensual:

CONSUMOS FACTURADOS SAN MARTÍN DEL TESORILLO			
Mes	**Consumo mensual(m³)**	**Consumo diario (m³)**	**Dotación (l/hab/d)**
Enero	17,056.19	550.20	218.25
Febrero	16,976.22	606.29	240.50
Marzo	16,258.38	524.46	208.04
Abril	17,278.57	575.95	228.46
Mayo	17,693.85	570.77	226.41
Junio	23,761.76	792.06	314.18
Julio	24,078.33	776.72	308.10
Agosto	23,433.24	755.91	299.85
Septiembre	22,054.45	735.15	291.61
Octubre	19,909.40	642.24	254.76
Noviembre	17,392.54	579.75	229.97
Diciembre	16,910.06	545.49	216.38
TOTAL:	**232,803.00**		

Las dotaciones reflejadas en ambas tablas han sido obtenidas según la población permanente del padrón para el año 2016 en San Martín del Tesorillo, resultando un promedio de 307 l/hab/d en el suministro y 253 l/hab/d en el consumo.

Además de los consumos en San Martín del Tesorillo, ARCGISA ha facilitado el volumen total facturado en Montenegral Alto, en los últimos tres años. Para 2016, se tiene un volumen total de 3,808 m³, que distribuyéndolo según la misma proporción de San Martín del Tesorillo y con una población de 98 habitantes, resultarían los siguientes consumos mensuales y diarios, con una dotación promedio de 107 l/hab/d:

CONSUMOS FACTURADOS MONTENEGRAL ALTO			
Mes	**Consumo mensual(m³)**	**Consumo diario (m³)**	**Dotación (l/hab/d)**
Enero	278.99	9.00	91.83
Febrero	277.68	9.92	101.20
Marzo	265.94	8.58	87.54
Abril	282.63	9.42	96.13
Mayo	289.42	9.34	95.27
Junio	388.68	12.96	132.20
Julio	393.85	12.70	129.64
Agosto	383.30	12.36	126.17
Septiembre	360.75	12.02	122.70
Octubre	325.66	10.51	107.20
Noviembre	284.49	9.48	96.77
Diciembre	276.60	8.92	91.05
TOTAL:	**3,808.00**		

Con relación al Secadero, se han solicitado los datos de suministro y consumo correspondientes a la empresa pública Abastecimiento de Agua y Saneamiento de la Costa del Sol (ACOSOL). No obstante, a fecha de la elaboración del presente documento no se cuenta con la información, por lo que se considerará para el *Estudio de Alternativas* la dotación establecida en el proyecto *SANEAMIENTO INTEGRAL BARRIADA EL SECADERO (T.M. CASARES),* proporcionado por ACOSOL y elaborado por ellos mismos en el año 2014.

En el citado documento, se recoge una dotación de **saneamiento de 200 l/hab/d.** Estos datos serán revisados más adelante para el diseño detallado de las obras una vez se cuente con la información.

7.1.2 Dotación según Planificación Hidrológica

En el **Anejo nº 3 del Plan Hidrológico*, Usos y demandas*** se consideran las dotaciones de agua suministrada en litros por habitante y según el método SRPHCS, que para una población de menos de 10.000 habitantes y una actividad industrial media, la dotación correspondiente asciende a **241 l/hab/d**.

Por otro lado, la ***Instrucción vigente de Planificación Hidrológica (IPH), aprobada por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino el 10 de septiembre de 2008***, establece una dotación de **340 l/hab/d** para poblaciones permanentes inferiores a 10.000 habitantes como valor de referencia.

7.1.3 Dotaciones tendenciales

Para el cálculo de las dotaciones tendenciales en el año horizonte hay que tener en cuenta que la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) establece una menor dotación a mayor población abastecida. Igualmente, en el cálculo de las demandas tendenciales que contemplan las figuras de planificación hidrológica se tienen en cuenta también la implementación de medidas de ahorro y optimización del recurso por lo que estas permanecen constantes

Así pues, se ha optado por seguir esta misma tendencia y considerar que las dotaciones a 2033 y 2043 permanecerán constantes con respecto a la actual.

7.1.4 Dotación seleccionada

Con las consideraciones expuestas, se opta por un valor de **250 l/hab/d** como dotación para la estimación de consumos.

Este valor será contrastado en fases posteriores de estudio con los resultados de la campaña de aforos y analíticas, corrigiéndose en caso de detectarse consumos superiores al estimado.

7.2. CAUDALES DE SANEAMIENTO

A partir de los datos de población y las dotaciones consideradas se obtienen unos caudales medios teóricos de suministro, tanto para el año actual (2017) como para los años horizonte (2033 y 2043). Para obtener los caudales de saneamiento se han considerado unas pérdidas en conducciones de saneamiento, con lo que el caudal que llega hasta los puntos de vertidos es el 85% de los caudales consumidos.

Respecto a los caudales mínimos, se ha considerado un coeficiente de 0,4, con base en el mínimo registrado según los registros proporcionados por ARCGISA. Una vez concluya la

campaña de contraste propuesta en el marco del presente proyecto, esta cifra se actualizará según los datos recientes.

Por su parte, para la estimación del coeficiente punta se puede recurrir a expresiones teóricas, a recomendaciones de otras fuentes, a los valores reales observados en los datos de consumo diarios facilitados por ARCGISA y ACOSOL o a los desprendidos de la campaña de aforos.

Con relación a las expresiones teóricas, es habitual recurrir a la expresión de Harmon (válida para poblaciones inferiores a 1 millón de habitantes), con la que se obtiene un valor promedio de **3,2:**

$$Cp = 1 + \left(\frac{14}{4 + \sqrt{P}} \right)$$, siendo P la población en miles de habitantes.

Según las recomendaciones de la Instrucción para la redacción de Proyectos de Abastecimiento y Saneamiento del antiguo MOPU para ciudades pequeñas, rústicas y residenciales se propone un coeficiente de **2,4.**

Por otro lado, atendiendo a la definición de coeficiente punta, como el producto de multiplicar el coeficiente punta correspondiente al día de mayor consumo por el coeficiente punta horario, y según los datos de ARCGISA, se tendría un valor de **2,98**. Una vez finalice la campaña de aforos, se revisarán estos valores.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, y con objeto de reflejar la realidad de los núcleos en estudio, se ha decidido considerar un coeficiente punta de **3,00.**

Los resultados se muestran en la siguiente tabla, para el momento actual y para los años horizonte 2033 y 2043:

	Población		Dotación abastecimiento (l/hab/d)	Consumo temporada baja		Consumo temporada alta		Coeficiente retorno saneamiento	Vertido temporada baja		Vertido temporada alta		Dotación saneamiento (l/hab/d)
	Invierno	Estacional		m³/d	l/s	m³/d	l/s		m³/d	l/s	m³/d	l/s	
2018	4,018	5,056	250	1004.50	11.63	1264.11	14.63	0.85	853.83	9.88	1074.49	12.44	212.5
2033	4,680	6,046	250	1170.00	13.54	1511.50	17.49	0.85	994.50	11.51	1284.77	14.87	212.5
2043	5,121	6,720	250	1280.25	14.82	1680.03	19.44	0.85	1088.21	12.60	1428.03	16.53	212.5

ABASTECIMIENTO TEMPORADA BAJA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2018	0.4	3.0	4.65	11.63	34.88
2033	0.4	3.0	5.42	13.54	40.63
2043	0.4	3.0	5.93	14.82	44.45

ABASTECIMIENTO TEMPORADA ALTA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2018	0.4	3.0	5.85	14.63	43.89
2033	0.4	3.0	7.00	17.49	52.48
2043	0.4	3.0	7.78	19.44	58.33

SANEAMIENTO TEMPORADA BAJA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2018	0.4	3.0	3.95	9.88	29.65
2033	0.4	3.0	4.60	11.51	34.53
2043	0.4	3.0	5.04	12.60	37.79

SANEAMIENTO TEMPORADA ALTA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2018	0.4	3.0	4.97	12.44	37.31
2033	0.4	3.0	5.95	14.87	44.61
2043	0.4	3.0	6.61	16.53	49.58

8. CARACTERIZACIÓN DEL VERTIDO

A la hora de analizar las posibles ubicaciones de la EDAR, es necesario escoger el tipo de sistema de tratamiento, así como realizar un predimensionamiento con objeto de prever el espacio necesario para implantar la instalación.

Por esa razón, se ha investigado si los explotadores del sistema de saneamiento de San Martín del Tesorillo y El Secadero cuentan con caracterizaciones del efluente en cada punto de vertido. En este sentido, tan solo se cuenta con la información disponible en el proyecto *SANEAMIENTO INTEGRAL BARRIADA EL SECADERO (T.M. CASARES),* proporcionado por ACOSOL y elaborado por ellos mismos en el año 2014. En este, proponen los siguientes valores de contaminación para el diseño de la depuradora:

		DISEÑO
Volumen	m³/día	500
Concentración DBO_5 (estimada)	mg/l	379
Concentración DQO (estimada)	mg/l	621
Concentración S.S. (estimada)	mg/l	428
Concentración NT (estimada)	mg/l	50
Concentración PT (estimada)	mg/l	17
Concentración aceites y grasas (estimada)	mg/l	184

Adicionalmente, se ha consultado si existen industrias vertiendo actualmente a la red de saneamiento. En el caso de San Martín del Tesorillo, según lo indicado por ARCGISA, hay trece, de las cuales 10 tienen un vertido asimilable a urbano y dos no. Estas dos son locales comerciales: una pescadería y un asador. Respecto al Secadero, aún no se cuenta con la información, la cual será considerada en fases posteriores de diseño.

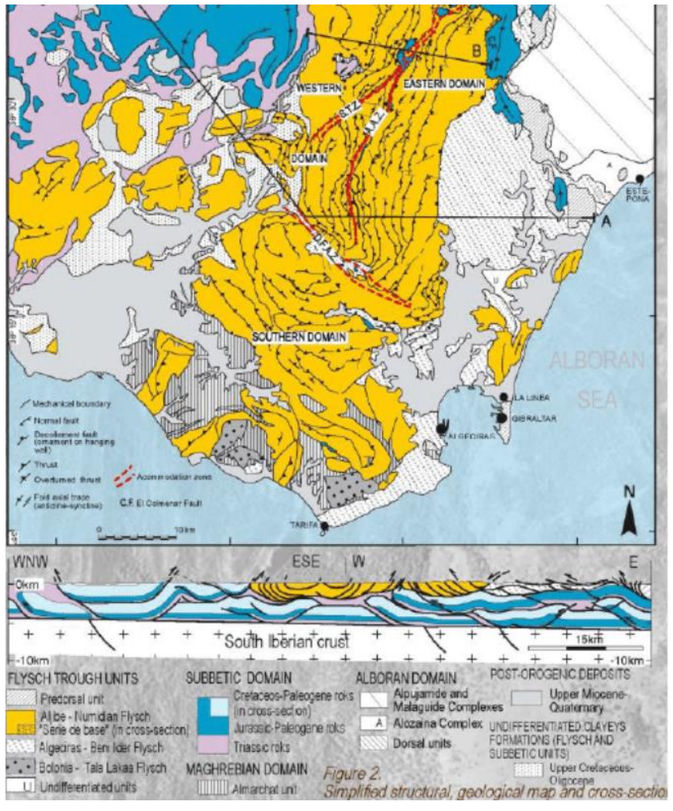
Para el predimensionamiento de la EDAR en este estudio de alternativas, se considerará la población equivalente igual a la real para obtener la DBO_5 y se aplicarán las mismas relaciones, con los otros contaminantes, que los de la tabla anterior.

No obstante, cabe destacar que paralelamente al desarrollo de este estudio se está realizando una **campaña de aforos**, de manera que se puedan caracterizar adecuadamente las cargas contaminantes y los tipos de vertido y se contrasten los valores de caudales y coeficientes.

9. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

9.1. ENCUADRE GEOLÓGICO

La zona de estudio se encuentra situada al SO de la Cordillera Bética quedando englobada dentro de un amplio conjunto estructural denominado Unidades Alóctonas del Campo de Gibraltar.



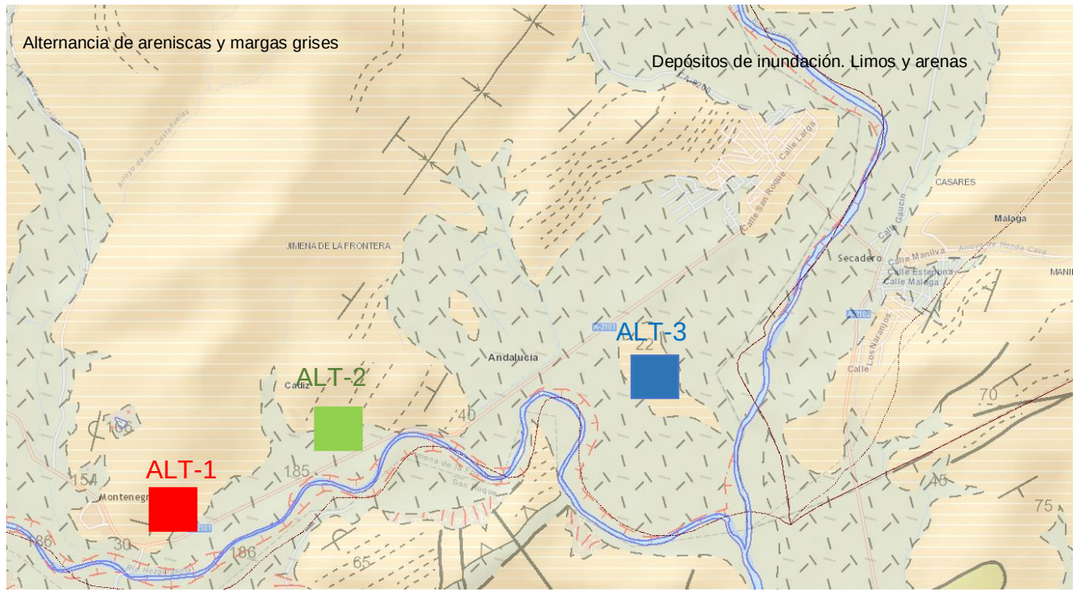
A parte de su aloctonía, la peculiaridad de estas unidades es que tienen carácter flyschoide, como consecuencia de una importante sedimentación turbidítica desarrollada en medio profundo. Están organizadas en su mayor parte como un cinturón deformado de pliegues y cabalgamientos, lo que da un orden caótico.

Los materiales de estas unidades están constituidos por diversas formaciones arcillosas y areniscosas (terrígenos y carbonatados) que se depositaron en su mayor parte mediante procesos de flujo gravitatorio de sedimentos en una cuenca marina profundad.

9.2. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Para el análisis geológico y geotécnico de la zona afectada por las alternativas se recurre al Mapa Geológico Magna, hojas nº1071 (Jimena de la Frontera) y nº1075 (San Roque), así como información que IDOM tiene de otros proyectos realizados en la zona.

En la siguiente imagen se incluye el plano geológico de la zona con la ubicación de las parcelas de la EDAR para cada una de las alternativas.



Extracto Mapa Geológico Magna. Visor cartográfico del IGME

A continuación, se describen de muro a techo las unidades litológicas afectadas por cada una de las alternativas, así como la problemática asociada a cada una de ellas.

9.2.1 Alternancia de areniscas y margas grises.

Morfológicamente corresponde a zonas blandas donde los afloramientos son escasos. Se compone esencialmente de areniscas tableadas de muy poco espesor (unos 10 cm de media) entre las que se intercalan bancos masivos de arcillas versicolores, generalmente violáceos y grises que por alteración se tornan a anaranjados.

Los afloramientos son escasos, limitándose su observación a pequeños desmontes en la carretera A-2101, en las proximidades de la parcela de las alternativas 1 y 2. Desde el punto de vista geotécnico, esta unidad puede presentar problemas de reptaciones asociados a laderas. A priori existirá riesgo de expansividad asociado a los niveles margosos, aunque la capacidad portante será media.

Desde el punto de vista de la excavabilidad, estos materiales serán excavables por medios mecánicos normales.

9.2.2 Depósitos de inundación. Limos y arenas

Sobre los materiales de la unidad anteriormente descrita se sitúan depósitos cuaternarios asociados al curso fluvial del río Guadiaro.

Llanura de inundación Río Guadiaro

Los depósitos cuaternarios corresponden a terrazas y rasa litoral del río Guadiaro. Estos materiales de terraza están formados por conglomerados heterogéneos con predominio de calcáreos, con estructura caótica y algunos niveles arcillosos intercalados.

Desde el punto de vista geotécnico, estos materiales pueden presentar problemas de capacidad portante en niveles arcillosos y una elevada posición del nivel freático.

9.2.3 Condicionantes geotécnicos de las alternativas.

Tanto los colectores como las parcelas de las EBAR San Martín y Secadero, se encuentran sobre materiales cuaternarios. La proximidad de estas parcelas al río y la cota topográfica de las mismas hace pensar que el nivel freático se encuentre relativamente superficial.

El terreno está constituido en ambos casos por depósitos cuaternarios de terraza y aluviales. Según la documentación bibliográfica de la zona, estos depósitos se caracterizan por gravas conglomerados y arcillas.

Teniendo en cuenta los materiales existentes en la zona, desde el punto de vista geotécnico, las problemáticas de estos materiales en una obra de este tipo se centran en dos aspectos:

- Baja capacidad portante de los niveles arcillosos de los aluviales.
- Nivel freático elevado. De cara a las excavaciones a realizar tanto para los colectores como para las EBAR, puede condicionar la solución a adoptar.

Por su parte, todas las alternativas para la ubicación de la EDAR se encuentran sobre materiales tipo flysh, constituidos por alternancias de areniscas y arcillas margosas.

Desde el punto de vista geotécnico, estos materiales suelen presentar problemas de inestabilidad en laderas. Por otra parte, en el tipo de obra que nos ocupa, los problemas geotécnicos pueden centrarse en dos aspectos:

- Excavabilidad de los niveles areniscosos, en los que puede ser posible el empleo de Ripper.
- Expansividad de las margas.

9.2.4 Excavabilidad y Taludes de Excavación

En las EBAR y colectores los materiales serán excavables por medios mecánicos normales, salvo en tramos de conglomerados donde puede ser necesario el empleo de Ripper.

De cara al diseño de los taludes de excavación de las zanjas, tendremos en cuenta que se trata de taludes provisionales y que las zanjas serán rellenadas a la mayor brevedad.

No obstante, y de cara a cumplir con las medidas de seguridad necesarias en obra, será necesario entibar todas las zanjas con alturas mayores de 1,5 m cuando estas se realicen en materiales tipo suelo.

De cara a un prediseño de las zanjas de excavación, y a falta de la realización de una campaña geotécnica que establezca los parámetros resistentes de cada una de las unidades atravesadas, de forma general se pueden establecer en tramos de suelo taludes provisionales 1H/1V (para alturas menores de 1,5 m).

En las alternativas para la ubicación de la EDAR, en parte del trazado de los colectores y la parcela de la EDAR, puede ser necesario el empleo de Ripper en niveles areniscosos.

Los taludes de excavación en estos materiales vendrán condicionados por la inclinación de la S0 (superficie de estratificación) de los estratos, la continuidad de los mismos y la dirección del talud de excavación con respecto a la dirección de los estratos. No obstante, de cara a cumplir

con las medidas de seguridad necesarias en obra, será necesario entibar todas las zanjas con alturas mayores de 1,5 m cuando estas se realicen en materiales tipo suelo.

A falta de la realización de una campaña geotécnica que establezca los parámetros resistentes de esta unidad, de forma general se pueden establecer taludes provisionales 1H/1V (para alturas menores de 1,5 m).

9.2.5 Expansividad

Los materiales arcillosos presentan un comportamiento expansivo ligado a la estructura de los minerales de la arcilla que contiene y a los ciclos de sequedad-humedad a los que se ve sometido el terreno. En ellos se produce un efecto de capa activa superficial, que se seca y humedece alternativamente dando lugar a la aparición de profundas grietas de retracción en épocas secas y abombamiento en las húmedas, consiguiendo de esta manera la casi total disgregación de la capa superficial.

En épocas secas la humedad natural de los materiales arcillosos llega a ser muy baja, induciendo la generación de fuerzas de tracción capilar entre las láminas de agua que envuelven la materia más sólida, generando presiones intersticiales negativas, lo que proporciona al material una gran resistencia y consistencia. En épocas húmedas la capa activa se satura hasta que aparecen presiones intersticiales positivas, pudiendo llegar a establecerse un régimen hidrogeológico de escorrentía subcutánea por flujo paralelo.

Este fenómeno tiene una influencia determinante en las condiciones geotécnicas, fundamentalmente en cuanto a la resistencia al corte y estabilidad. Este aspecto se ve agravado por la existencia de aportes freáticos ligados a discontinuidades o a capas permeables intercaladas.

Tal y como se ha descrito anteriormente, no existen diferencias geotécnicas entre las alternativas que hagan penalizar una opción frente a las otras.

A falta de que se realice una campaña geotécnica específica, de cara a establecer medidas generales de precaución frente a la expansividad, se establecen las siguientes:

- No deberán plantarse árboles cercanos. Distancia mínima superior a la altura máxima en edad adulta. Dentro de la peligrosidad intrínseca se conceptúan como muy peligrosos los álamos, acacias, sauces, olmos; peligrosos el abedul, fresno, haya y encina y poco peligrosos los cedros, abetos y pinos.
- Es perjudicial abrir los pozos o excavaciones, dejándolos expuestos temporalmente; es conveniente dejar en el fondo una capa sin excavar unos 15 cm retirándola en el momento de realizar las cimentaciones.
- Los pozos o zapatas deben ir arriostradas entre sí, a fin de resistir esfuerzos horizontales diferenciales. Las riostras no se hormigonarán contra el terreno, debiendo quedar separadas del mismo, mediante relleno de carbonilla y paja, o bien porespan, al menos 10 cm. A estos efectos puede servir el arriostramiento antisísmico.
- Los edificios se deberán rodear por aceras impermeabilizadas de un ancho de 1,50 - 2,0 m inclinadas hacia el exterior con una pendiente mínima del 2%.
- Las canalizaciones deberán ser de calidad, de ejecución cuidada y flexibles en lo posible: los tubos de PVC o plástico son los que dan mejores resultados. Las arquetas deben ser de hormigón, las tradicionales de ladrillo pueden ser muy peligrosas. Las aguas pluviales de los tejados deberán ser recogidas con canalones y conducidas al alcantarillado.
- Las soleras que se desea no sufran daños deben ir forjadas. En caso de que no sea posible forjar se deberá colocar al menos un colchón de 30-50 cm de material granular con un porcentaje de finos entre el 10 y el 35 %.
- Los muros no deben hormigonarse directamente contra el terreno, sino que deben de separase de éste por medio de un relleno de material francamente comprensible y con un cierto grado de impermeabilidad (carbonilla ligeramente apisonada, tierra vegetal, zahorra sucia sin compactar o cenizas poco compactas), se deberá dejar una salida al agua, mediante un tubo de hormigón poroso, colocado en la parte inferior del trasdós del muro.

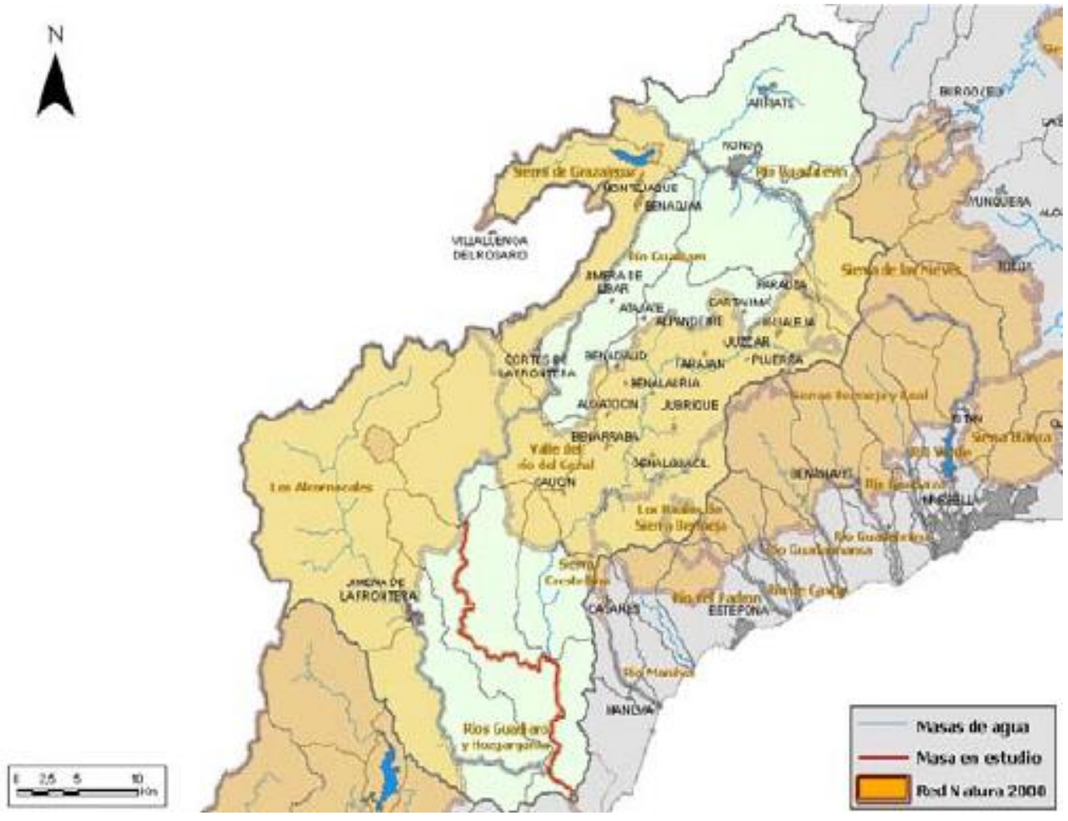
10. INUNDABILIDAD

El ámbito de estudio se enmarca en la cuenca del rio Guadiaro, incluyendo la subcuenca del rio Hozgarganta. En concreto, las masas de agua que discurren en la zona son la 061205B: Bajo Hozgarganta y 0612062: Bajo Guadiaro.

El bajo Hozgarganta comprende los 29, 1 km antes de la desembocadura al rio Guadiaro, con una superficie de cuenca vertiente de 13,080 ha. Se trata de un cauce natural asignado a la tipología de *ríos de serranías béticas húmedas.* En la siguiente imagen extraída del *Apéndice 1 del Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas,* se muestra en rojo la citada masa de agua.

El principal uso del suelo en esta subcuenca es el de pastizal, con un 45% de representación, frente a otros como el secano, regadío, urbano o industrial con menos de un 12% cada uno.

Por su parte, el Bajo Guadiaro comprende los 39 km antes de la desembocadura al mar Mediterráneo, con una superficie de cuenca vertiente de 16,720 ha. Se trata de un cauce natural asignado a la tipología de *ejes mediterráneos de baja altitud.* En la siguiente imagen extraída del *Apéndice 1 del Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas,* se muestra en rojo la citada masa de agua.



El principal uso del suelo en esta subcuenca es el de pastizal, con un 40% de representación, frente a otros como el regadío, secano, urbano o industrial con menos de un 13% cada uno.

Estos dos cauces, a su paso por el ámbito de estudio, se encuentran en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), instrumento que puso en marcha el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino para cumplir con la Directiva Europea 2007/60/CE sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación. En ella se plantea la necesidad de detectar

aquellas zonas especialmente expuestas a riesgo de inundación sobre las que realizar estudios de peligrosidad y riesgo, así como los planes de gestión correspondientes. El SNCZI se encuentra enmarcado en el Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de los riesgos de inundación y en el Real Decreto 849/1986 por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que da, por un lado, respuesta a los requisitos impuestos por la Comisión Europea y, por otro, a las necesidades técnicas de información de organismos públicos, empresas y particulares para realizar una gestión óptima del espacio fluvial.

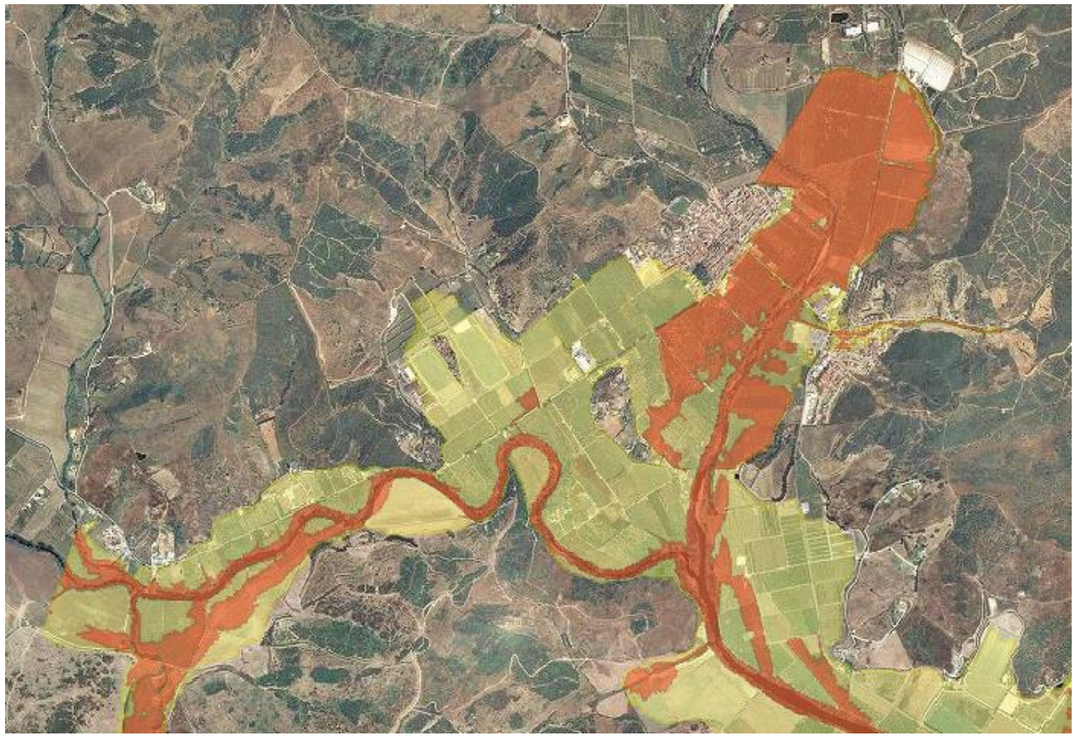
El SNCZI se ha desarrollado a partir de información cartográfica actual, generando unos MDT con un grado de detalle adaptado tanto al tamaño de la cuenca como al tipo de estudio a desarrollar. Para cuencas grandes se emplearon modelos con resolución de 500 o 100 metros y para la realización de los estudios geomorfológicos e hidráulicos fue necesario disponer de una cartografía de mayor precisión generada mediante tecnología LIDAR.

Los caudales de cálculo que emplearon en la delimitación de las zonas inundables para el desarrollo del SNCZI se basaron en los datos proporcionados por el mapa de caudales máximos (CEDEX, 2009) desarrollado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). No obstante, en aquellos casos en los que la información ofrecida por estos mapas tuviera limitaciones, se desarrollaron estudios hidrológicos complementarios.

Las láminas de inundación se obtuvieron a partir de modelos hidráulicos unidimensionales o bidimensionales según el caso.

En los planos adjuntos al presente estudio de alternativas se muestran las alternativas planteadas superpuestas a la lámina de inundación para un periodo de retorno de 500 años de los ríos Guadiaro y Hozgarganta.

Tal y como se ve en la siguiente imagen, prácticamente todos los terrenos en las inmediaciones de San Martín del Tesorillo y El Secadero son inundables para T500 (mancha amarilla) y para T10 (mancha roja). Así pues, para ubicar una depuradora en el ámbito de estudio, en zona no inundable, habría que irse o bien al cerro ubicado al sureste del club de polo Dos Lunas, o bien a la zona de Montenegral Alto, en la margen izquierda del rio Hozgarganta.



11. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL

De forma general, se ha realizado un análisis previo del ámbito de la actuación, de cara a conocer los condicionantes ambientales que se podrán tener durante la redacción de la documentación ambiental del proyecto. Asimismo, se hará una descripción de la tramitación ambiental a desarrollar en fase de proyecto.

11.1. CONDICIONANTES AMBIENTALES EN LA ZONA DE ACTUACIÓN

11.1.1 Red Natura 2000

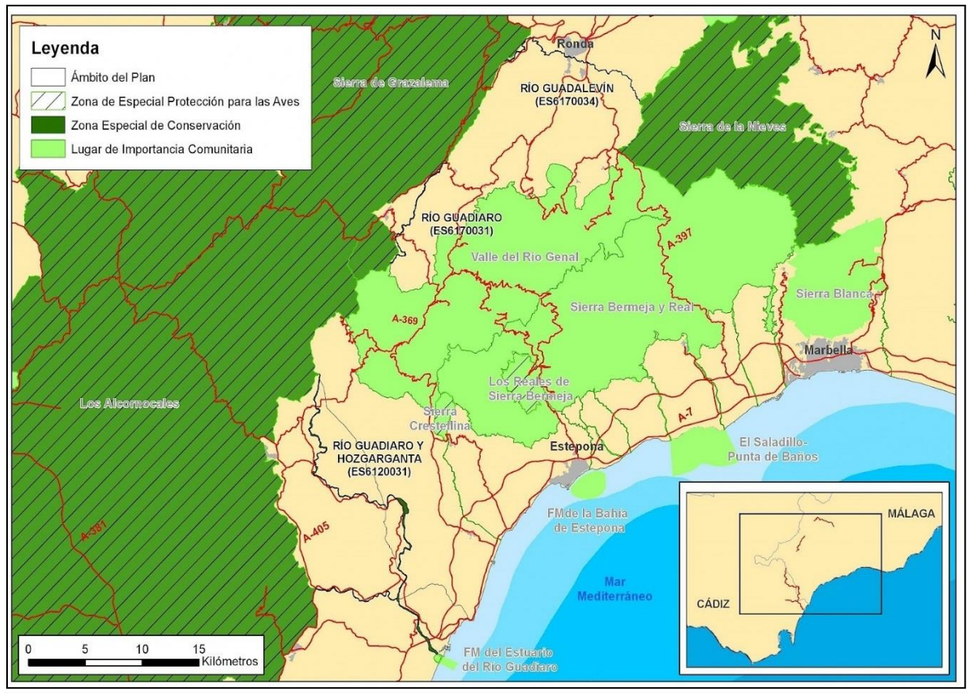
La **Red Natura 2000** es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. En España, conforme a la Ley 42/2007, "Natura 2000" es una red ecológica coherente compuesta por los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), hasta su transformación en Zonas Especiales de Conservación, dichas Zonas Especiales de Conservación (ZEC), y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) establecidas en virtud de la Directiva Aves. Las Comunidades Autónomas son las encargadas de designar la lista de LIC, como paso previo a ZEC, así como las ZEPA que se integran en su territorio.

Las ZEC son espacios delimitados para garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales de interés comunitario y de los hábitats de las especies de interés comunitario, declarados como tales de acuerdo con lo dispuesto en la normativa comunitaria (Directiva Hábitats), estatal y autonómica. Las ZEPA son espacios delimitados para el establecimiento de medidas de conservación especiales con el fin de asegurar la supervivencia y la reproducción de las especies de aves, declarados como tales de acuerdo con lo dispuesto en la normativa comunitaria (Directiva Aves), estatal y autonómica.

La actuación se encuadra próxima a varios espacios de la Red Natura 2000, sobre todo, a la ZEC ES6120031, RÍOS GUADIARO Y HOZGARGANTA.

1. *ES6120031. ZEC RIOS GUADIARO Y HOZGARGANTA*

El río Guadiaro nace en la Serranía de Ronda y discurre por las provincias de Málaga y Cádiz. En su tramo alto, recorre los municipios malagueños de la Serranía de Ronda y configura el límite de los parques naturales de Sierra de Grazalema y Los Alcornocales. Atraviesa el Monumento Natural Cañón de las Buitreras, incluido también como Espacio Fluvial Sobresaliente, y pasa a la provincia de Cádiz por San Pablo de Buceite. Tras un recorrido de 82 km desemboca en el Mediterráneo en Sotogrande, San Roque (Cádiz), formando el estuario del río Guadiaro. Este estuario es un espacio protegido red Natura 2000 al haber sido declarado LIC (ES6120003 Estuario del Río Guadiaro), Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y, a su vez, Paraje Natural Estuario del Río Guadiaro. Sus principales tributarios son el río Hozgarganta, por la derecha, y El Genal, por la izquierda, ambos incluidos como Espacios Fluviales Sobresalientes. Es uno de los principales ríos de las cuencas hidrográficas mediterráneas andaluzas, que engloba tres ZEC: Río Guadalevín, Río Guadiaro y Ríos Guadiaro y Hozgarganta.



Fue declarado ZEC mediante el DECRETO 4/2015, DE 13 DE ENERO, POR EL QUE SE DECLARAN LAS ZONAS ESPECIALES DE CONSERVACIÓN DE LA RED ECOLÓGICA EUROPEA NATURA 2000 (…) RÍOS GUADIARO Y HOZGARGANTA (ES6120031) (…) (BOJA 52 DE 17 DE MARZO).

2. *PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA (PEPMF)*

El Plan Especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de la Provincia de Málaga, aprobado definitivamente el 7 de julio de 1986, y publicado en el BOJA nº 60 de 26 de marzo de 2007, incluye espacios con categorías distintas dentro del ámbito objeto del mismo. En su formulación definitiva el plan desarrolla dos tipos de normativa. Una con carácter general y otra específica, de regulación de usos y actividades.

Las repercusiones territoriales de este plan hay que valorarlas en dos sentidos. Por un lado, los planes introducen en determinadas áreas limitaciones detalladas de usos y actividades basándose en el ejercicio de las competencias de control urbanístico. Por otro lado, están las derivadas de sus implicaciones sobre el planeamiento futuro, tanto por la ejecución de los programas de actuación como por la orientación que suponen ante las determinaciones del planeamiento municipal futuro.

En el ámbito del proyecto encontramos el Paisaje Agrario Singular HUERTAS DEL RIO GUADIARO, como puede verse en el plano *Zonas con protección ambiental,* adjunto al presente estudio.

11.1.2 Vías pecuarias

La Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias y el Decreto 155/1998 de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma Andaluza establecen el régimen jurídico de estas vías, con el objeto de coadyuvar a su conservación y al mantenimiento de sus usos primarios de tránsito ganadero y otros usos rurales, sin perjuicio de los usos compatibles y complementarios.

En la REDIAM (RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA) se identifican las vías pecuarias que hay en el ámbito de actuación, tanto si se encuentran deslindadas como si no. Tal y como puede apreciarse en los planos adjuntos a este estudio de alternativas, algunas de las vías pecuarias resultarán afectadas o bien por cruces, o bien por paralelismos, ocupación temporal y servidumbres.

CODIGOVIA	NOMBRE
29041003	VEREDA DE LOS PESCADEROS
11021006	CORDEL DEL ALMENDRO
11033014	VEREDA DE PATRAINA
11021005	CORDEL DE ROSAS DE ESPAÑA
11033016	VEREDA DEL CORTIJO DEL GORDO
29068005	VEREDA DE LA CAÑADA DEL APARTADERO

Una vez seleccionada la alternativa, se iniciarán las consultas pertinentes y se seguirá el procedimiento establecido en la normativa andaluza para las que resulten afectadas.

11.1.3 Presencia de hábitats de interés comunitario (HIC)

La Directiva Hábitats, Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre, define como tipos de hábitat naturales de interés comunitario a aquellas áreas naturales y seminaturales, terrestres o acuáticas, que, en el territorio europeo de los Estados miembros de la UE:

- Se encuentran amenazados de desaparición en su área de distribución natural, o bien,
- Presentan un área de distribución natural reducida a causa de su regresión o debido a que es intrínsecamente restringida, o bien,
- Constituyen ejemplos representativos de una o de varias de las regiones biogeográficas de la Unión Europea.

De entre ellos, la Directiva considera tipos de hábitat naturales prioritarios a aquéllos que están amenazados de desaparición en el territorio de la Unión Europea y cuya conservación supone una responsabilidad especial para la UE.

En total, el anexo I de la Directiva identifica 231 tipos de hábitat de interés comunitario. Su descripción y su caracterización ecológica están recogidas en el Manual de Interpretación de los Hábitats de la Unión Europea. Del conjunto de tipos de hábitat incluidos en el anexo I de la Directiva, 118 (un 51%) están reconocidos oficialmente como presentes en España, según las listas de referencia correspondientes a las regiones biogeográficas Alpina, Atlántica, Macaronésica y Mediterránea y a las regiones marinas Atlántica, Macaronesia y Mediterránea.

Consultando los mapas del servicio WMS (Web Map Service) de la REDIAM (Red de Información Ambiental de Andalucía) que muestra la distribución de los Hábitats de Interés de

Comunitario en Andalucía como capa única de información geográfica consultable y reúne información sobre localización, extensión y clave de identificación de cada uno de los más de 700.000 polígonos que componen la capa de 71 HIC presentes en Andalucía, con 99 subtipos, con información actualizada a julio-2015, se detectan los siguientes HIC en la zona de estudio (manchas naranjas de la imagen):

HIC en el ámbito de estudio

- Grupo 5. Matorrales esclerófilos
  - HIC 5110-1: Espinares y orlas húmedas (Rhamno-Prunetalia)
  - HIC 5330-2: Arbustedas termófilas mediterráneas (Asparago-Rhamnion)
- Grupo 6. Formaciones herbosas naturales y seminaturales
  - HIC 6220-0: Pastizales anuales mediterráneos, neutro-basófilos y termo-xerofíticos (Trachynietalia distachyae) (*)
  - HIC 6220-1: Pastizales vivaces neutro-basófilos mediterráneos (Lygeo-Stipetea) (*)
  - HIC 6310: Dehesas perennifolias de Quercus spp
- Grupo 9. Bosques
  - HIC 91B0: Fresnedas termófilas de Fraxinus angustifolia
  - HIC 92A0-0: Alamedas y saucedas arbóreas
  - HIC 92A0-2: Saucedas predominantemente arbustivas o arborescentes
  - HIC 92D0-0: Adelfares y tarajales (Nerio-Tamaricetea)
  - HIC 9320-0: Acebuchales

De todos ellos, los que más presencia tienen en el ámbito de estudio es el H53302 Arbustedas termófilas mediterráneas y el H9320-0. Acebuchales. Cabe destacar que el **H62200. Pastizales anuales mediterráneos, neutro-basófilos y termo-xerofíticos y el H62201. Pastizales vivaces neutro-basófilos mediterráneos son considerados como prioritarios a nivel europeo, pero propuestos como no prioritarios para Andalucía.**

Las alternativas propuestas deberán tratar de evitar la afectación a estos habitats o, en caso de imposibilidad, se propondrán las medidas pertinentes en los documentos ambientales del proyecto para evitar su afectación o corregir la misma.

11.2. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARAA REALIZAR EN FASES POSTERIORES

11.2.1 Estudio de integración paisajística

Al plantear una infraestructura de la envergadura de una EDAR en un entorno singular, han de cuidarse especialmente los mecanismos de generación de las imágenes que configurarán la trama futura, sea ésta urbana o interurbana. Sin alterar en demasía la identidad del paisaje, se ha de lograr conjugar la esencia del mismo con la implantación de la nueva infraestructura, disponiendo únicamente el foco de atención en aquellos elementos que lo demanden.

Una vez decidida la alternativa, en fases de estudio posteriores se desarrollará un estudio inicial para identificar las distintas unidades de paisaje diferenciadas en el espacio interurbano. A raíz del mismo, y tras analizar éstas desde diversos puntos de vista: enclave paisajístico, consolidación de la trama, densidad y características de la vegetación existente, se procederá al estudio detallado de la integración urbana.

Los materiales y texturas propuestos a priori responderían a la voluntad de integrar la presencia de la nueva intervención, evitando obstaculizar la percepción habitual del observador local. Por ello se plantearían texturas suaves que no generasen un gran impacto visual. En particular, analizando el conjunto edificado como punto relevante de la intervención, cobrará especial protagonismo el elemento vegetal, tanto en su dimensión constructiva, pudiendo llegar a plantearse una fachada vegetal que se adose al cerramiento de la depuradora, confiriéndole una imagen más amable, como en su dimensión paisajística, más vinculada al entorno natural afectado por la intervención.

La adecuación de los tejidos afectados en el entorno de los emisarios, la definición de los bordes de la actuación en la confluencia con el tejido urbano residencial próximo, son propicios para el desarrollo de actuaciones de restauración paisajística y creación de pantallas vegetales.

Por otra parte, el tratamiento de los taludes de excavación de la parcela de la EDAR es otro elemento que demandará una actuación integrada desde el punto de vista paisajístico.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, se analizará la utilización de materiales adecuados, el diseño de elementos energéticamente eficientes o la utilización de sistemas de reducción de diferentes consumos.

11.2.2 Estudio arqueológico

Se deberá elaborar un estudio arqueológico, inscrito dentro de unos planteamientos preventivos, cuyo objeto sea poner en práctica la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía así como el Decreto 379/2009, de 1 de diciembre, por el que se modifican el Decreto 4/1993, de 26 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Organización Administrativa del Patrimonio Histórico de Andalucía, y el Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas, por los que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma Andaluza.

En el ámbito de actuación no se han detectado yacimientos arqueológicos, no obstante, se realizarán las consultas pertinentes.

11.2.3 Reutilización de aguas residuales

En el Pliego de bases del presente proyecto no se indica la necesidad de proyectar las instalaciones de reutilización de agua depurada en cumplimiento del RD 1620/2007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

No obstante, para el presente estudio de alternativas se ha previsto el espacio necesario en la EDAR para albergar las citadas instalaciones.

11.3. TRAMITACIÓN AMBIENTAL

En este apartado se pretende hacer hincapié en que, una vez se escoja la alternativa a desarrollar, se elaborará la **Documentación Ambiental inicial** para realizar las consultas ambientales que determinen si el proyecto requiere trámite de Evaluación de Impacto Ambiental.

De ser necesario, se redactará el **Estudio de Impacto Ambiental** y realizará la correspondiente tramitación de acuerdo con lo establecido tanto en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, como en la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

12. ESTUDIO DE SOLUCIONES

La selección del lugar idóneo para la ubicación de una EDAR, así como del sistema de depuración a emplear, conlleva un proceso de análisis de las posibles alternativas existentes, en función de una serie de parámetros de carácter técnico-sanitario tales como la proximidad al núcleo urbano, los costes de transporte de las aguas residuales, orografía del terreno, superficie mínima requerida, etcétera. Además, estos parámetros han de ser compatibilizados con la política de ordenación del territorio del municipio en cuestión, de tal forma que, en la manera de lo posible, se consiga llegar a un acuerdo que beneficie a todas las partes, tratando de no perjudicar a particulares innecesariamente.

Para la elección de la parcela más adecuada se ha recurrido a un método sistemático, es decir, aproximando desde una escala nacional hasta otras de mayor detalle, empleando para la identificación de las parcelas los planos de información catastral de las localidades. El procedimiento que se seguirá se resume en la siguiente imagen:

Uno de los factores de decisión en el análisis multicriterio a realizar será el económico, siendo por tanto necesario llevar a cabo un prediseño de los elementos para estimar los presupuestos de ejecución por contrata correspondiente tanto a la EDAR como a las obras complementarias: EBAR, prolongación de emisarios, conducciones para vertido final, aliviaderos, líneas eléctricas, caminos de acceso o dotación de abastecimiento entre otros.

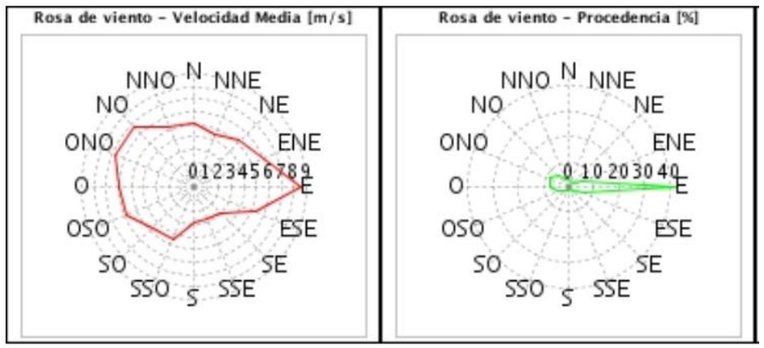
Se efectuará también una primera aproximación de los costes anuales de la explotación, conservación y mantenimiento de cada una de las alternativas consideradas.

12.1. ALTERNATIVAS UBICACIÓN EDAR Y AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

En primer lugar, se ha procedido a la elección de la parcela donde se ubicará la EDAR. Para ello se han establecido unas zonas de restricción, siendo las zonas libres aquellas óptimas para la ubicación de la instalación. Estas áreas de restricción se representan sombreadas en amarillo en el plano *Aptitud del territorio* adjunto al presente estudio de alternativas. Las mismas corresponden a:

- Zona de 1 km entorno a los núcleos de población atendiendo a lo dispuesto en el Decreto 169/2014, de 9 de diciembre, por el que se establece el procedimiento de la **Evaluación del Impacto en la Salud de la Comunidad Autónoma de Andalucía.** En dicho decreto se establece que será preceptiva la Valoración del Impacto en la Salud de este tipo de instalaciones cuando se encuentren a una distancia inferior a 1 km de una zona habitada.
- Áreas de protección tales como vías pecuarias, yacimientos arqueológicos, cauces y su zona de dominio o bienes de interés cultural.
- Carreteras, caminos y otras infraestructuras.
- Lámina de inundación para periodo de retorno de 500 años.

Adicionalmente, se ha analizado la dirección de los vientos dominantes con objeto de evitar molestias a la población por motivos de olores o dispersión de aerosoles a la atmósfera. Los vientos predominantes son del levante. Así pues, la opción más favorable es ubicar la EDAR al oeste de los núcleos de población, en el ámbito comprendido entre el tercer y cuarto cuadrante.



A continuación, se tabulan las restricciones mencionadas:

ELEMENTO CONSIDERADO	CRITERIO CONSIDERADO (SAN MARTÍN DEL TESORILLO, CÁDIZ)					TIPO DE ZONA
CARRETERAS	LEY 8/2001, de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía.	VÍAS DE GRAN CAPACIDAD (Autopistas, autovías y vías rápidas)	Dominio Público Adyacente	8 m	Desde AEE (Arista Exterior de Explanación)	PROHIBIDA
			Zona de Servidumbre Legal	25 m		RESTRINGIDA
			Zona de afectación	100 m		RESTRINGIDA
			Zona de no Edificación	100 m	Desde línea blanca	RESTRINGIDA
		VÍAS CONVENCIONALES (Red Autonómica)	Dominio Público Adyacente	3 m	Desde AEE (Arista Exterior de Explanación)	PROHIBIDA
			Zona de Servidumbre Legal	8 m		RESTRINGIDA
			Zona de afectación	50 m		RESTRINGIDA
			Zona de no Edificación	50 m	Desde línea blanca	RESTRINGIDA
		VÍAS CONVENCIONALES (Red Provincial)	Dominio Público Adyacente	3 m	Desde AEE (Arista Exterior de Explanación)	PROHIBIDA
			Zona de Servidumbre Legal	8 m		RESTRINGIDA
			Zona de afectación	25 m		RESTRINGIDA
			Zona de no Edificación	25 m	Desde línea blanca	RESTRINGIDA
CAUCES PÚBLICOS	Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.		Zona de servidumbre	5 m		PROHIBIDA
			Zona de policía	100 m		RESTRINGIDA
DISTANCIA A NÚCLEOS HABITADOS				1 km		RESTRINGIDA
VÍAS PECUARIAS	Decreto 155/1998 de 21 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma Andaluza.	Vereda		20	Ancho legal de Vías Pecuarias no deslindadas	RESTRINGIDA
		Cordel		39		RESTRINGIDA
IPHA	Sistema de Gestión e Información de los Bienes Culturales de Andalucía. (MOSAICO). Centro de Documentación y Estudios del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Consejería de Educación, Cultura y Deporte. Junta de Andalucía. Diciembre 2012. Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.		BIC (Bien de Interés Cultural)			RESTRINGIDA
CUADRÍCULAS MINERAS						PROHIBIDA

Se ha realizado un primer tanteo de alternativas, estudiando los posibles trazados de los colectores sobre planos escala 1/5.000 ó 1/10.000. Se han tenido en cuenta para ello las siguientes consideraciones:

- Planos de ordenación vigentes.
- Uso prioritario de infraestructuras viarias públicas, para evitar costes elevados de expropiación.
- Longitudes de emisarios reducidas, para evitar problemas de explotación.
- Pendientes adecuadas para evitar depósitos de residuos y atascamiento de las tuberías.
- Evitar sifones, para cruces de arroyos o acequias de riego.
- Conducción preferentemente en gravedad, procurando que las estaciones de bombeo necesarias se sitúen en las propias depuradoras. Cuando sea necesaria la instalación de una estación fuera de las depuradoras se dimensionará de forma que la estancia de las aguas residuales en dicha instalación sea inferior a dos horas.
- Se analizará la necesidad de disponer dispositivos de retención, antes de la conexión de los colectores municipales con los emisarios generales

A continuación, se describen las alternativas consideradas

12.1.1 Alternativa 1

Se propone ubicar la EDAR en la parcela 23 del polígono 12, la cual se emplaza 3.3 km al oeste de San Martín del Tesorillo y El Secadero, 0.6 km al este de Montenegral Alto y 0.3 km al norte de la carretera A-2101. La misma quedaría en la margen izquierda del rio Hozgarganta, fuera de la zona inundable para avenidas de 500 años de periodo de retorno.

Para ello, se requiere una longitud total de 5.7 km de colectores que agrupen los vertidos de San Martin del Tesorillo y El Secadero, por un lado, y Montenegral Alto, por otro, hasta conducirlos a la instalación. Debido a la inundabilidad de la zona, son necesarias tres estaciones de bombeo para impulsar el agua residual hasta la cota de implantación de la EDAR. A continuación, se describen las actuaciones, las cuales quedan grafiadas en los planos adjuntos.

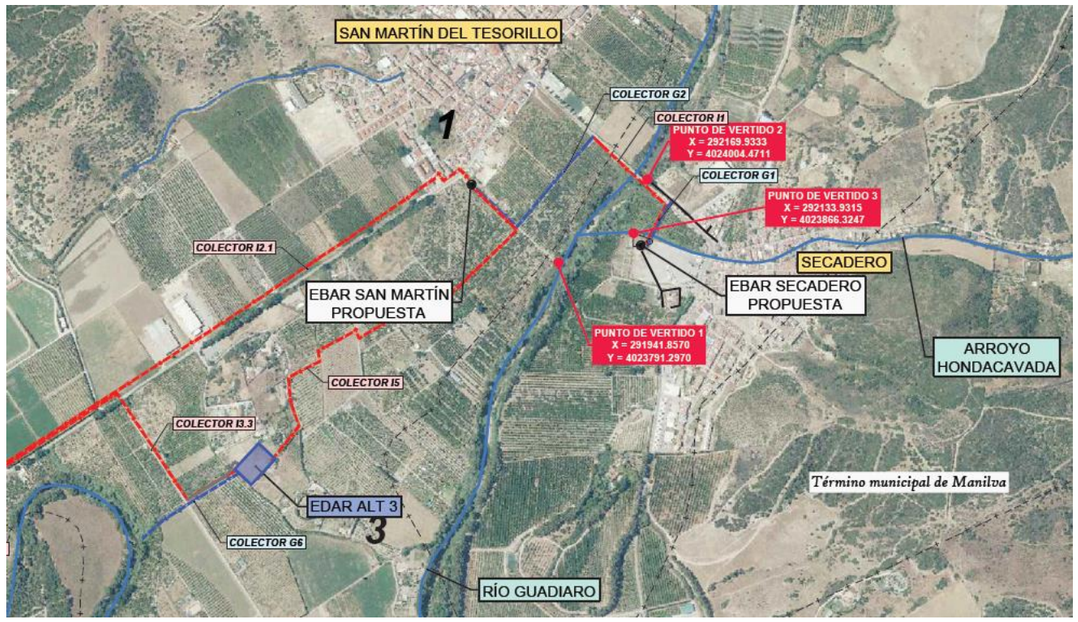
Agrupación PV2 y PV3 en El Secadero. Colectores G1, I1, G2 y EBAR Secadero.

Para agrupar el punto secundario de vertido del Secadero (PV3) con el principal (PV2), es necesario cruzar el arroyo de Hondacavada, con lo cual las rasantes hidráulicas se profundizarían más de un metro respecto a las existentes. Tras esto, el colector de agrupación de vertidos recorrería unos 900 metros hasta su conexión con el vertido de San Martín del Tesorillo (PV1), lo cual supondría excavaciones de hasta 4 metros por zona urbana. Para evitar esto, es preciso instalar un bombeo.

Se propone instalar la EBAR en la explanada del recinto ferial, coincidiendo con la misma ubicación en donde estaba planteado el tanque de tormentas y bombeo del proyecto *SANEAMIENTO INTEGRAL BARRIADA EL SECADERO (T.M. CASARES).* Esta parcela se encuentra en zona inundable para T500, no obstante, todo el núcleo urbano lo está y teniendo en cuenta que este terreno pertenece al Ayuntamiento y es el único municipal disponible en la zona, se realizarán las consultas oportunas para validar la solución.

Así pues, el PV2 se interceptaría en uno de los pozos existentes antes de llegar al estribo izquierdo del puente, cruzándose la carretera A-2102 y el arroyo Hondacavada hasta la EBAR (conducción G1). Tanto para el cruce subfluvial como para el cruce bajo la carretera, se tendrán en cuenta los requisitos establecidos por los organismos competentes. En el segundo caso, podría ser necesaria una hinca. La instalación de bombeo a proyectar servirá asimismo para aliviar el caudal de pluviales superior a 5 veces el caudal medio de residuales y se dotará con los elementos necesarios para cumplir con el RD 1290/2012 sobre la eliminación de gruesos y flotantes en el vertido de alivios. Desde esta, se impulsará el agua residual hasta la carretera por el mismo trazado y, sin cruzarla, se pasará sobre el rio Guadiaro anclando la tubería al tablero del puente existente (conducción I1), pues sobre este lado no existen servicios. Se realizarán las consultas pertinentes con carreteras, para verificar si autorizan el paso de servicios por puentes o si, por el contrario, es necesario instalar una cercha propia para la conducción.

Con objeto de evitar la afectación de los servicios de abastecimiento, saneamiento y telecomunicaciones de la calle San Roque, en San Martín del Tesorillo, se propone trazar la conducción por la linde de las parcelas de cultivos hasta su agrupación con el PV1 (conducción G2).



Agrupación PV1 en San Martín del Tesorillo. Colectores I2.1, I2.2 e I2.3 y EBAR San Martín.

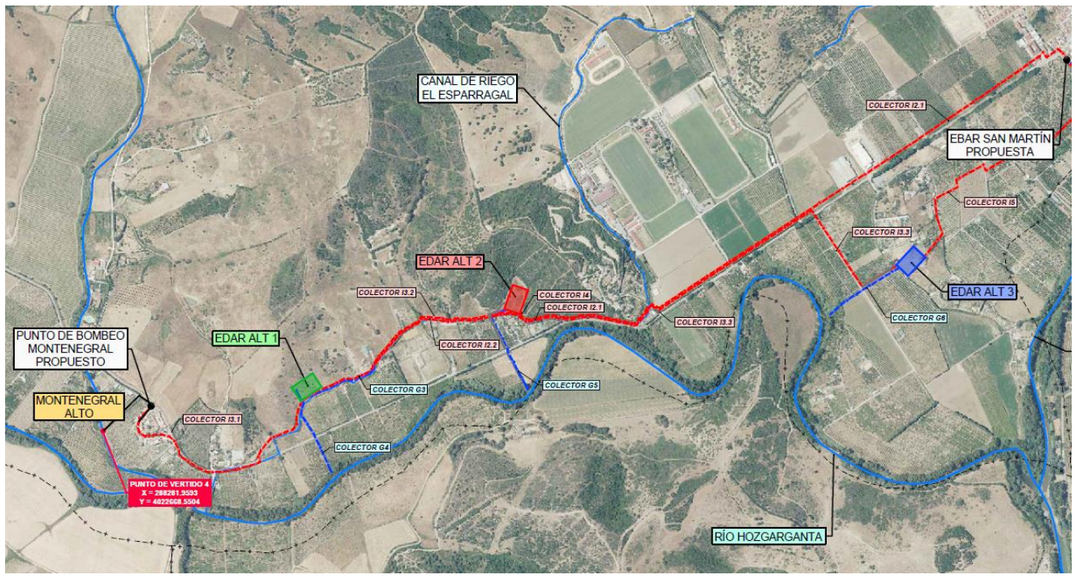
El único punto de vertido de San Martín (PV1) tiene lugar al rio Hozgarganta, al final de un camino que parte de la calle San Roque. Al comienzo de esta vía es donde se encuentra la antigua depuradora del pueblo, actualmente está en estado de abandono.

Con objeto de aprovechar los terrenos disponibles, se propone emplazar en esta parcela una segunda estación de bombeo, necesaria para conducir el agua residual a la EDAR, ubicada a cota superior. A esta EBAR llegarán por gravedad, por un lado, la red municipal de San Martín del Tesorillo y, por otro, el colector G2 a proyectar procedente del Secadero. Del mismo modo que para la EBAR Secadero, se propone aliviar aquí el caudal excedente de pluviales (la red de San Martín es unitaria) y aprovechar el actual tubo de vertido como emisario de alivio de la EBAR. Esta se dotará con los elementos necesarios para cumplir con el RD 1290/2012.

Desde este bombeo se impulsará hasta la EDAR, a lo largo de 4.7 km, un caudal equivalente a 5Qmed (conducciones I.1, I.2 e I.3). Las principales interferencias en este tramo son:

- La servidumbre de paso por el club de polo y doma Dos Lunas.
- Afectación al canal El Esparragal en la zona conocida como *curva de la barca.*

En este momento se están llevando a cabo las consultas pertinentes con cada uno de los organismos (Delegación de carreteras de Cádiz, Comunidad de regantes, club de polo Dos Lunas y Dirección General de Planificación y Gestión del DPH de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio) para validar los trazados propuestos en las alternativas.



Agrupación PV4 en Montenegral Alto. Colectores I3.1 y punto de bombeo Montenegral.

Para conducir el vertido de Montenegral Alto hasta la depuradora, la única alternativa viable es llevar la tubería por el costado sur de la A-2101. Debido a la diferencia de cota y a la distancia, será necesario impulsar el caudal (conducción I3.1).

La red de fecales se interceptará antes del vertido a cauce, instalándose un pequeño punto de bombeo en uno de los pozos existentes, con su correspondiente caseta para albergar las instalaciones. Esta EBAR contará con las unidades de bombeo para impulsar un caudal igual a 5Qmed, así como con los elementos necesarios para cumplir con el RD 1290/2012, ya que la red de Montenegral es unitaria.

Desde ahí, la tubería de impulsión discurrirá por las calles de Montenegral y se dirigirá hasta un camino de servicio agrícola existente. Antes del camino, y debido a la proximidad de las viviendas a la carretera, la tubería quedará a una distancia de entre 2,5 y 3 metros de la arista exterior de la calzada. La solución por el costado norte conlleva mayores afectaciones a los propietarios, así como un mayor costo medioambiental y económico: las viviendas se encuentran apenas a 3 metros de la carretera a lo largo de más de 100 metros, se tendrían que talar más de 30 especies arbóreas de gran porte y el movimiento de tierras sería un 40% superior debido al talud existente en la parcela 30 del polígono catastral nº 12. En la siguiente imagen se muestra el tramo en que la impulsión discurriría próxima a la A-2101.

Las principales ventajas de la alternativa 1 son que se encuentra lejos de la población, en dirección oeste a San Martín y Secadero, por lo que es favorable en cuanto a los vientos y que cuenta con un fácil acceso desde la carretera A-2101.

Respecto a la inundabilidad, la instalación quedaría a salvo de las avenidas hasta 500 años de periodo de retorno.

12.1.2 Alternativa 2

La depuradora en este caso se sitúa en la parcela 41 (subparcela b) del polígono 12 del catastro. Esta solución es similar a la anterior en cuanto al trazado de colectores, solo que la EDAR quedaría 800 metros más al este que la alternativa 1. De esta forma, la impulsión desde la EBAR San Martín (la de mayor caudal) tendría 900 metros menos de longitud y la de Montenegral la misma distancia de más.

Las principales ventajas de esta solución es que se encuentra lejos de la población, en dirección oeste a San Martín y Secadero, por lo que es favorable en cuanto a los vientos, que cuenta con un fácil acceso desde la carretera A-2101 y que el colector de mayor impulsión tendría menos longitud. No obstante, como **inconvenientes** se destaca que está próxima a un diseminado de viviendas.

Respecto a la inundabilidad, la instalación quedaría a salvo de las avenidas hasta 500 años de periodo de retorno.

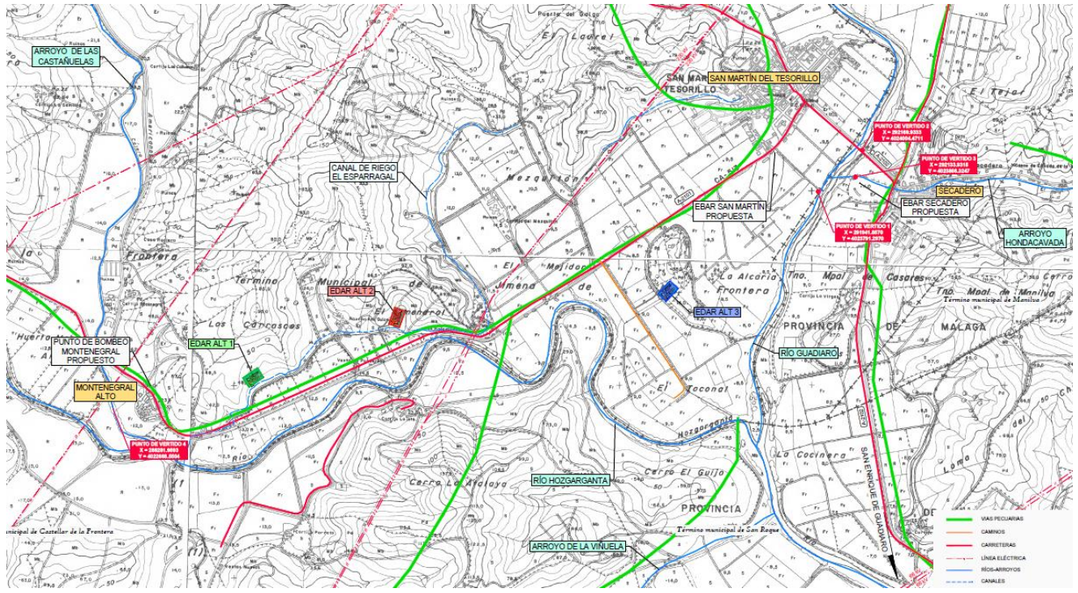
12.1.3 Alternativa 3

Esta última solución trata de buscar el sitio más cercano a San Martín del Tesorillo y El Secadero que no sea inundable, proponiéndose ubicar la EDAR en la parcela 102 del polígono 11.

La principal diferencia es que la impulsión de mayor diámetro, desde la EBAR San Martín hasta la EDAR (conducción I5) tendría una menor longitud y que la impulsión de Montenegral Alto contaría con 2.7 y 1.8 km más que las alternativas 1 y 2 respectivamente (conducciones I3.1, I3.2 e I3.3).

Las principales ventajas de esta solución es que se encuentra lejos de la población, en dirección oeste a San Martín y Secadero, por lo que es favorable en cuanto a los vientos, que cuenta con un fácil acceso desde la carretera A-2101 y que el colector de mayor impulsión tendría menos longitud. No obstante, como **inconvenientes** se destaca que está próxima a un diseminado de viviendas.

Respecto a la inundabilidad, la instalación quedaría a salvo de las avenidas hasta 500 años de periodo de retorno.



12.2. ALTERNATIVAS DEPURACIÓN

Según la Directiva 91/271/CEE, las aglomeraciones urbanas con una carga contaminante comprendida entre los **2.000 y 15.000 habitantes equivalentes** (caso de la agrupación San Martín del Tesorillo-El Secadero), deben aplicar a las aguas residuales que entren en los sistemas colectores un **tratamiento secundario o proceso equivalente**. Este tratamiento deberá ser más o menos riguroso dependiendo de si el vertido se efectúa a zonas calificadas como sensibles, menos sensibles o normales.

En este caso, el vertido se realizaría al rio Hozgarganta, desembocando 4 km aguas abajo en el rio Guadiaro. Esta masa, según el anejo 4 del *Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (2015-2021)* no se encuentra catalogada como zona sensible en aplicación de la legislación sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas. En este sentido, atendiendo a la Directiva 91/271/CEE, habría que cumplir los parámetros de vertido en zonas no sensibles:

Parámetro	Valor límite (mg/l)	Porcentaje mínimo reducción
DBO_5	25	70-90
DQO	125	75
SS	35	90

Cabe destacar que esta masa de agua tiene dos puntos de control situados en el tramo bajo de la misma, aguas abajo de las presiones identificadas. Los datos obtenidos en la explotación realizada de la red durante el año 2008 muestran un cumplimiento de las normas de calidad ambiental de la Directiva 2008/105/CE y, por lo tanto, se considera que ésta alcanza el buen estado químico.

Así pues, desde el punto de vista del estado de las aguas definido en el Plan, y con objeto de evitar que pase de bueno a moderado o malo, se deben respetar los umbrales de los indicadores físico-químicos establecidos en la clasificación de estado ecológico de las masas superficiales naturales. Por otro lado, y previendo que el rio Guadiaro pueda ser declarado zona sensible en un futuro, se considera necesario dotar a la instalación de los medios suficientes para la eliminación de nutrientes.

La Directiva 91/271/CEE establece que en el caso de vertidos de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles cuyas aguas sean eutróficas o tengan tendencia a serlo en un futuro próximo, se deberán cumplir los siguientes **objetivos de calidad**:

Parámetro	Valor límite (mg/l)	Porcentaje mínimo reducción
DBO_5	25	70-90
DQO	125	75
SS	35	90
Fósforo total	2 (de 10.000 a 100.000 he)	80
Nitrógeno total	15 (de 10.000 a 100.000 he)	70-80

Cabe destacar que aproximadamente la mitad de la cuenca pertenece a una zona declarada vulnerable a la contaminación por nitratos de origen agrario. Concretamente corresponde con la zona número 21: Guadiaro-Genal-Hozgarganta.

Como se mencionara anteriormente, a efectos de realizar un predimensionado para el presente estudio, se considera la población equivalente igual a la proyectada, obteniéndose los siguientes datos de partida:

	unidades	*Año horizonte (2033)*
Población proyectada	hab	6046
Población equivalente	h.e	6046
Dotación saneamiento	l/hab/día	212.50
Caudal diario	m³/día	1284.78
Caudal medio horario	m³/h	53.53
Factor punta Qmax	-	3.0
Factor punta emisario	-	5
Factor punta pretratamiento	-	5
Caudal máximo emisario	m³/h	267.66
Caudal máximo pretratamiento	m³/h	267.66
Caudal máximo biológico	m³/h	160.60

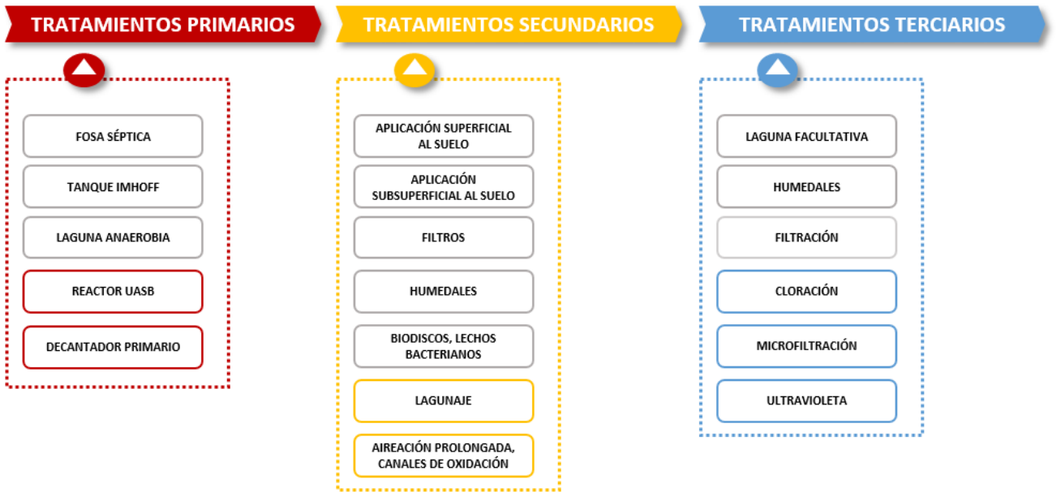
Por otro lado, y según lo comentado en el apartado *Caracterización del vertido*, se consideran las siguientes cargas contaminantes:

Datos de contaminación	*unidades*	*Año horizonte (2033)*
DBO_5		
Carga unitaria	g/h.e/día	60
Carga diaria	kg/día	362.76
Concentración media	mg/l	282.35
DQO		
Carga diaria	kg/día	594.39
Concentración media	mg/l	462.64
SS		
Carga diaria	kg/día	409.66
Concentración media	mg/l	318.86
NTK		
Carga diaria	kg/día	44.84
Concentración media	mg/l	34.90
Fósforo total		
Carga diaria	kg/día	21.84
Concentración media	mg/l	17.00

Siguiendo lo expuesto en la Directiva 91/271/CEE, las aglomeraciones próximas a 10.000 habitantes empiezan a no considerarse pequeñas poblaciones, lo que significa que la solución de tratamiento para San Martín del Tesorillo y El Secadero está en el límite de verse beneficiada por las ventajas de los sistemas naturales o extensivos de depuración. En general, la solución de tratamiento se basará en buscar:

- Tiempo mínimo de operador,
- Mínimo mantenimiento.
- Eficaz ante variaciones de caudal y carga.
- Gasto mínimo de energía.
- Instalaciones donde los posibles fallos de equipos y proceso causen el mínimo deterioro.
- Máxima integración en el medio ambiente.

Las opciones de tratamiento para pequeñas y medianas aglomeraciones se resumen en la siguiente figura:



Según las cargas y caudales manejados, los sistemas extensivos tales como filtros verdes, humedales o filtros de turba no resultan aconsejables pues ocuparían demasiada superficie (se tiene limitación de espacio debido a la inundabilidad de la zona). Tampoco se aconsejan los sistemas de biopelícula pues se colmatarían con frecuencia. Por esta razón, lo más aconsejable es recurrir a los sistemas de lodos activados o al lagunaje, no siendo necesario un tratamiento primario previo. Dentro de los lodos activados, y por el tamaño de población, las soluciones que se plantean son la aireación prolongada según tanques de mezcla completa o según tanques de flujo pistón.

Se representa en la siguiente imagen la idoneidad de la aplicación de los sistemas anteriormente presentados en función del número de habitantes equivalentes, destacando aquellos que más aplicación tendrían para el rango de población de San Martín del Tesorillo.

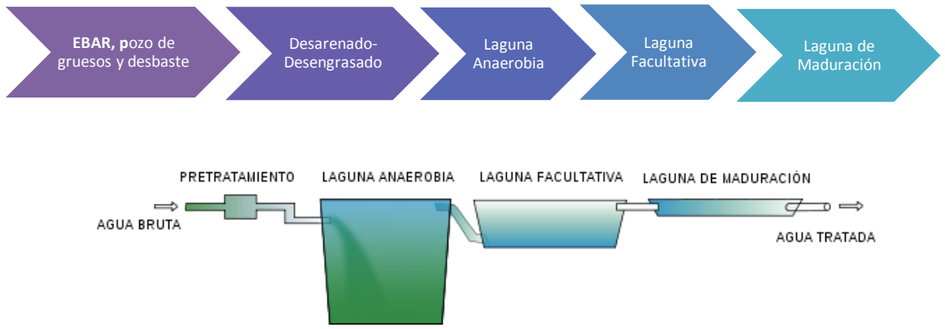
ALTERNATIVA	POBLACION EQUIVALENTE (hab.) 100	200	500	1000	2000	5000	10000	>10000
FOSA SEPTICA	+++	++	+					
TANQUE IMHOFF	+++	+++	++	+				
ZANJA FILTRANTE	+++	+++	+++	++	++	+		
LECHO FILTRANTE	+++	+++	+++	++	++	+		
FILTRO DE ARENA	+++	+++	+++	++	+			
LECHO DE TURBA	++	+++	+++	+++	+++	++	+	
POZO FILTRANTE	+++	+++	+++	++	++	+		
FILTRO VERDE	+	++	+++	+++	+++	++	++	+
LECHO DE JUNCOS	+	++	+++	+++	+++	++	+	+
FILTRACION RAPIDA	+	++	+++	+++	+++	++	+	+
ESC. SUPERFICIAL	++	+++	+++	+++	++	+	+	+
LAG. AIREADA			+	++	+++	+++	+++	+++
LAG. AEROBIA	+	+	++	+++	+++	+++	++	++
LAG. FACULTATIVA	+	++	+++	+++	+++	+++	++	++
LAG. ANAEROBIA	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++
LAG. ANAE.MODIFICADA				++	++	+++	+++	++
LECHO BACTERIANO	+	++	+++	+++	++	++	++	++
BIODISCO	+	+	++	+++	+++	+++		
AIREACION PROLONGADA	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++
CANAL DE OXIDACION			++	+++	+++	+++	+++	
TRAT. FISICO QUIMICO	+	+	++	+++	+++	+++	++	

(+):poco, (++):medio, (+++):mucho

Otra de las consideraciones que se tendrán en cuenta para cada alternativa, además de la configuración de la línea de fangos, será el destino y uso de los fangos generados en las depuradoras.

Se plantean las siguientes alternativas: lagunaje completo, aireación prolongada en mezcla completa o aireación prolongada en flujo pistón.

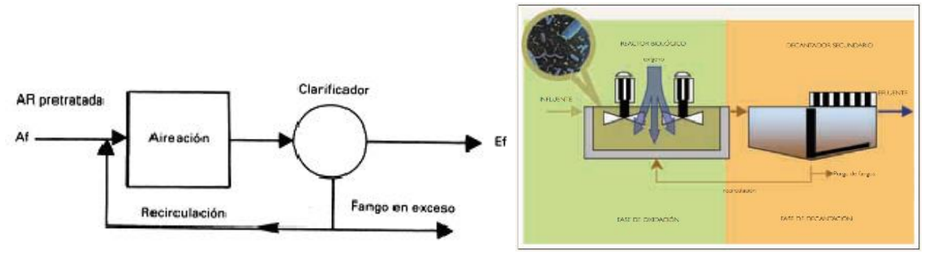
12.2.1 Lagunaje completo:



Ventajas: bajo coste de inversión, facilidad constructiva, siendo el movimiento de tierras la principal actividad de construcción, ausencia de averías electromecánicas al carecer de equipos, consumo energético nulo, si el agua puede llegar por gravedad a la depuradora; mantenimiento muy simple, que se limita a mantener las superficies de las lagunas libres de flotantes para evitar la proliferación de mosquitos; buena integración medioambiental; escasa producción de fangos, experimentando éstos una alta mineralización debido a los elevados tiempos de retención con los que se opera; gran inercia, por los altos volúmenes y los largos tiempos de retención, lo que permite gran adaptación a los cambios; se puede emplear para tratar aguas industriales con alto contenido en materias biodegradables, y alto poder de abatimiento de organismos patógenos.

Inconvenientes: elevados requisitos del terreno para su implantación; precisa grandes extensiones de terreno; generación de olores desagradables; posible proliferación de mosquitos y pérdidas de agua por evaporación, así como baja capacidad de respuesta ante aumento o cambio en las cargas contaminantes.

12.2.2 Aireación prolongada según tanques de mezcla completa



Ventajas: bajos requisitos de superficie; buenos rendimientos en la eliminación de sólidos en suspensión y materia orgánica; facilidad para adaptar el sistema a la eliminación de nutrientes: buena respuesta ante cambios en las cargas contaminantes, y los lodos salen de la cuba biológica ya estabilizados.

Inconvenientes: elevado consumo energético; control de proceso más complejo que en las tecnologías no convencionales, y, si se emplean aireadores de superficie, se forman aerosoles que pueden transportar agentes patógenos. Esto se puede eliminar si las cubas disponen de cubierta.

12.2.3 Aireación prolongada según tanques de flujo pistón

Este sistema es similar al anterior, trabajando con iguales rangos de carga másica y concentración de microorganismos en el reactor. La diferencia radica en la forma del tanque (tipo carrusel o rectangular) y, por tanto, en cómo se distribuye el flujo en el mismo (flujo tipo pistón). Las ventajas e inconvenientes son iguales a las mencionados anteriormente.

De todas las alternativas analizadas, la solución por lagunaje ocuparía una superficie demasiado extensa, no disponiéndose de ese espacio necesario, razón por la cual queda descartada. Respecto a la aireación prolongada, se decide optar por el flujo tipo pistón, con un reactor tipo

carrusel, pues no se tendría consumo eléctrico adicional en bombeos de recirculación interna, necesarios para llevar a cabo la eliminación de nitrógeno.

A continuación, se presenta un predimensionamiento de los principales elementos de la EDAR. Cabe destacar que estas dimensiones responden a un cálculo aproximado, el cual servirá para estimar los costos y estudiar las necesidades de espacio. El diseño detallado de los procesos en la EDAR se realizará posteriormente al Estudio de Alternativas.

Unidad	**Prediseño Estudio Alternativas**
Qmax pretratamiento	**267 m³/h**
Pozo de gruesos	Dependiendo del pretratamiento dado en las EBAR, se propondrá solo el desbaste de finos en la EDAR o bien la entrada directa al desarenado.
Desbaste de gruesos	
Desbaste de finos	
Desarenado-desengrasado	Se proponen dos canales de 2.5 metros de ancho, 8 de largo y 4 de profundidad. Se propone el empleo de **turbinas de inyección de aire atmosférico** para emulsionar las grasas.
Qmax biológico	**160 m³/h**
Tratamiento biológico	Se proponen dos canales de oxidación con **volumen unitario de 600 m³**. Cada reactor cuenta con dos canales de 4 metros de ancho y 23 metros en la zona recta. Profundidad de 5 m.
Decantación secundaria	Dos decantadores de 11 metros de diámetro y 3.5 m de profundidad.
Desinfección del efluente	En función de los requerimientos del futuro explotador en cuanto a la reutilización del efluente, se propondrá o bien un tanque de cloración de o bien un sistema de desinfección avanzada: microfiltración y ultravioleta.
Espesamiento del fango	Se propone espesador por gravedad de 4 metros de diámetro y 4.8 de altura útil.
Deshidratación del fango	Centrífuga. Se tendrá en cuenta el destino y uso de los fangos generados en la depuradora.

12.3. ANÁLISIS MULTICRITERIO: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Se ha planteado en el presente estudio de alternativas un análisis multicriterio de las tres alternativas de ubicación seleccionadas considerando la totalidad de aspectos relevantes, tales como: trazado, movimiento de tierras, afectación ambiental, servicios afectados, expropiaciones, etc. Estos aspectos se analizarán y valorarán desde los siguientes puntos de vista: económico, funcional y ambiental.

El análisis multicriterio se aborda fijando los tres factores básicos definidos anteriormente, que las alternativas satisfarán en mayor o menor grado. Para evaluar el grado de cumplimiento de cada objetivo por parte de las distintas alternativas se establecen dentro de cada factor una serie de indicadores a los cuales se les asignan valores. El valor global de cada factor se obtiene componiendo el del total de los indicadores considerados afectados por unos pesos.

Una vez obtenido el valor para cada indicador se resumen en una matriz de valoración de alternativas en la que se expresa para cada alternativa la evaluación de cada factor. Con base en la información de esta matriz y utilizando técnicas de evaluación multicriterio se selecciona la alternativa que mejor cumple todos los objetivos. Dentro de las técnicas de análisis multicriterio habituales, se propone emplear el **método de Pattern**, técnica ampliamente contrastada en estudios de infraestructura y obra civil. Los pesos de cada objetivo se variarán entre 0% a 100%, para analizar la sensibilidad a la ponderación.

12.3.1 Valoración económica

Los indicadores que se plantean para realizar la evaluación desde el punto de vista económico son tres:

- Presupuesto de la actuación (coste de inversión).
- Coste de expropiaciones
- Coste de conservación (coste de mantenimiento).

12.3.1.1 Coste de inversión

Para este tipo de actuaciones y por la experiencia acumulada, los costes de ejecución material de las obras son variables, dependiendo fundamentalmente del diámetro de la conducción, del

emplazamiento, entorno y características del medio en el que se localice dicha obra. Considerando el rango de presupuestos de las alternativas planteadas, se supondrá que una alternativa será la más favorable (menor valoración) si su coste corresponde al mínimo relativo, al igual que será considerada pésima si su coste es el mayor de todos. El valor asignado a cada una de las alternativas será:

$$Ic = \frac{PBLi - PBL\min}{PBLmáx - PBL\min}$$

siendo:

Ic el valor del indicador comprendido entre 0 y 1
PBL el Presupuesto Base de Licitación, en euros.

El presupuesto para cada una de las alternativas se ha obtenido a partir de las mediciones estimadas en capítulos básicos tales como movimientos de tierras, conducciones, obras complementarias (donde se incluye el cruce bajo el arroyo Hondacavada, las hincas bajo la A-2102, el cruce por el puente sobre el rio Guadiaro y el cruce con el canal El Esparragal), reposiciones, medidas correctoras ambientales y seguridad y salud.

El desglose de las mediciones se recoge en el anexo 2. A continuación se presenta un resumen:

PRESUPUESTO DE LAS ALTERNATIVAS SEGÚN CAPÍTULOS

	ALTERNATIVA 1	*ALTERNATIVA 2*	*ALTERNATIVA 3*
Movimiento de Tierras y Demoliciones	352,791.51 €	352,872.13 €	368,277.41 €
Conducciones y valvulería	1,013,233.21 €	963,638.42 €	888,459.82 €
Obras Complementarias	55,336.00 €	55,336.00 €	55,336.00 €
EDAR	1,848,960.00 €	1,848,960.00 €	1,848,960.00 €
Reposiciones y Servicios Afectados	12,000.00 €	12,000.00 €	12,000.00 €
Medidas Correctoras Ambientales	15,000.00 €	15,000.00 €	15,000.00 €
Seguridad y Salud	20,277.05 €	19,583.85 €	18,747.03 €
SUMA	3,317,597.77 €	3,267,390.40 €	3,206,780.26 €

Para la EDAR se ha considerado un ratio de 180 €/habitante, obtenido con base en proyectos de depuradoras de aireación prolongada desarrollados por IDOM para poblaciones similares.

12.3.1.2 Coste de expropiación

Los criterios empleados para la determinación y valoración económica de las expropiaciones, servidumbres y ocupaciones temporales que se derivan de la construcción y posterior explotación del colector de agrupación de vertidos y emisario de salida se basan en el establecimiento de:

- Una banda de 4 m de ancho centrada en el eje de la conducción que determina la servidumbre de acueducto oportuna.
- Una banda adicional de 12 m, con 6 m a cada lado de la banda de servidumbre, que ocupan la finca temporalmente con el fin de poder ejecutar las obras.
- Una superficie de 2 x 2 m^2 que determinan la superficie de expropiación en el caso de arquetas y pozos de registro.

En el anexo 3 se desglosan las superficies afectadas según el uso de suelo, así como los costes según el tipo de ocupación (definitiva, servidumbre o temporal). A continuación, se presenta un resumen:

COSTE DE EXPROPIACIONES SEGÚN USOS

Uso del Suelo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Pastos	11,763.93 €	11,799.74 €	12,017.46 €
Frutales	12,370.56 €	12,447.52 €	12,914.08 €
Labor regadío	31,642.75 €	31,827.58 €	33,009.54 €
Vía comunicación/Cauce	0 €	0 €	0 €
SUMA TOTAL	**55,777.24 €**	**56,074.84 €**	**57,941.08 €**

12.3.1.3 Coste de explotación y mantenimiento

Adicionalmente a los costes de inversión y expropiaciones, se ha efectuado una primera aproximación de los costes anuales de la explotación, conservación y mantenimiento de cada una de las alternativas consideradas.

Se ha considerado para ello tantos los costes fijos como los variables. Los costes fijos se dividen en:

- Gastos del personal
- Gastos de mantenimiento y limpieza

- Control de proceso (analíticas)
- Energía eléctrica (término fijo de potencia)
- Gastos generales y varios (incluyen seguros, tributos obligatorios, prevención de riesgos laborales y otros)

Por su parte, los costes variables se dividen en:

- Gastos de Energía Eléctrica (término variable)
- Gastos de Reactivos
- Gastos de Transporte y Gestión de residuos.

En el coste de personal se ha tenido en cuenta lo recogido en el V Convenio colectivo estatal de las industrias de captación, elevación, conducción, tratamiento, distribución, saneamiento y depuración de aguas potables y residuales, establecen los salarios del personal según su categoría, así como el total de horas laborales al año (1.752). Los salarios han sido aumentados en un 40% para considerar los gastos de empresa. La cobertura por vacaciones, accidentes e imprevistos se considera incluida en estos costes. Por su parte, los gastos de mantenimiento se han valorado como un porcentaje sobre el PEM de la obra.

Respecto a la energía eléctrica, reactivos y residuos se han estimado unos consumos basados en los de otras EDAR de aireación prolongada para la misma población.

En el anexo 4 se recoge un desglose de los mismos, presentándose a continuación un resumen.

ALTERNATIVA	Mantenimiento EDAR (€/año)	Mantenimiento colectores (€/año)	Coste total de conservación (€/año)
ALTERNATIVA 1	167,820.78 €	27,974.06 €	**195,794.85 €**
ALTERNATIVA 2	167,820.78 €	27,622.61 €	**195,443.40 €**
ALTERNATIVA 3	167,820.78 €	27,198.34 €	**195,019.12 €**

12.3.1.4 Resumen de costes

Según los resultados anteriores, la alternativa 3 es la económicamente más ventajosa, presentando el indicador más bajo.

VALORACION GLOBAL ECONÓMICA					
		Indicador			
ALTERNATIVA	Longitud a ejecutar (m)	Coste Inversión	Coste Explotación	Coste Expropiación	Valoración global
		Factores de ponderación			
		0.60	0.20	0.20	1.00
ALTERNATIVA 1	5,716	1.000	1.000	0.000	0.800
ALTERNATIVA 2	5,752	0.547	0.547	0.138	0.465
ALTERNATIVA 3	5,968	0.000	0.000	1.000	0.200

12.3.2 Valoración funcional

La idoneidad técnica de una infraestructura de saneamiento y depuración viene dada por aspectos tales como la longitud de conducciones, las condiciones de explotación del sistema, la fiabilidad en el suministro, el nivel de accesibilidad de las obras ante actuaciones eventuales o el trazado y número de elementos singulares entre otros.

12.3.2.1 Longitud de obra

Debido a que en cada alternativa la EDAR se emplaza en diferentes parcelas, la longitud del colector de agrupación de vertidos será distinta en cada una de ella. También lo será la del emisario de vertido al rio. El indicador que valora este aspecto tendrá un valor de 1 para la longitud máxima y un valor de 0 para la mínima. Entre estos valores se interpolará linealmente con la siguiente expresión:

$$Ilongitud = \frac{L_i - L_{min}}{L_{max} - L_{min}}$$

INDICADOR DE LONGITUD		
ALTERNATIVA	**Longitud (m)**	**Indicador (I_{lon})**
ALTERNATIVA 1	5,716	0.000
ALTERNATIVA 2	5,752	0.143
ALTERNATIVA 3	5,968	1.000

12.3.2.2 Trazado

La bondad funcional del trazado de la tubería se va a valorar en función del número de elementos especiales que será necesario introducir en el mismo. Estos elementos, que corresponden a los pozos de inspección para las tuberías en gravedad y a las arquetas para alojar la valvulería en las de impulsión, introducirán una mayor pérdida de carga localizada y, por tanto, una mayor ineficiencia hidráulica.

Además, en lo que respecta al ritmo de ejecución de la obra, éste se ve condicionado en gran medida por la ejecución de este tipo de elementos.

El indicador que valora este aspecto tendrá un valor de 1 para el máximo de elementos y un valor de 0 para el mínimo. Entre estos valores se interpolará linealmente con la siguiente expresión:

$$Itrazado = \frac{N_i - N_{min}}{N_{max} - N_{min}}$$

INDICADOR DE TRAZADO		
ALTERNATIVA	**N_{pozos}**	**Indicador (I_{traz})**
ALTERNATIVA 1	29,0	0,00
ALTERNATIVA 2	30,0	1,00
ALTERNATIVA 3	29,0	0,00

12.3.2.3 Resumen valoración funcional

VALORACION GLOBAL FUNCIONAL				
ALTERNATIVA	**Longitud (m)**	**Indicador**		**Valoración global**
		Longitud	**Trazado**	
		Factor de ponderación		
		0,30	0,20	0,50
ALTERNATIVA 1	5,716	0.000	0.000	0.000
ALTERNATIVA 2	5,752	0.143	1.000	0.243
ALTERNATIVA 3	5,968	1.000	0.000	0.300

12.3.3 Valoración ambiental

Desde un punto de vista ambiental, las alternativas planteadas tendrán un mayor o menor impacto sobre el medioambiente según sea su afectación sobre la red hidrográfica, los espacios naturales, las vías pecuarias, el patrimonio, la población, o las infraestructuras existentes.

En este caso, para la valoración se han ponderado en primer lugar cada uno de los factores analizados, otorgándole a cada uno una puntuación en función de la importancia del mismo. El total de puntuación repartida entre todos los factores ha sido de 100 puntos. El signo del impacto cambia según éste sea negativo o positivo para el medio ambiente.

Por otro lado, en función de la afectación que genera cada una de las alternativas (valoración absoluta), se ha puntuado cada uno de los trazados con 0, 1 o 2 puntos, siendo la alternativa con 0 puntos la mejor desde el punto de vista ambiental y la de 2 puntos, la peor (valoración relativa).

Multiplicando la ponderación de cada factor por el signo del impacto y por la valoración de cada alternativa se obtiene la valoración ponderada del efecto sobre cada factor. De este modo, la mejor alternativa desde el punto de vista ambiental será aquella que mayor puntuación reciba (considerando el signo).

En el anexo 5 se incluye un desglose de la valoración ponderada de factores del medio físico (ambientales y geológicos). A continuación, se presenta un resumen de los resultados.

VALORACION GLOBAL DEL MEDIO FÍSICO				
ALTERNATIVA	Longitud (m)	Indicador		Valoración global
		Ambiental	Geológico-geotécnico	
		Factor de ponderación		
		0,60	0,40	1,00
ALTERNATIVA 1	5716	0.273	0.550	0.384
ALTERNATIVA 2	5752	0.591	0.550	0.575
ALTERNATIVA 3	5968	1.000	0.550	0.820

12.3.4 Análisis multicriterio

A continuación, se incluye la tabla resumen con las valoraciones finales obtenidas para los diferentes aspectos estudiados en cada alternativa.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS			
ALTERNATIVA	Económica	Funcional	Medio Físico
ALTERNATIVA 1	0.800	0.000	0.384
ALTERNATIVA 2	0.465	0.243	0.575
ALTERNATIVA 3	0.200	0.300	0.820

Según el método de Pattern, se deberá multiplicar cada indicador por su correspondiente peso. Se establece la condición de que la suma de los pesos y de los indicadores sea unitaria. La clasificación de las alternativas se establece en función de la cuantía de esa sumatoria, siendo en nuestro caso, la mejor, la que menor puntuación tenga.

Como los pesos son subjetivos y se deben asignar en función del grado de importancia que se le atribuya a cada objetivo, se ha decidido realizar un análisis de sensibilidad haciendo variar los pesos entre 0 y 1 en escalones de 0,1. Como son tres objetivos se obtiene un total de 65 combinaciones distintas de pesos. Para cada una de estas combinaciones resultará una alternativa como más idónea. Obteniendo un resumen de las veces en que cada alternativa resulta la mejor se verá qué alternativas son mejores.

En el Apéndice nº 6 se incluyen los cálculos realizados mediante el método de Pattern, de los cuales se obtienen los siguientes resultados:

DISTRIBUCIÓN DE ALTERNATIVAS ÓPTIMAS						
Alternativa	FRECUENCIA			PORCENTAJE		
	OPTIMA	SEGUNDA	TERCERA	OPTIMA	SEGUNDA	TERCERA
ALT 1	**47**	3	15	**0.723**	0.046	0.231
ALT 2	1	55	9	0.015	0.846	0.138
ALT 3	17	7	41	0.262	0.108	0.631

12.3.5 Resultados y selección de alternativa

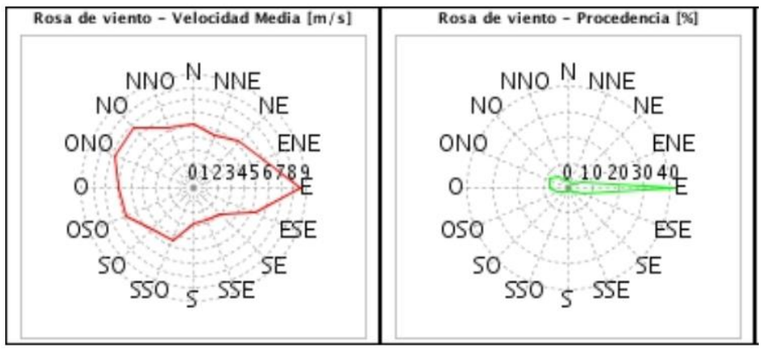
Analizando los datos de la tabla anterior, procedentes de la aplicación del método de Pattern, se deducen las siguientes conclusiones. La Alternativa 1 es la mejor valorada, obteniendo la mejor puntuación en los indicadores funcional y ambiental. Por otro lado, la alternativa 3 es la peor valorada, con una frecuencia de ocurrencia de 41 veces como alternativa última. Así pues, **se selecciona la alternativa 1 por ser la más ventajosa.**

13. CONCLUSIONES

Se han estudiado tres alternativas de ubicación para la EDAR de San Martín del Tesorillo. La nº1 se ubica 3 km al oeste de los principales núcleos de la agrupación de vertidos, en el polígono 12 del catastro (parcela 23), margen izquierda del rio Hozgarganta. La segunda alternativa se emplaza 800 metros al este de la primera, en la misma margen del mencionado cauce. Por último, la tercera se encuentra 2 km al este de la primera, también en la margen izquierda del cauce. La principal ventaja de esas dos últimas alternativas frente a la primera radica en una menor longitud para la impulsión de mayor caudal. Por el contrario, se encuentran contiguas a diseminados de población, con el consiguiente impacto hacia las viviendas próximas.

Del análisis multicriterio realizado, según el método de Pattern, la **alternativa 1** ha resultado ser la más ventajosa. En el apéndice 1 se adjuntan los planos, representándose en el de *Aptitud del territorio* todas las alternativas propuestas junto con las restricciones (vías pecuarias, distancia mayor a 1 km desde el municipio, carreteras…).

La **distancia al núcleo urbano** viene marcada entre otros aspectos importantes por la producción de olores que pudiera generar una EDAR, lo cual está muy condicionados a parámetros como la presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, y muy sensiblemente, el grado de humedad relativa y la temperatura. Según la Agencia Andaluza de la Energía, los vientos predominantes son del este. Así pues, la opción más favorable es ubicar la EDAR en dirección oeste a los núcleos.



Con un adecuado diseño y una correcta explotación, se puede lograr que la producción de olores esté muy localizada en el pretratamiento, la deshidratación y almacenamiento de fangos.

En el caso de ubicar estos procesos en edificios, se proyectará el sistema de extracción de aire y posterior tratamiento en torre de desodorización. Para ello se valorarán tanto soluciones tradicionales con filtros de carbón activo como otras con rellenos plásticos que requieren de menor costo de mantenimiento. La desodorización se aplicará también a la atmósfera libre del espesador de fangos.

Se diseñarán 5.7 km de colector, de los que 4.7 son en impulsión. Para ello será necesario llevar a cabo las siguientes obras complementarias: dos EBAR, un punto de bombeo en Montenegral Alto, dos cruces con la carretera A-2102, un cruce con la carretera A-2101, un cruce subfluvial por el arroyo de Hondacavada y un cruce aéreo sobre el rio Guadiaro (por el puente que comunica San Martín del Tesorillo con El Secadero). Los alivios de los bombeos se proyectarán de forma que cumplan con lo establecido en el RD 1290/2012 sobre la eliminación de gruesos y flotantes antes del vertido a cauce.

Respecto a la alternativa de tratamiento, se han evaluado dos opciones: lagunaje y aireación prolongada. Dentro de esta última, se han considerado dos tipos de reactor: mezcla completa o flujo pistón. **Se ha optado por una aireación prolongada** frente a un lagunaje, debido al tamaño de la población y a las necesidades de espacio que requeriría la segunda opción. Por su parte, se ha considerado un **reactor tipo carrusel** como la opción más ventajosa, pues presenta la ventaja de no requerir bombeo de recirculación interna con el consecuente ahorro económico.

En los planos se presenta una planta de la EDAR con la solución propuesta, correspondiente a un tanteo previo realizado para estimar las necesidades de espacio, resultando unos 6,000 m².

Se ha estudiado la **inundabilidad** de los ríos Hozgarganta y Guadiaro, con objeto de verificar que el trazado de los colectores propuestos quede fuera de zona inundable, así como la EDAR. Debido a la orografía del terreno y a que las redes municipales se encuentran en zona inundable, resulta inevitable que parte de los trazados propuestos se vean afectados por la lámina de T500. No obstante, estos tramos irán en impulsión, evitando así la entrada de agua al colector de agrupación de vertidos.

Por último, con relación a los cálculos de **población, caudales y cargas contaminantes**, en la siguiente tabla se presenta un resumen de los datos de partida a emplear para el prediseño de la EDAR y colectores. Cabe destacar que **estos datos serán revisados y actualizados** una vez finalice la campaña de aforos y analíticas. Para el diseño de la EDAR se ha considerado un horizonte de 15 años (2033), siendo 25 años para los colectores (2043).

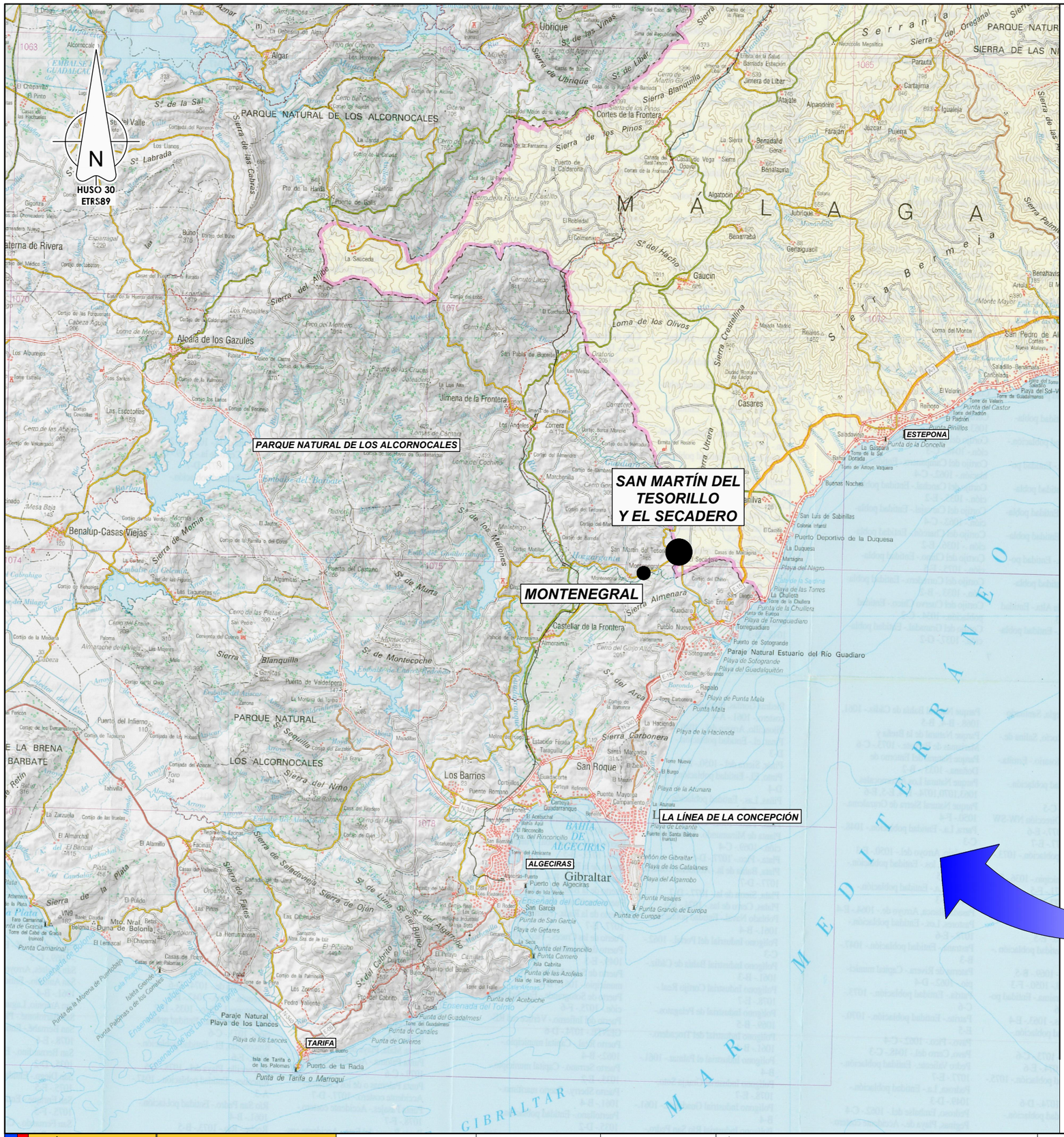
		SAN MARTÍN DEL TESORILLO					
		Año Actual (2018)		Año horizonte (2033)		Año horizonte (2043)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Población							
Población	(hab)	4,018	5,056	4,680	6,046	5,121	6,720
Población equivalente	(h-e)	4,018	5,056	4,680	6,046	5,121	6,720
Caudales							
Dotación saneamiento	(l/hab x día)	212.50	212.50	212.50	212.50	212.50	212.50
Caudal diario	(m3/día)	853.83	1,074.40	994.50	1,284.78	1,088.21	1,428.00
Caudal medio	(m3/hora)	35.58	44.77	41.44	53.53	45.34	59.50
Factor punta adoptado		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Caudal punta biológico	(m3/hora)	106.73	134.30	124.31	160.60	136.03	178.50
Coeficiente caudal máximo		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Caudal máximo pretratamiento	(m3/hora)	177.88	223.83	207.19	267.66	226.71	297.50
DBO5							
Carga unitaria (*)	(gr/hab x día)	**60.00**	**60.00**	**60.00**	**60.00**	**60.00**	**60.00**
Carga	(kg/día)	**241.08**	303.36	280.80	362.76	307.26	403.20
Concentración	(mg/l)	282.35	282.35	282.35	282.35	282.35	282.35
Población equivalente	(hab-eq)	4,018.00	5,056.00	4,680.00	6,046.00	5,121.00	6,720.00
DQO							
Carga unitaria	(gr/hab x día)	**98.31**	**98.31**	**98.31**	**98.31**	**98.31**	**98.31**
Carga	(kg/día)	**395.01**	**497.06**	**460.10**	**594.39**	**503.45**	**660.65**
Concentración	(mg/l)	462.64	462.64	462.64	462.64	462.64	462.64
SS							
Carga unitaria	(gr/hab x día)	**67.76**	**67.76**	**67.76**	**67.76**	**67.76**	**67.76**
Carga	(kg/día)	**272.25**	**342.58**	**317.10**	**409.66**	**346.98**	**455.33**
Concentración	(mg/l)	318.86	318.86	318.86	318.86	318.86	318.86
Nitrógeno NTK							
Carga unitaria	(gr/hab x día)	**7.42**	**7.42**	**7.42**	**7.42**	**7.42**	**7.42**
Carga	(kg/día)	**29.80**	**37.50**	**34.71**	**44.84**	**37.98**	**49.84**
Concentración	(mg/l)	34.90	34.90	34.90	34.90	34.90	34.90
Fósforo							
Carga unitaria	(gr/hab x día)	**3.61**	**3.61**	**3.61**	**3.61**	**3.61**	**3.61**
Carga	(kg/día)	**14.52**	**18.26**	**16.91**	**21.84**	**18.50**	**24.28**
Concentración	(mg/l)	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Temperatura agua							
Temperatura agua	ºC		**27.00**				

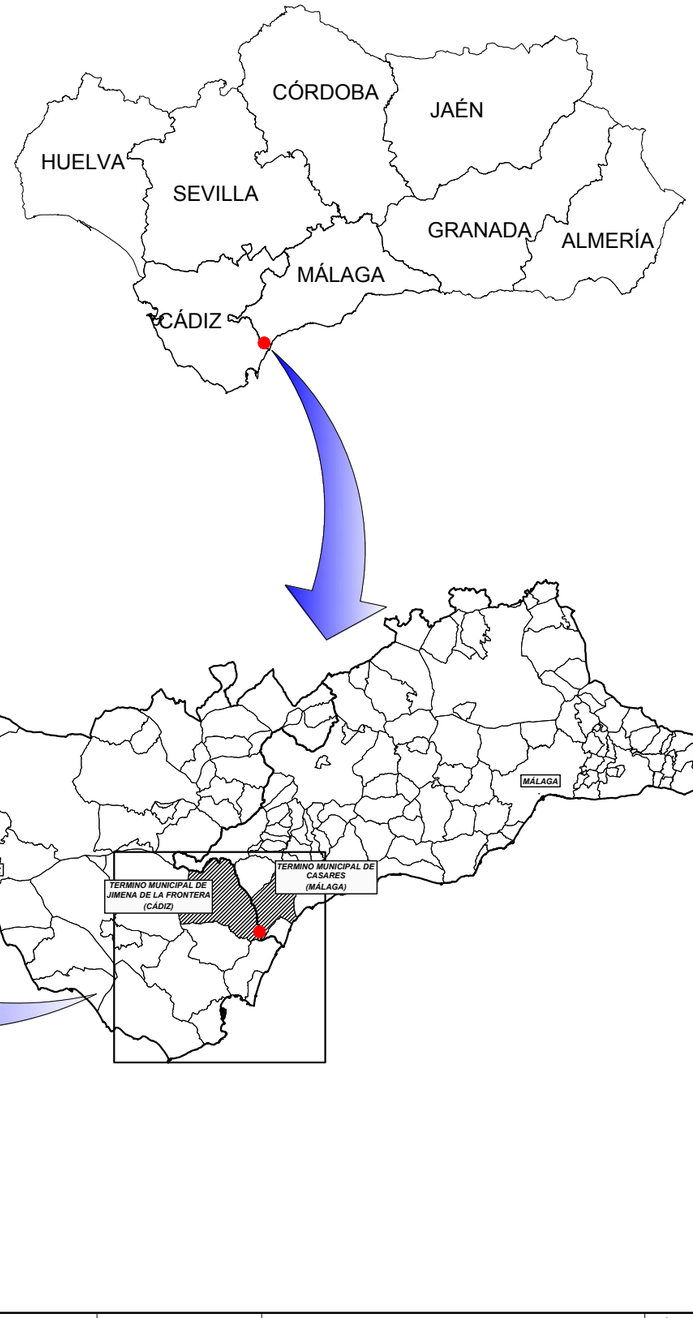
Sevilla, 21 de enero de 2018

ANEXO Nº1. PLANOS

SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS

1 SITUACIÓN
2 EMPLAZAMIENTO: INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES
3 RED SANEAMIENTO EXISTENTE
4 PGOU
5 ZONAS CON PROTECCIÓN AMBIENTAL
6 INUNDABILIDAD
7 APTITUD DEL TERRITORIO
8 ALTERNATIVAS: PLANTA GENERAL
9 SECCIONES TIPO
10 EBAR
11 EDAR
12 REPORTAJE FOTOGRAFICO





GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

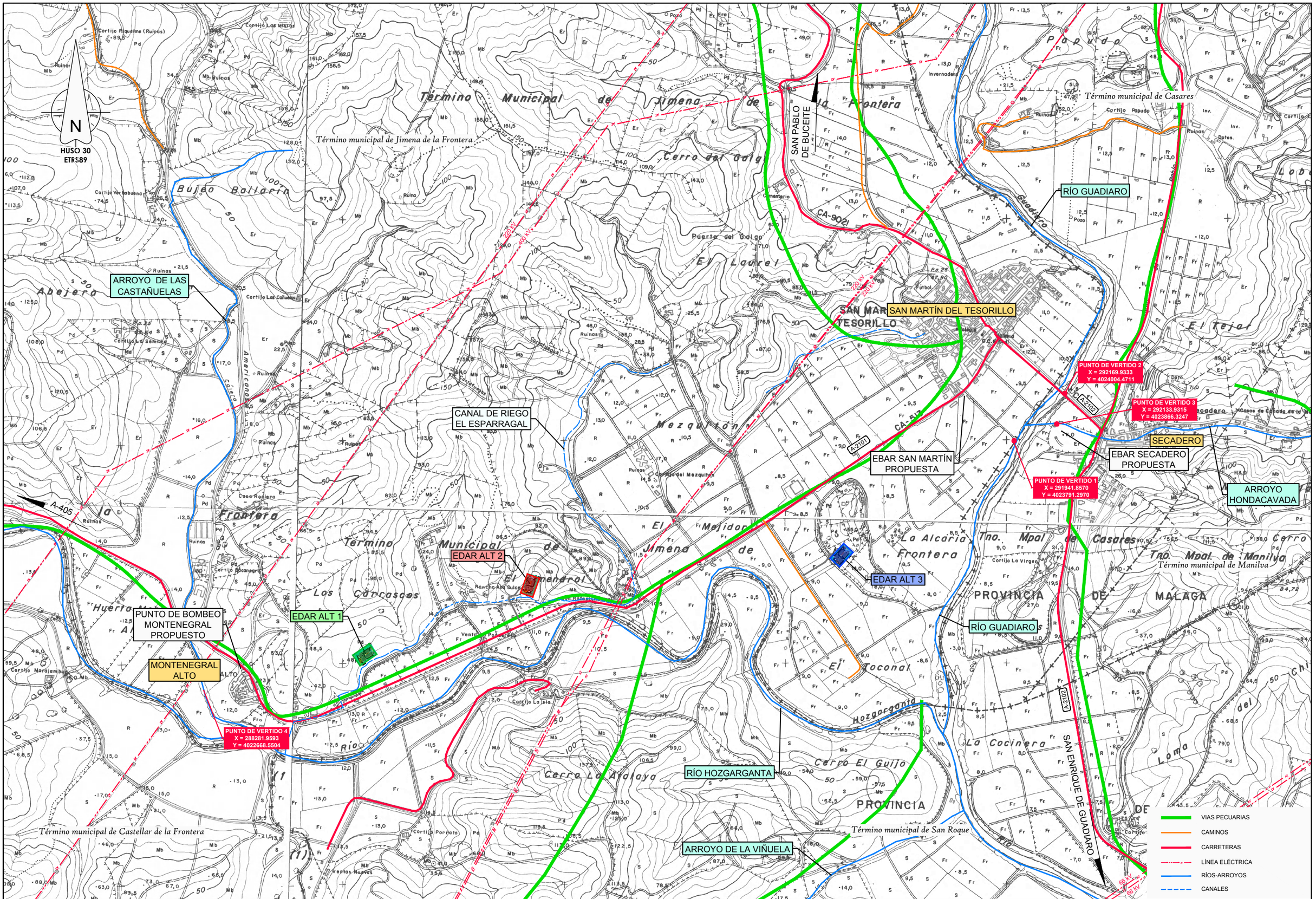
ESCALA
0 2.500 5.000 m.
1:300.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 010000SI.dwg

NÚMERO DE PLANO
1

HOJA 1 de 1



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	idom	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	AUTOR DEL PLANO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA FEBRERO 2017 CLAVE 05.311.0335/0311	ESCALA 0 25 50 100 150 200 250 300 m. 1:15.000 FORMATO ORIGINAL A3	PLANO EMPLAZAMIENTO INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 020000 INF EXIST.dwg	NÚMERO DE PLANO 2 HOJA 1 de 1

N

HUSO 30
ETRS89

HM Ø400

PVC Ø315 (Aplastado)

PVC Ø315 (Proyectado)

PVC Ø200

HM Ø400

HM Ø300

PVC Ø400

PVC Ø200

PVC Ø315

PVC Ø315

HM Ø300

HM Ø300

HM Ø300

PUNTO DE VERTIDO 4
X = 288281.9593
Y = 4022668.5504

Arroyo

A-2101

RED DE SANEAMIENTO

POZO DE REGISTRO

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

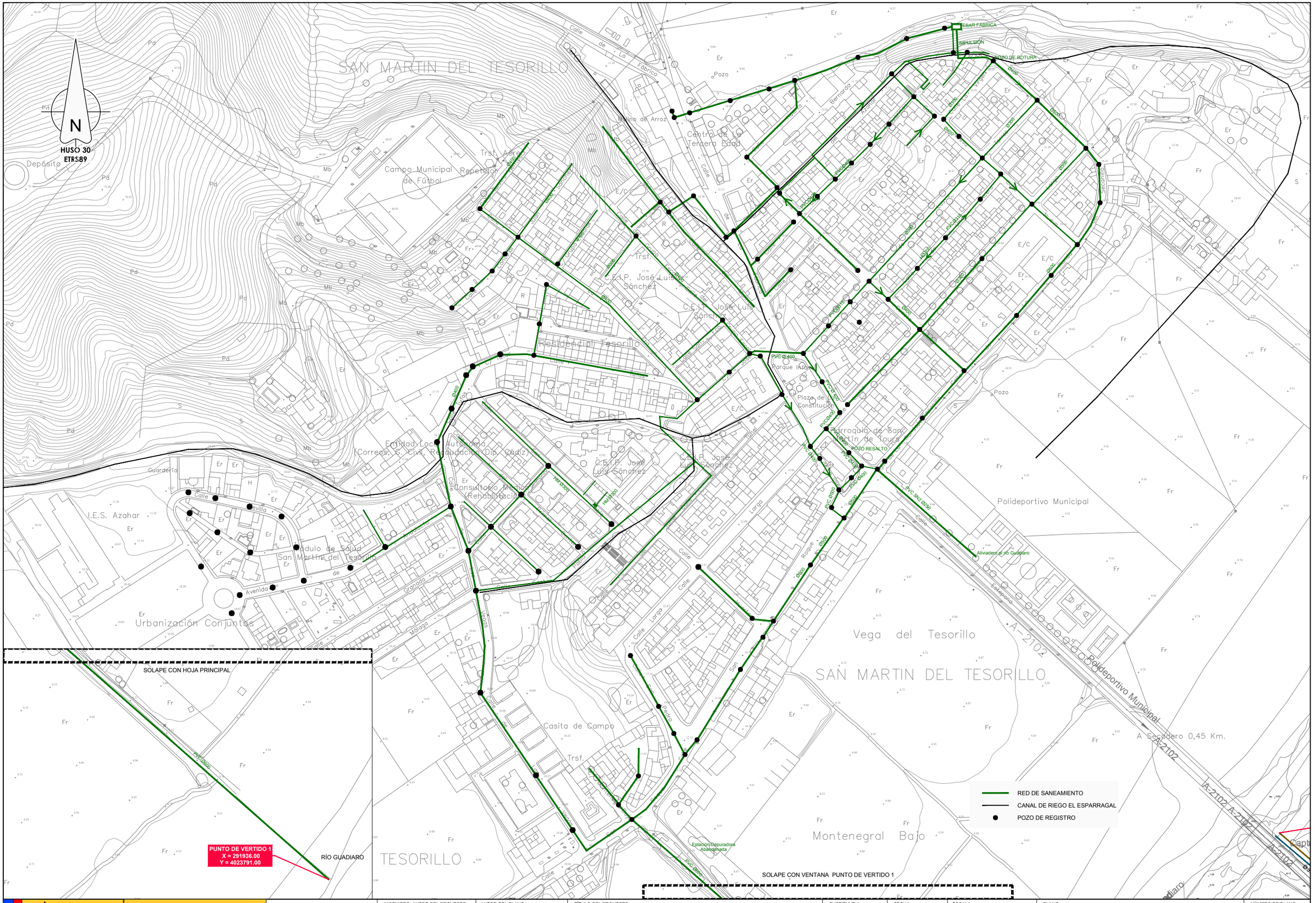
ESCALA
0 2.5 5 10 15 20 m.
1:1.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
RED DE SANEAMIENTO EXISTENTE
MONTENEGRAL ALTO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 030000 RED SANEA EXIST.dwg

NÚMERO DE PLANO
3

HOJA 1 de 3



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

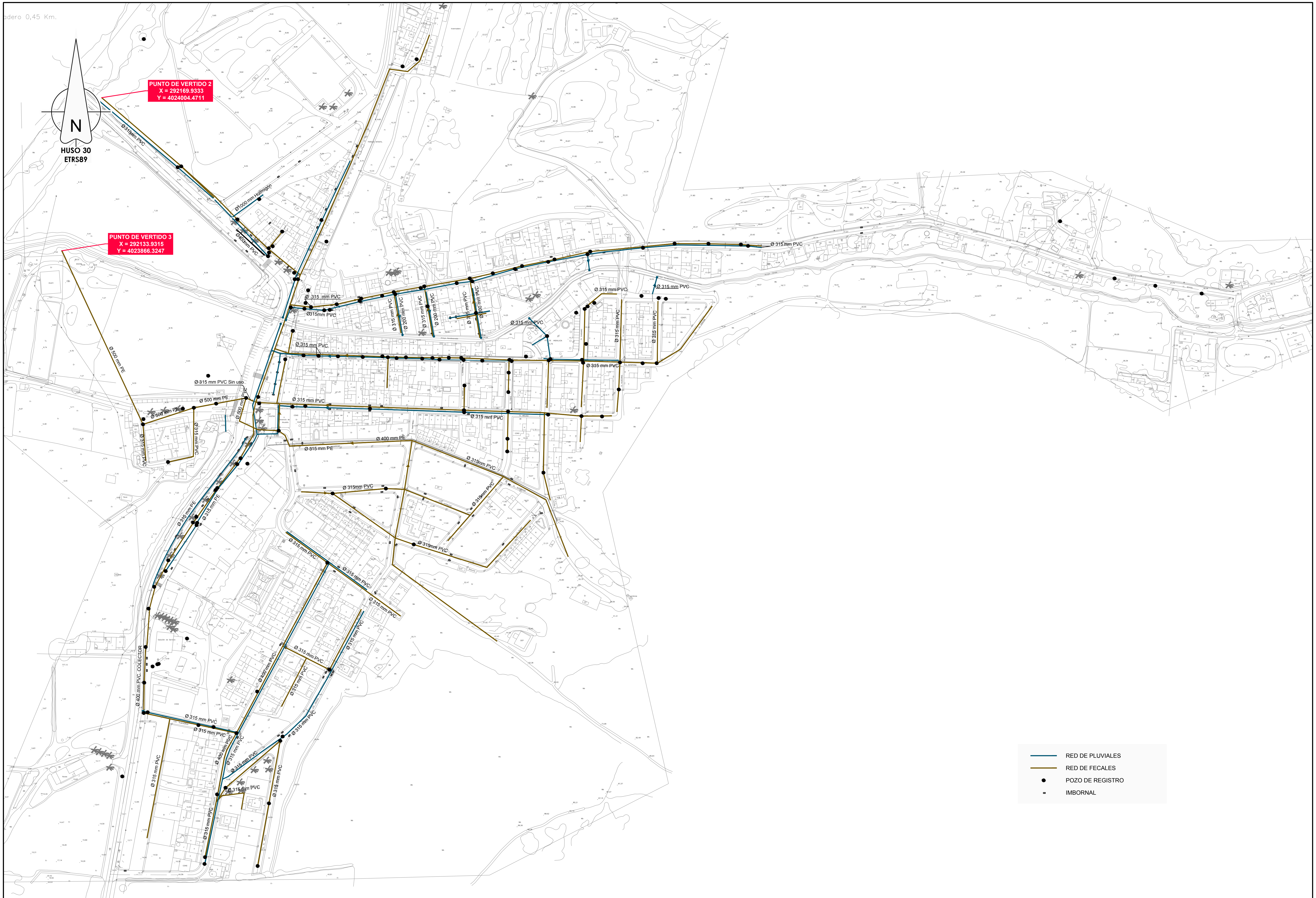
ESCALA
0 25 50 m.
1:2.500
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
RED DE SANEAMIENTO EXISTENTE
SAN MARTÍN DEL TESORILLO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 030000 RED SANEA EXIST.dwg

NÚMERO DE PLANO
3

HOJA 2 de 3



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

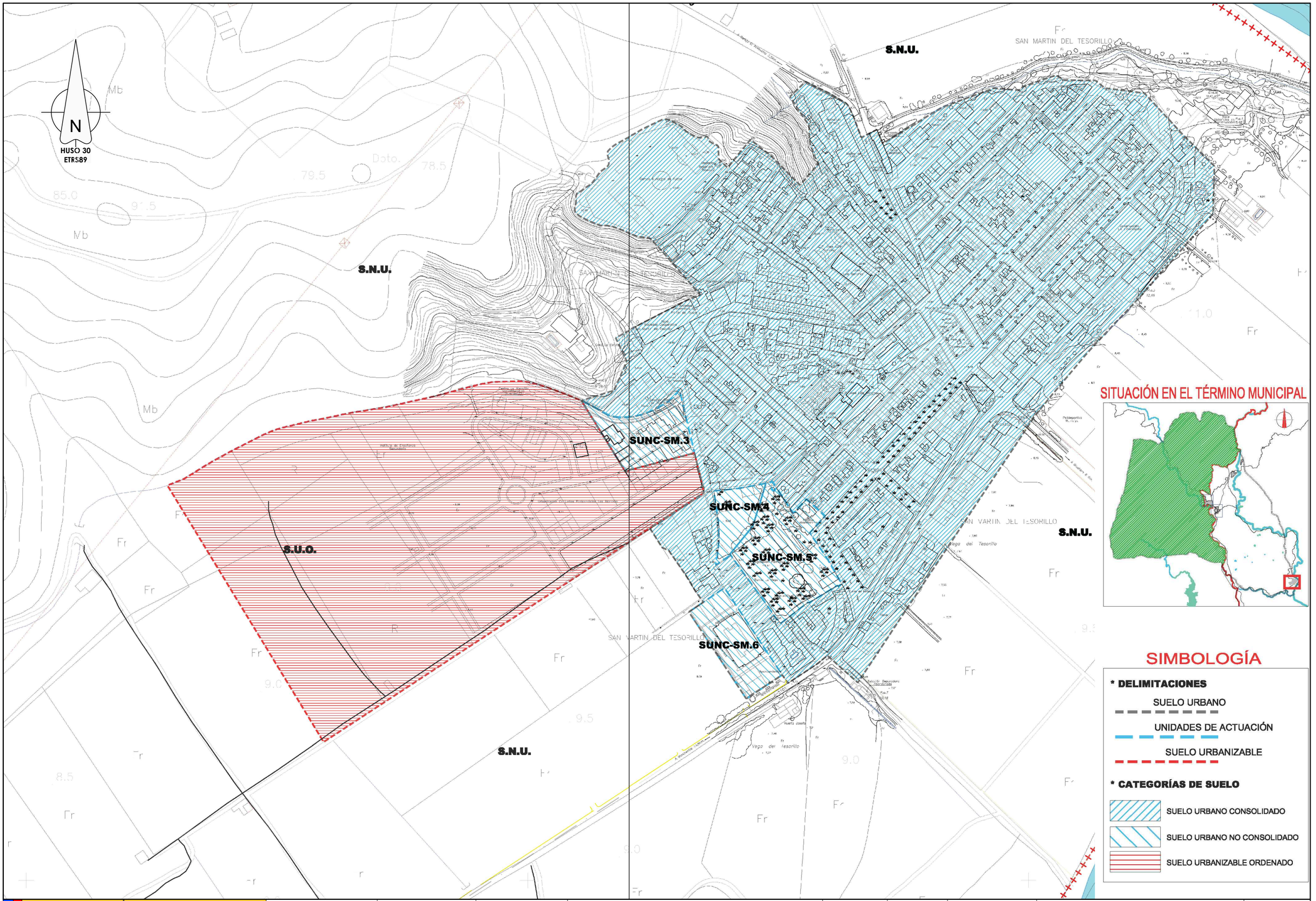
ESCALA
0 25 50 m.
1:3.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
RED DE SANEAMIENTO EXISTENTE
EL SECADERO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 030000 RED SANEA EXIST.dwg

NÚMERO DE PLANO
3

HOJA 3 de 3



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

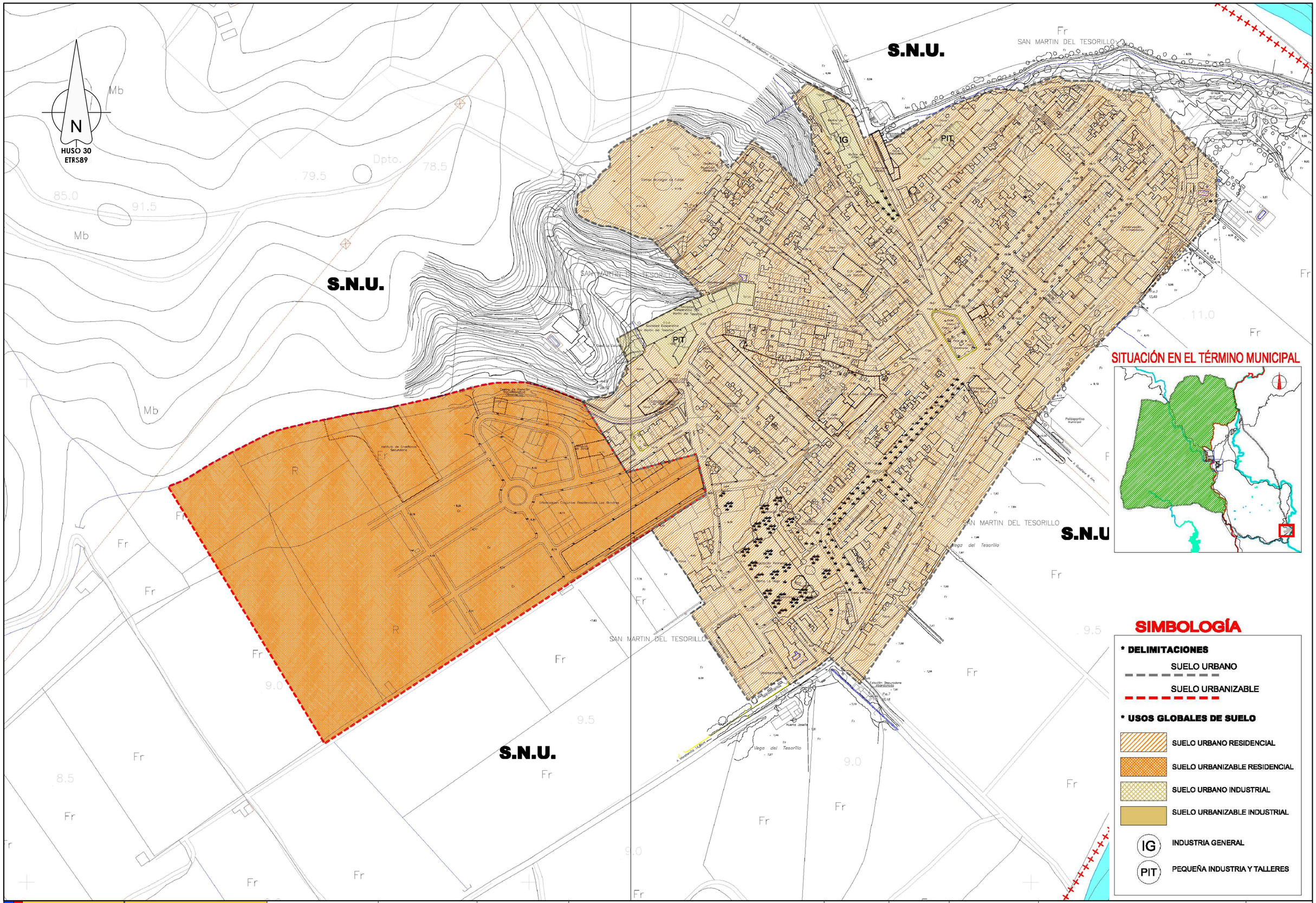
ESCALA
SIN ESCALA
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
PGOU
CLASIFICACIÓN Y CATEGORÍAS DEL SUELO
SAN MARTÍN DEL TESORILLO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 040000 PGOU.dwg

NÚMERO DE PLANO
4

HOJA 1 de 4



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: FEBRERO 2017

CLAVE: 05.311.0335/0311

ESCALA: SIN ESCALA

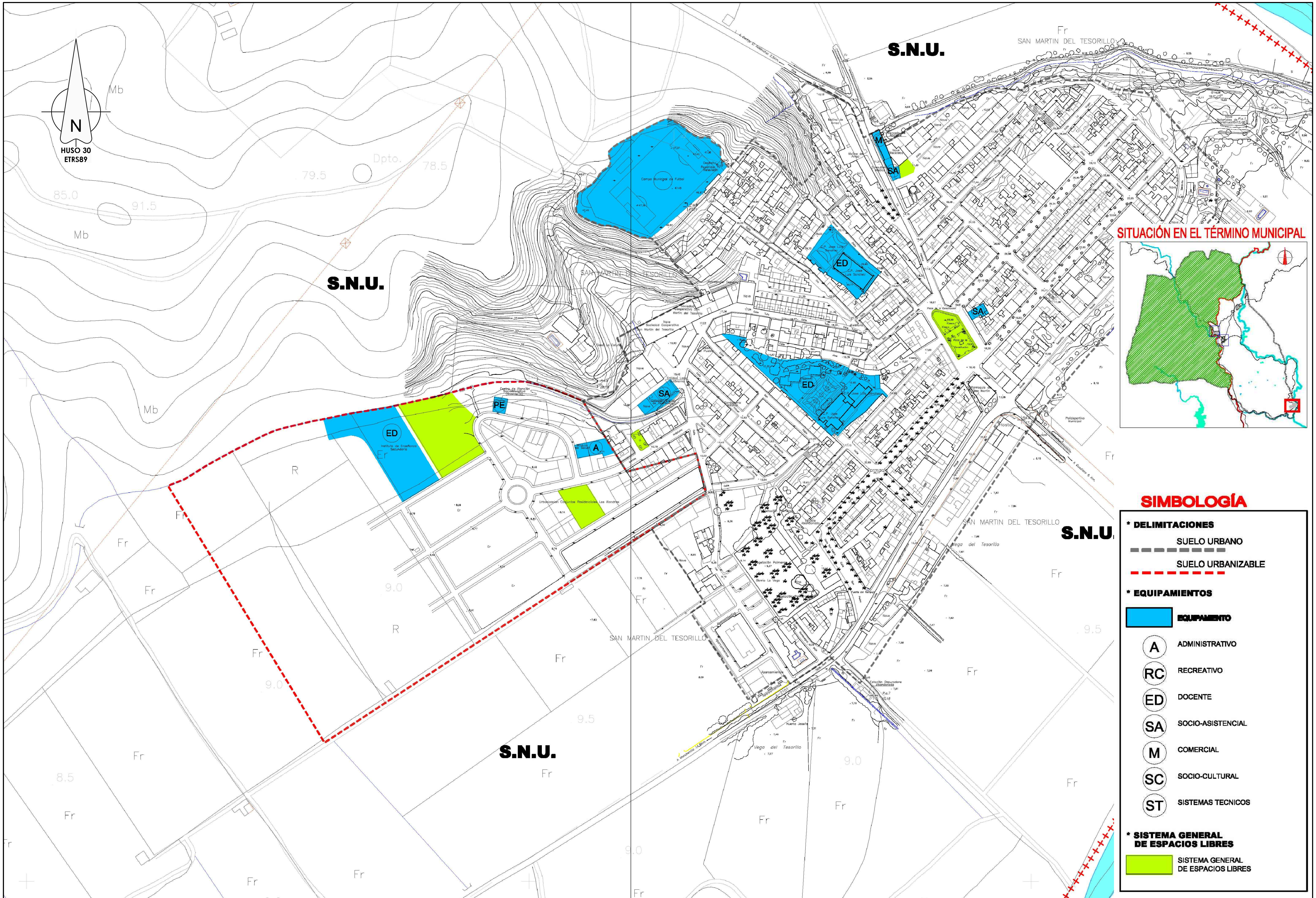
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
PGOU
CLASIFICACIÓN Y CATEGORÍAS DEL SUELO
SAN MARTÍN DEL TESORILLO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 040000 PGOU.dwg

NÚMERO DE PLANO: 4

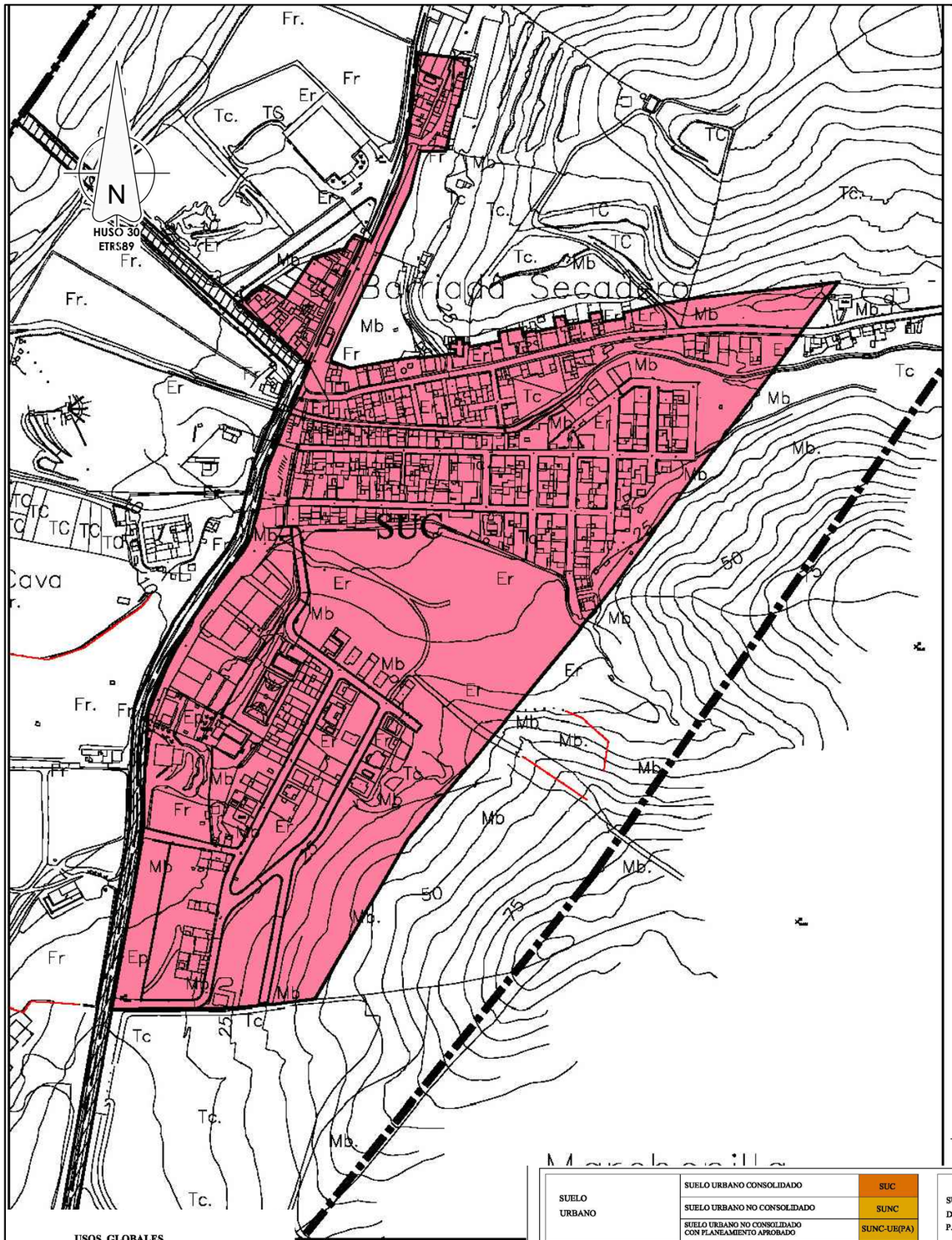
HOJA 2 de 4

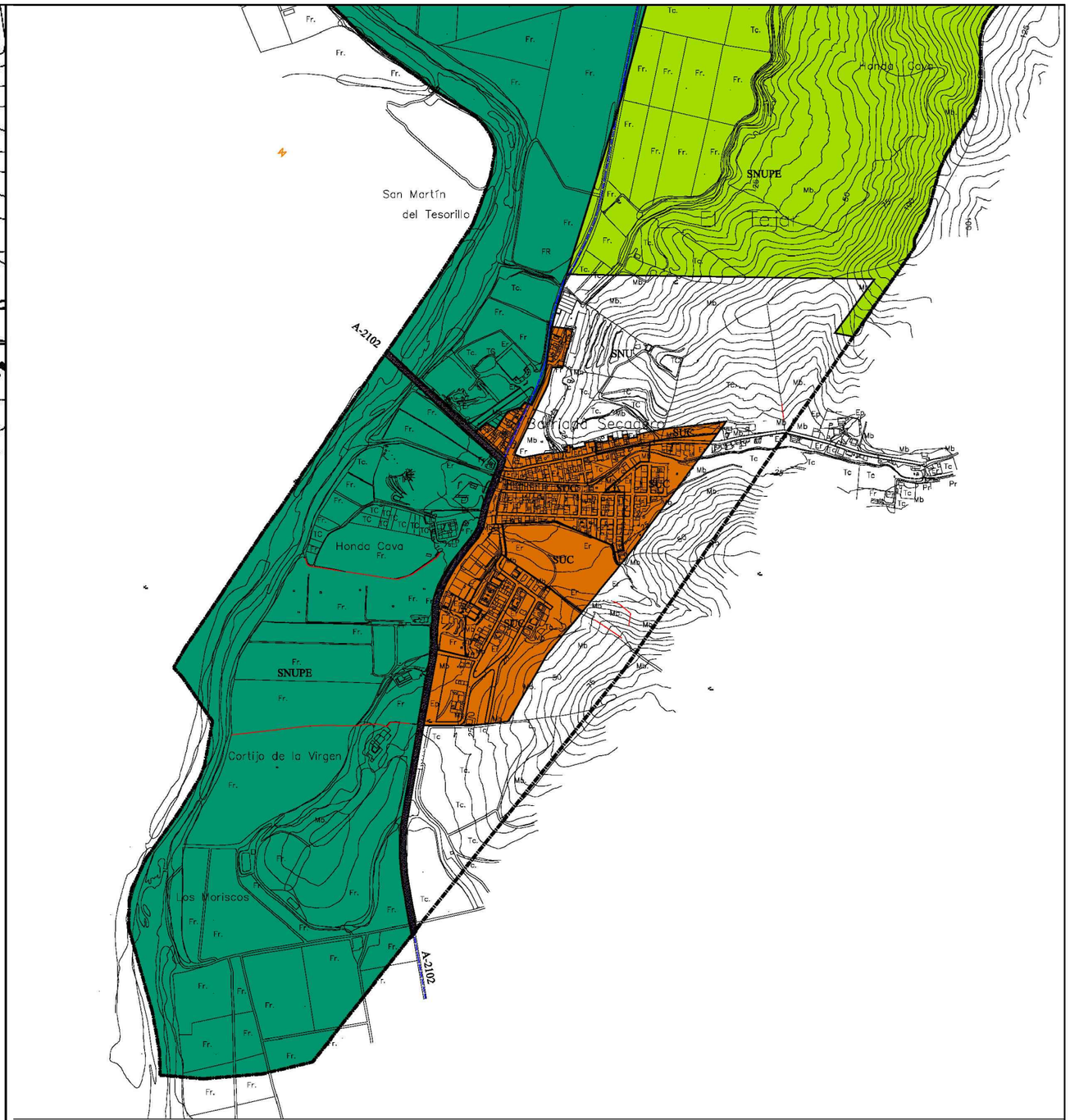


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO	AUTOR DEL PLANO	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).	SUSTITUIDO POR	FEBRERO 2017 CLAVE 05.311.0335/0311	SIN ESCALA FORMATO ORIGINAL A3	PGOU CLASIFICACIÓN Y CATEGORÍAS DEL SUELO SAN MARTÍN DEL TESORILLO NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 040000 PGOU.dwg	4 HOJA 3 de 4





USOS GLOBALES

- RESIDENCIAL
- INDUSTRIAL
- SISTEMA GENERAL DE ESPACIOS LIBRES
- EQUIPAMIENTO

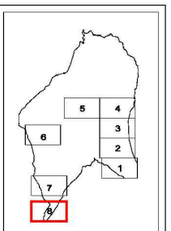
SUELO URBANO	SUELO URBANO CONSOLIDADO	SUC
	SUELO URBANO NO CONSOLIDADO	SUNC
	SUELO URBANO NO CONSOLIDADO CON PLANEAMIENTO APROBADO	SUNC-UE(PA)
SUELO URBANIZABLE	SUELO URBANIZABLE SECTORIZADO	SURS
	SUELO URBANIZABLE ORDENADO	SURO

SISTEMAS GENERALES DE CARÁCTER MUNICIPAL	AREAS LIBRES	SGAL	EQUIPAMIENTO	SGE
	SISTEMA GENERAL VIARIO	MA-8300		SGV
SISTEMAS GENERALES DE CARÁCTER REGIONAL	SISTEMA GENERAL VIARIO	A-7 AP-7 A-377	A-7150 A-2102	SGV

SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCIÓN P.O.T. COSTA DEL SOL OCCIDENTAL	AMBIENTAL I	SNUPE
	AMBIENTAL II	SNUPE
	INTERES TERRITORIAL	SNUPE
	PARQUES FLUVIALES	SNUPE
SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCIÓN PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA	NO URBANIZABLE PROTEGIDO	NUP
	VIAS PECUARIAS *	
SUELO NO URBANIZABLE	CARÁCTER NATURAL O URBANO	SNU
	HÁBITAT RURAL DISEMINADO	SNU-D

SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCIÓN LEGISLACION SECTORIAL	DOMINIO PÚBLICO DE CARRETERAS	DPC
	DESLINDE MARÍTIMO TERRESTRE	
	DOMINIO PÚBLICO HIDRAÚLICO *	DPH
	ZONA INUNDABLE *	
	ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS *	
	MONTES PUBLICOS *	
AFECCIONES SOBREVENIDAS DEL PATRIMONIO HISTÓRICO DE ANDALUCÍA	YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS *	B. I. C.
		ENTORNO
		TIPO A

LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL



* VER PLANO ESTRUCTURA DEL NO URBANIZABLE ADAPTADO Y AFECCIONES SOBREVENIDAS

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

ESCALA
SIN ESCALA
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
PGOU
USOS GLOBALES
EL SECADERO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 040000 PGOU.dwg

NÚMERO DE PLANO
4

HOJA 4 de 4

N

HUSO 30
ETRS89

Término municipal de Jimena de la Frontera

Término municipal de Casares

Término municipal de Castellar de la Frontera

Término municipal de San Roque

Término municipal de Manilva

SAN PABLO DE BUCEITE

133

220 kV

400 kV

ARROYO DE LAS CASTAÑUELAS

CORDEL DEL ALMENDRO 11021006

CORDEL DE ROSAS DE ESPAÑA 11021005

SAN MARTÍN DEL TESORILLO

RÍO GUADIARO

VEREDA DE LOS PESCADEROS 29041003

VEREDA DE LA CAÑADA DEL APARTADERO 29068005

CANAL DE RIEGO EL ESPARRAGAL

CORDEL DE ROSAS DE ESPAÑA 11021005

A-2101

A-405

EBAR SAN MARTÍN PROPUESTA

PUNTO DE VERTIDO 1
X = 291941.8570
Y = 4023791.2970

PUNTO DE VERTIDO 2
X = 292169.9333
Y = 4024004.4711

PUNTO DE VERTIDO 3
X = 292133.9315
Y = 4023866.3247

SECADERO

EBAR SECADERO PROPUESTA

ARROYO HONDACAVADA

EDAR ALT 2

EDAR ALT 3

PUNTO DE BOMBEO MONTENEGRAL PROPUESTO

EDAR ALT 1

MONTENEGRAL ALTO

RÍO GUADIARO

VEREDA DE PATRAINA 11033014

A-2102

PUNTO DE VERTIDO 4
X = 288281.9593
Y = 4022668.5504

CORDEL DE LAS ROSAS DE ESPAÑA 11033004

VEREDA DEL CORTIJO DEL GORDO 11033016

RÍO HOZGARGANTA

RÍO GUADIARO Y HOZGARGANTA (ES6120031)

SAN ENRÍQUE DE GUADIARO

ARROYO DE LA VIÑUELA

65 kV

ESTACIÓN DE BOMBEO
ALTERNATIVA 1
ALTERNATIVA 2
ALTERNATIVA 3
COLECTOR EXISTENTE
ZONA ESPECIAL CONSERVACIÓN
VIAS PECUARIAS
CAMINOS
RÍOS-ARROYOS
CANALES
PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN DEL MEDIO FISICO
LÍMITE CUADRÍCULA MINERA
LIMITE MUNICIPAL
NÚCLEO DE POBLACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

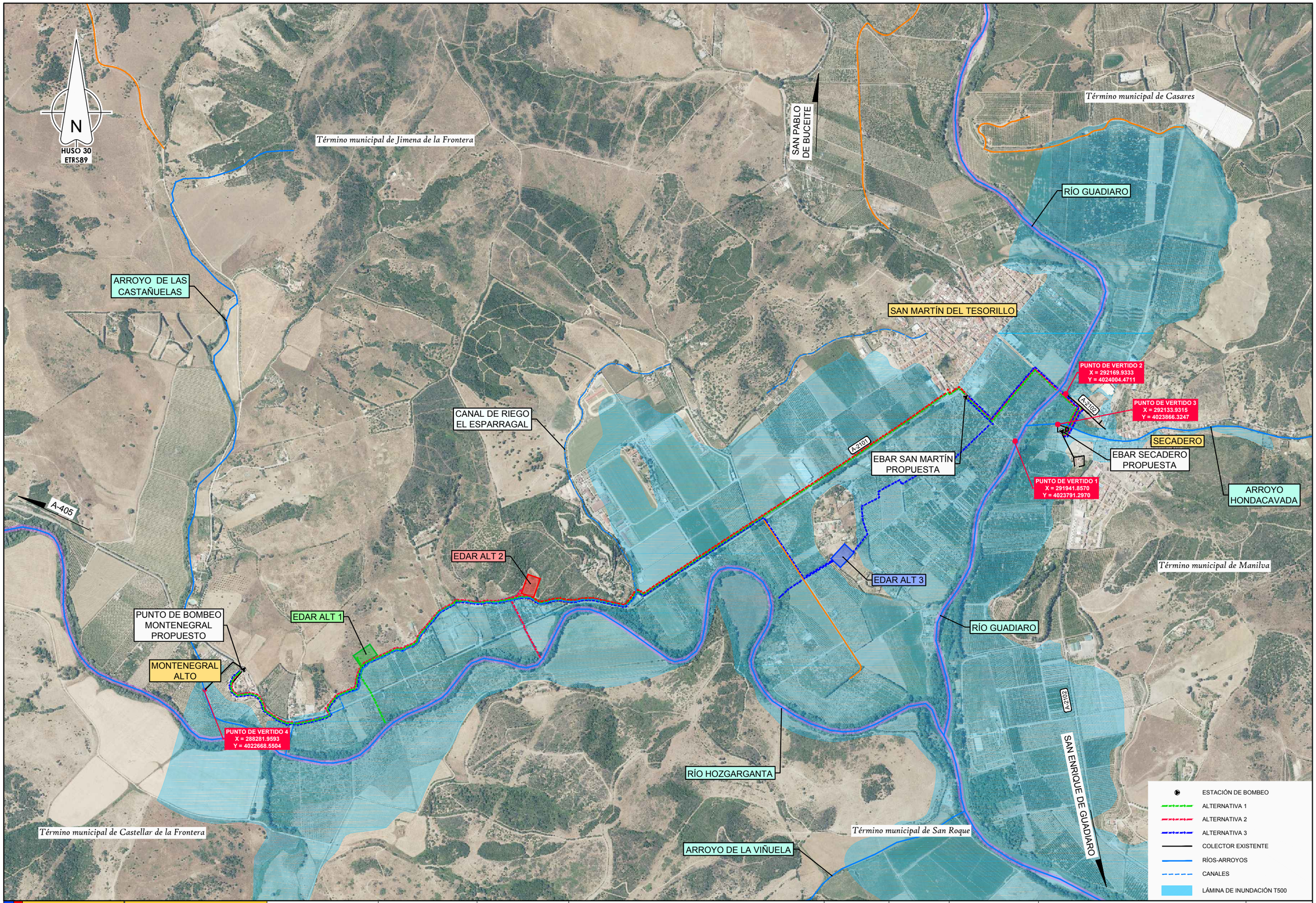
ESCALA
0 25 50 100 150 200 250 300 m.
1:15.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
ZONAS CON PROTECCIÓN AMBIENTAL

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 050000 ZPA.dwg

NÚMERO DE PLANO
5

HOJA 1 de 1



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

ESCALA
0 25 50 100 150 200 250 300 m.
1:15.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
INUNDABILIDAD

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 060000 INUND.dwg

NÚMERO DE PLANO
6

HOJA 1 de 1

N

HUSO 30
ETRS89

Término municipal de Jimena de la Frontera

Término municipal de Casares

SAN PABLO DE BUCEITE

RÍO GUADIARO

CORDEL DEL ALMENDRO 11021006

VEREDA DE LOS PESCADEROS 29041003

ARROYO DE LAS CASTAÑUELAS

CORDEL DE ROSAS DE ESPAÑA 11021005

SAN MARTÍN DEL TESORILLO

VEREDA DE LA CAÑADA DEL APARTADERO 29068005

PUNTO DE VERTIDO 2
X = 292169.9333
Y = 4024004.4711

CORDEL DE ROSAS DE ESPAÑA 11021005

A-2102

PUNTO DE VERTIDO 3
X = 292133.9315
Y = 4023866.3247

CANAL DE RIEGO EL ESPARRAGAL

A-2101

SECADERO

EBAR SAN MARTÍN PROPUESTA

EBAR SECADERO PROPUESTA

PUNTO DE VERTIDO 1
X = 291941.8570
Y = 4023791.2970

ARROYO HONDACAVADA

A-405

EDAR ALT 2

Término municipal de Manilva

EDAR ALT 3

PUNTO DE BOMBEO MONTENEGRAL PROPUESTO

EDAR ALT 1

RÍO GUADIARO

MONTENEGRAL ALTO

VEREDA DE PATRAINA 11033014

VEREDA DEL CORTIJO DEL GORDO 11033016

A-2102

PUNTO DE VERTIDO 4
X = 288281.9593
Y = 4022668.5504

CORDEL DE LAS ROSAS DE ESPAÑA 11033004

RÍO HOZGARGANTA

SAN ENRIQUE DE GUADIARO

RÍO GUADIARO Y HOZGARGANTA (ES6120031)

Término municipal de Castellar de la Frontera

Término municipal de San Roque

ARROYO DE LA VIÑUELA

ESTACIÓN DE BOMBEO
ALTERNATIVA 1
ALTERNATIVA 2
ALTERNATIVA 3
COLECTOR EXISTENTE
ZONA PROHIBIDA
ZONA RESTRINGIDA

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Diez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Diez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

ESCALA
0 25 50 100 150 200 250 300 m.
1:15.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
APTITUD DEL TERRITORIO

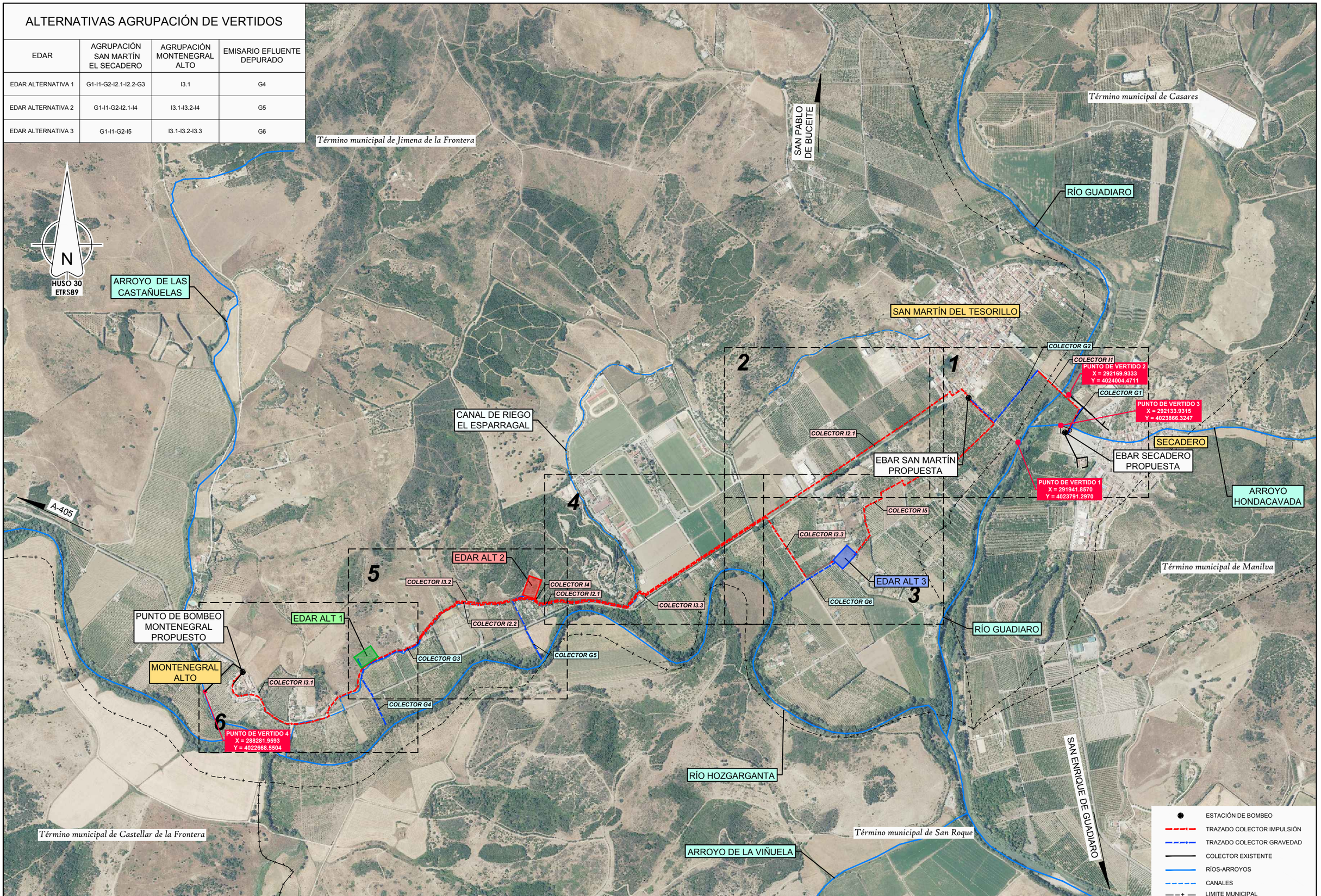
NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 070000 APTITUD.dwg

NÚMERO DE PLANO
7

HOJA 1 de 1

ALTERNATIVAS AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

EDAR	AGRUPACIÓN SAN MARTÍN EL SECADERO	AGRUPACIÓN MONTENEGRAL ALTO	EMISARIO EFLUENTE DEPURADO
EDAR ALTERNATIVA 1	G1-I1-G2-I2.1-I2.2-G3	I3.1	G4
EDAR ALTERNATIVA 2	G1-I1-G2-I2.1-I4	I3.1-I3.2-I4	G5
EDAR ALTERNATIVA 3	G1-I1-G2-I5	I3.1-I3.2-I3.3	G6



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: FEBRERO 2017

CLAVE: 05.311.0335/0311

ESCALA: 0 25 50 100 150 200 250 300 m. 1:15.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO: ALTERNATIVAS: PLANTA GENERAL

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 080000 ALTERNATIVAS.dwg

NÚMERO DE PLANO: 8.1

HOJA 1 de 1

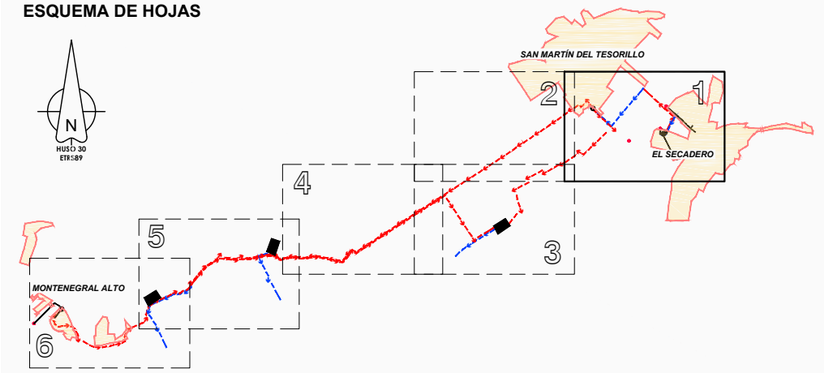
SAN MARTÍN DEL TESORILLO

N

HUSO 30
ETRS89

PUNTO DE VERTIDO
TRAZADO COLECTOR IMPULSIÓN
TRAZADO COLECTOR GRAVEDAD
COLECTOR EXISTENTE

ESQUEMA DE HOJAS



ARQUETA DE ROTURA

COLECTOR I1

COLECTOR G2

COLECTOR I2.1

CONEXIÓN CON RED EXISTENTE

EBAR SAN MARTÍN PROPUESTA

PUNTO DE VERTIDO 2
X = 292169.9333
Y = 4024004.4711

ANULACIÓN TRAMO HACIA VERTIDO

CONEXIÓN CON RED EXISTENTE

PUNTO DE VERTIDO 3
X = 292133.9315
Y = 4023866.3247

COLECTOR G1

EBAR SECADERO PROPUESTA

CONEXIÓN CON RED EXISTENTE

COLECTOR I5

PUNTO DE VERTIDO 1
X = 291941.8570
Y = 4023791.2970

SECADERO

Río Guadiaro

Arroyo de Honda Cavada

Polideportivo Municipal

Edificación

Calle Carretera

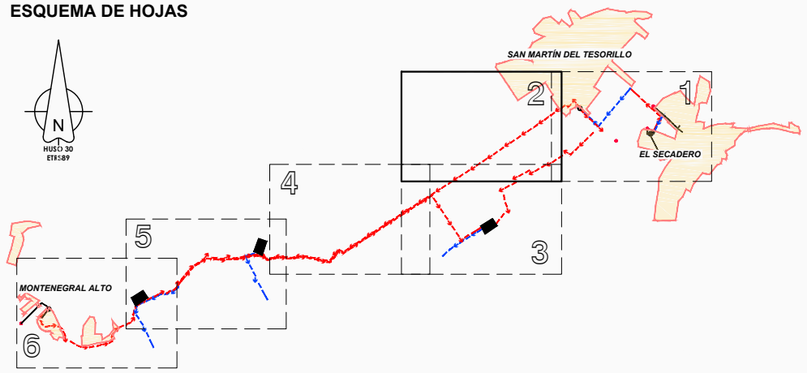
Calle los Limones

Calle Algarrobo

Piscina Municipal

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	idom	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	AUTOR DEL PLANO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA FEBRERO 2017 CLAVE 05.311.0335/0311	ESCALA 0 25 50 m. 1:2.500 FORMATO ORIGINAL A3	PLANO HOJA 1 NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 080200 ALT HOJAS.dwg	NÚMERO DE PLANO 8.2 HOJA 1 de 6

ESQUEMA DE HOJAS



PUNTO DE VERTIDO

TRAZADO COLECTOR IMPULSIÓN

TRAZADO COLECTOR GRAVEDAD

COLECTOR EXISTENTE

N

HUSO 30
ETRS89

Instituto de Educación Secundaria Azahar

SAN MARTÍN DEL TESORILLO

Instituto de Educación Secundaria Azahar

Infantil Acuarela

Calle Málaga

COLECTOR I2.1

A-2101

Depósito Agua

Calle Córdoba

Edificación Industrial

Edificación Industrial

A-2101

Edificación Industrial

COLECTOR I5

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	idom	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	AUTOR DEL PLANO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA FEBRERO 2017 CLAVE 05.311.0335/0311	ESCALA 0 25 50 m. 1:2.500 FORMATO ORIGINAL A3	PLANO HOJA 2 NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 080200 ALT HOJAS.dwg	NÚMERO DE PLANO 8.2 HOJA 2 de 6

N

HUSO 30
ETRS89

COLECTOR I5

COLECTOR I3.3

A-2101

Edificación Industrial

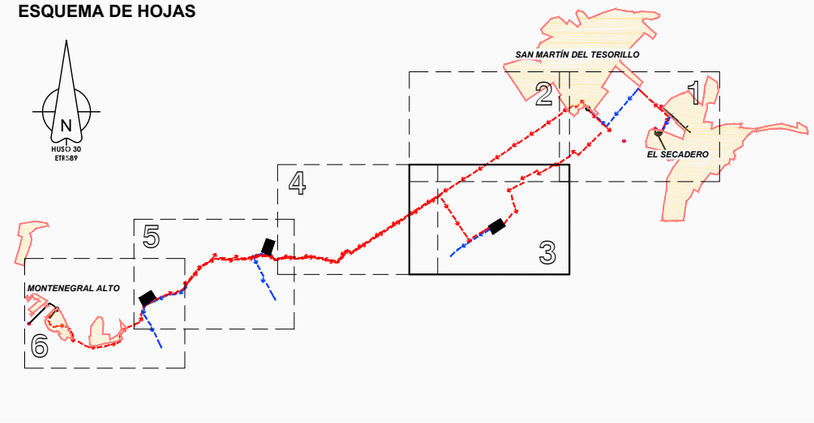
La Alquería

CAMINO DE ACCESO

EDAR ALT 3

COLECTOR G6

ESQUEMA DE HOJAS



PUNTO DE VERTIDO

TRAZADO COLECTOR IMPULSIÓN

TRAZADO COLECTOR GRAVEDAD

COLECTOR EXISTENTE

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

ESCALA
0 25 50 m.
1:2.500
FORMATO ORIGINAL A3

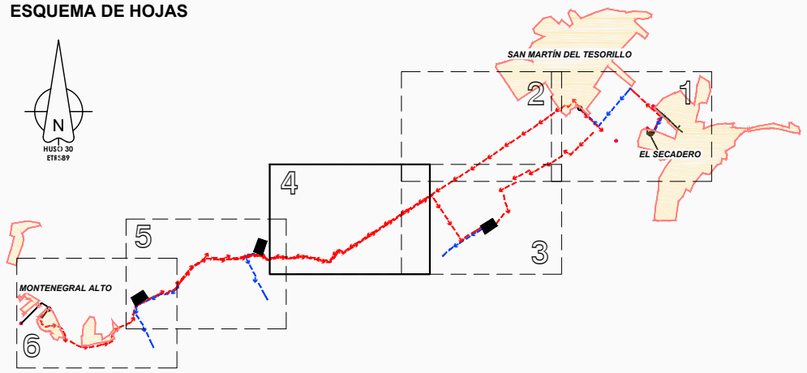
PLANO
HOJA 3

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 080200 ALT HOJAS.dwg

NÚMERO DE PLANO
8.2

HOJA 3 de 6

ESQUEMA DE HOJAS



PUNTO DE VERTIDO

TRAZADO COLECTOR IMPULSIÓN

TRAZADO COLECTOR GRAVEDAD

COLECTOR EXISTENTE

Campo de Polo "Dos Lunas"

El Mejidor

Edificación Industrial

Canal de riego El Esparragal

Estanque

San Rafael

Jimena de la Frontera

A-2101

COLECTOR I2.1

COLECTOR I3.3

COLECTOR I3.3

COLECTOR I2.1

N

HUSO 30
ETRS89

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	idom	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	AUTOR DEL PLANO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA FEBRERO 2017 CLAVE 05.311.0335/0311	ESCALA 0 25 50 m. 1:2.500 FORMATO ORIGINAL A3	PLANO HOJA 4 NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 080200 ALT HOJAS.dwg	NÚMERO DE PLANO 8.2 HOJA 4 de 6

N

HUSO 30
ETRS89

El Almendral

Rancho Ana Dulce

EDAR ALT 2

COLECTOR I3.2

COLECTOR I2.2

Edificacion Industrial

Edificacion Industrial

Edificacion Industrial

Edificacion Industrial

COLECTOR I4

COLECTOR I3.3

COLECTOR I2.1

CAMINO DE ACCESO

A-2101

COLECTOR G5

COLECTOR I3.2

COLECTOR G3

EDAR ALT 1

Canal de riego El Esparragal

COLECTOR I3.1

Río Hozgarganta

COLECTOR G4

ESQUEMA DE HOJAS

N

HUSO 30
ETRS89

SAN MARTÍN DEL TESORILLO

EL SECADERO

MONTENEGRAL ALTO

1 2 3 4 5 6

PUNTO DE VERTIDO

TRAZADO COLECTOR IMPULSIÓN

TRAZADO COLECTOR GRAVEDAD

COLECTOR EXISTENTE

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

ESCALA
0 25 50 m.
1:2.500
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
HOJA 5

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 080200 ALT HOJAS.dwg

NÚMERO DE PLANO
8.2

HOJA 5 de 6

N

HUSO 30
ETRS89

PUNTO DE BOMBEO
MONTENEGRAL

MONTENEGRAL
ALTO

PUNTO DE VERTIDO 4
X = 288281.9593
Y = 4022668.5504

COLECTOR I3.1

COLECTOR I3.2

EDAR ALT 1

COLECTOR I3.1

COLECTOR G4

Canal de riego El Esparragal

Arroyo de las Castañuelas

Río Hozgarganta

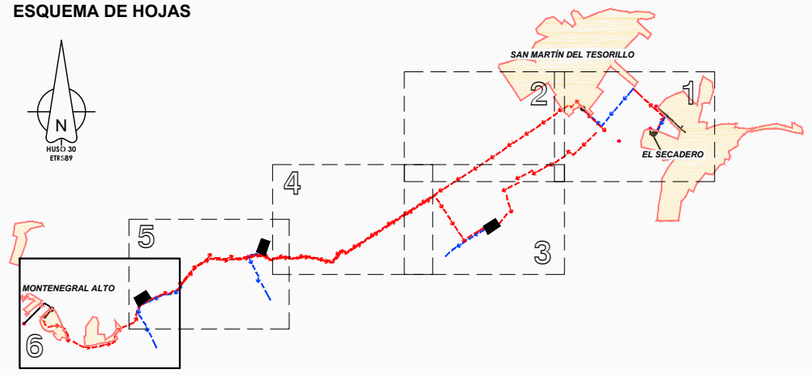
Estanque

A-2101

Edificación

PUNTO DE VERTIDO
TRAZADO COLECTOR IMPULSIÓN
TRAZADO COLECTOR GRAVEDAD
COLECTOR EXISTENTE

ESQUEMA DE HOJAS



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

ESCALA
0 25 50 m.
1:2.500
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
HOJA 6

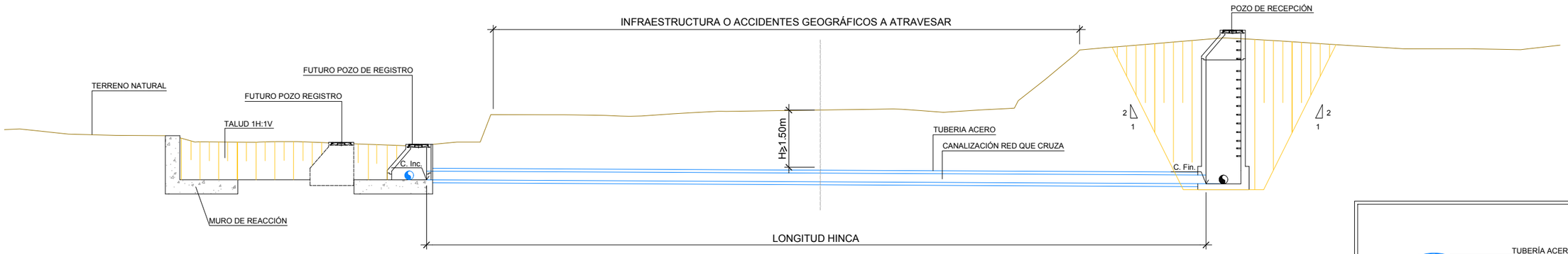
NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 080200 ALT HOJAS.dwg

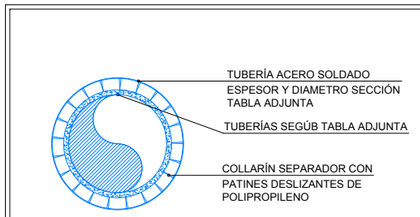
NÚMERO DE PLANO
8.2

HOJA 6 de 6

SECCIÓN LONGITUDINAL. CRUCE CARRETERA MEDIANTE HINCA

ESCALA 1:150

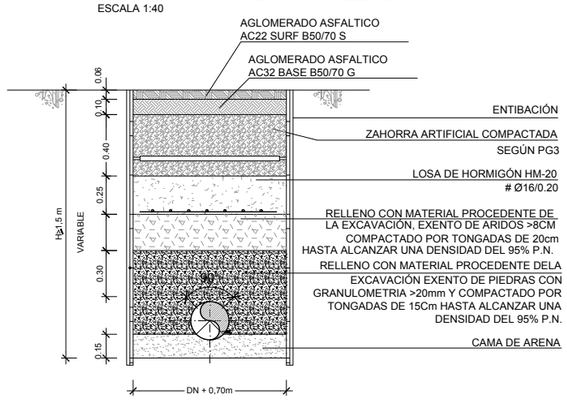




SECCION B-B'

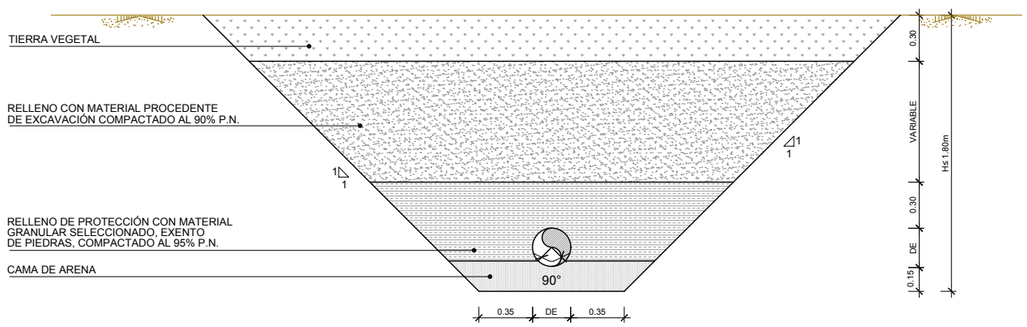
SECCION TIPO BAJO CALZADA

ESCALA 1:40



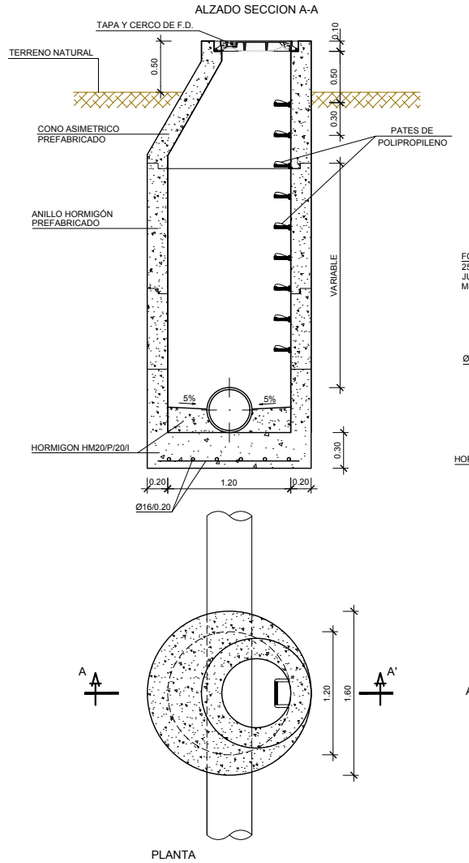
SECCION TIPO EXCAVACIÓN EN TERRENO NATURAL

ESCALA 1:40



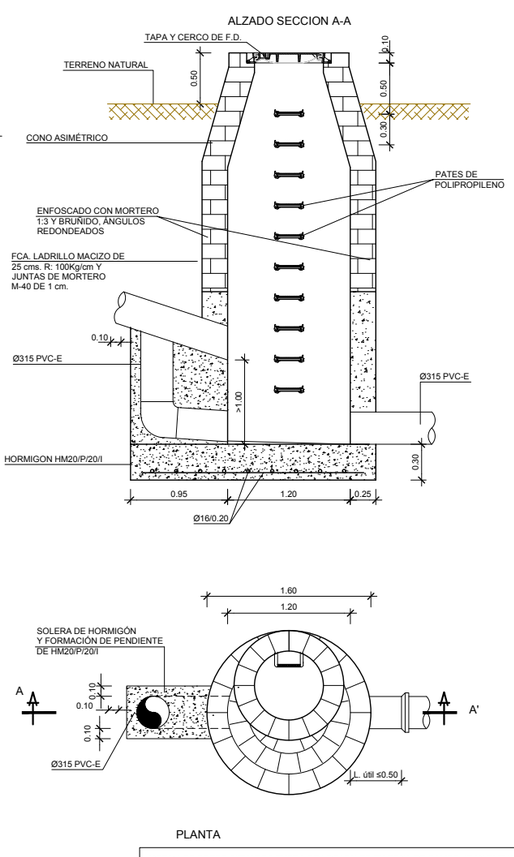
POZO DE REGISTRO

ESCALA 1:60



POZO DE RESALTO

ESCALA 1:60



NOTA: LOS POZOS SITUADOS FUERA DE LOS VIALES EN ZONA DE CAMPO, IRAN ELEVADOS SOBRE LA COTA DE TERRENO NATURAL 0.50m, EL RESTO ESTARÁN ENRASADOS CON LA COTA DE TERRENO O CALZADA EXISTENTE.

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: FEBRERO 2017

CLAVE: 05.311.0335/0311

ESCALA: INDICADAS

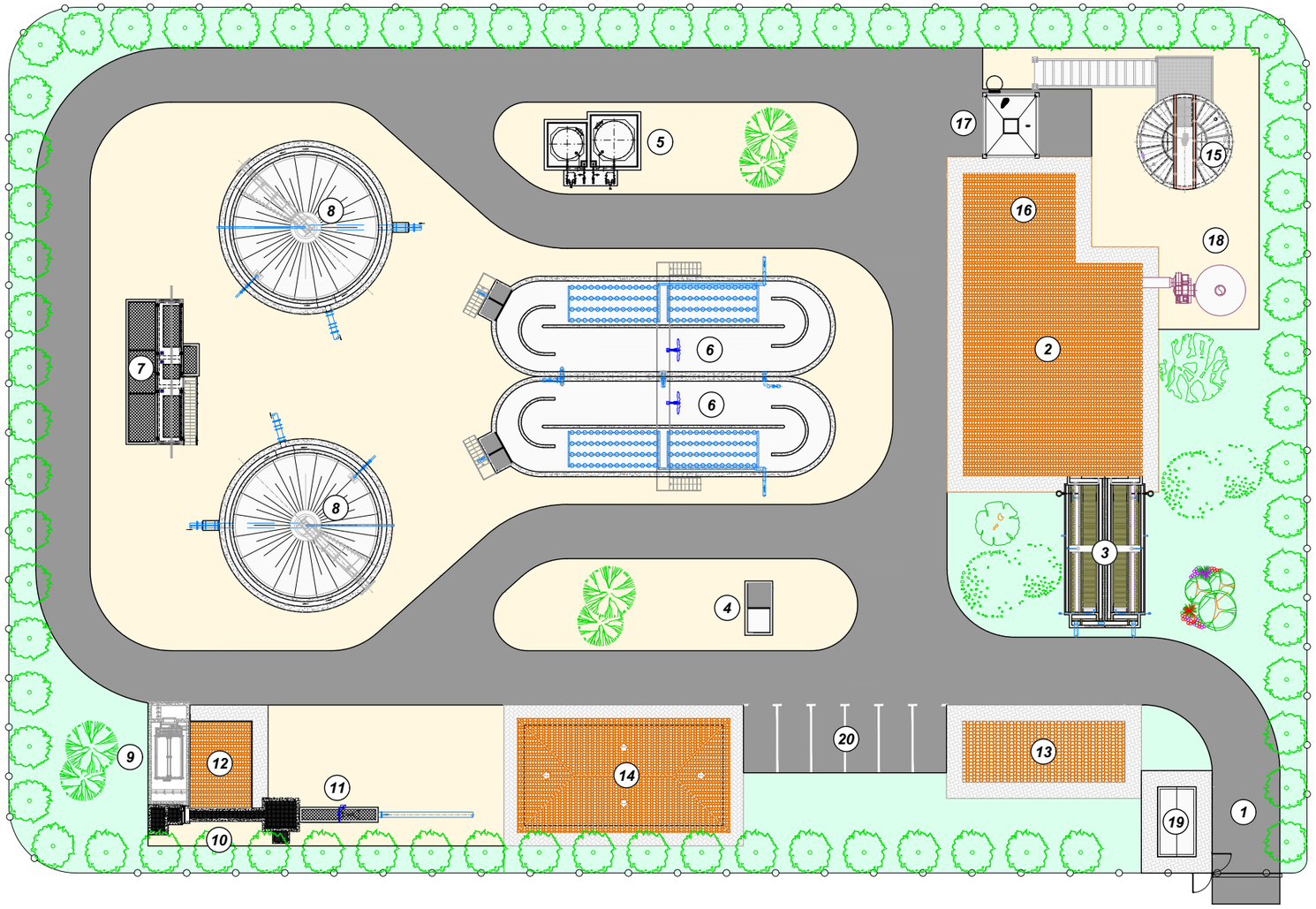
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO: SECCIONES TIPO Y DETALLES

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 090000 SECCIONES TIPO.dwg

NÚMERO DE PLANO: 9

HOJA 1 de 1



Nº	ELEMENTOS
1	CAMINO DE ACCESO
2	EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO
3	CANAL DESARENADO DESENGRASADO
4	ARQUETA MEDIDA DE CAUDAL AL BIOLÓGICO
5	CUBETO DE REACTIVOS
6	REACTOR BIOLÓGICO
7	ARQUETA DE BOMBEO DE LODOS Y VACIADOS
8	DECANTADOR SECUNDARIO
9	MICROFILTRACIÓN
10	CANAL ULTRAVIOLETA
11	CANAL PARSHALL MEDIDA DE CAUDAL TRATADO
12	EDIFICIO GRUPO PRESIÓN
13	EDIFICIO DE SOPLANTES
14	EDIFICIO DE CONTROL
15	ESPESADOR GRAVEDAD
16	EDIFICIO DESHIDRATACIÓN
17	TOLVA DE FANGOS
18	DESODORIZACIÓN
19	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
20	APARCAMIENTOS

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

ESCALA
0 2.5 5 m.
1:300
FORMATO ORIGINAL A3

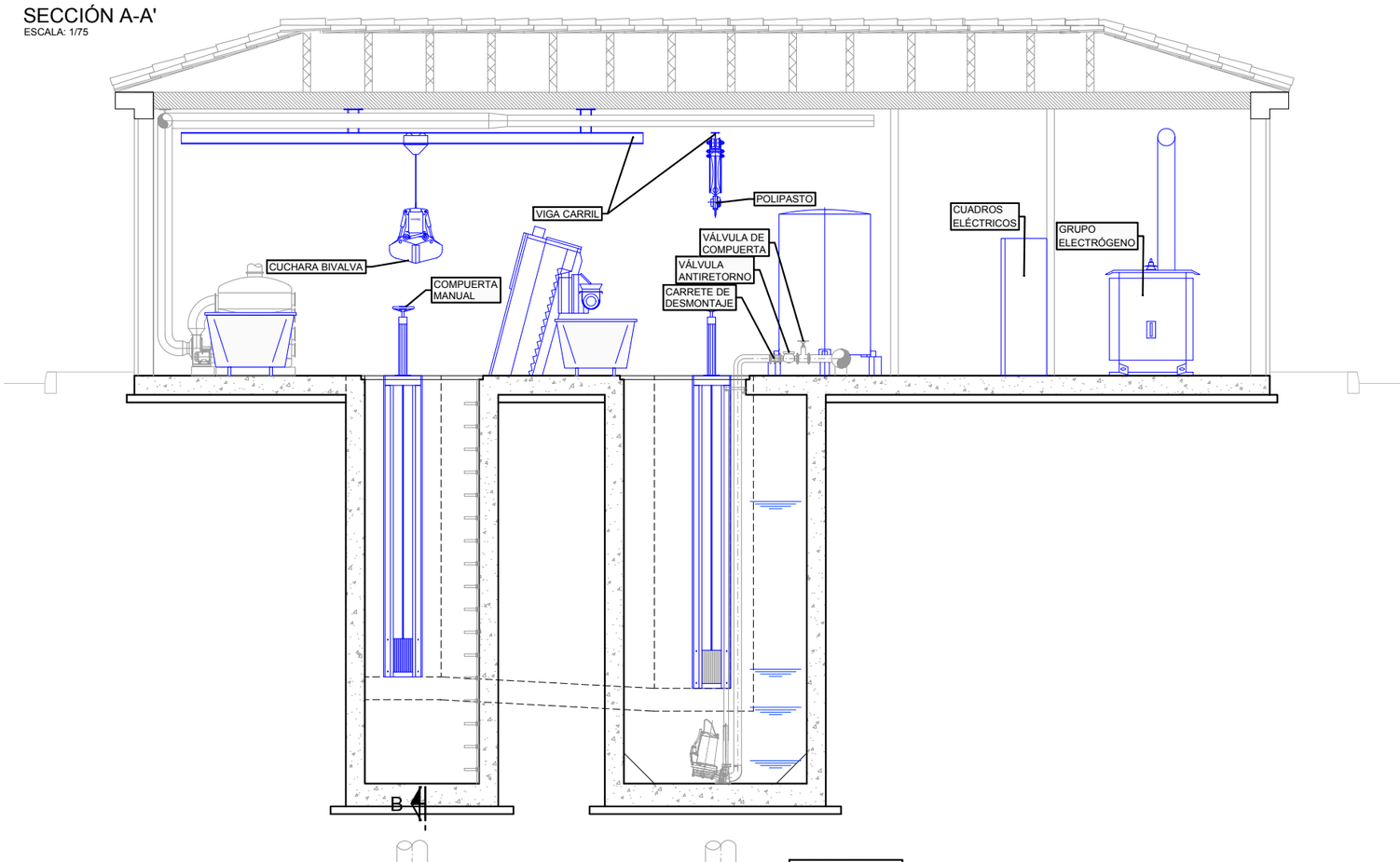
PLANO
EDAR
PLANTAB GENERAL

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 100000 EDAR.dwg

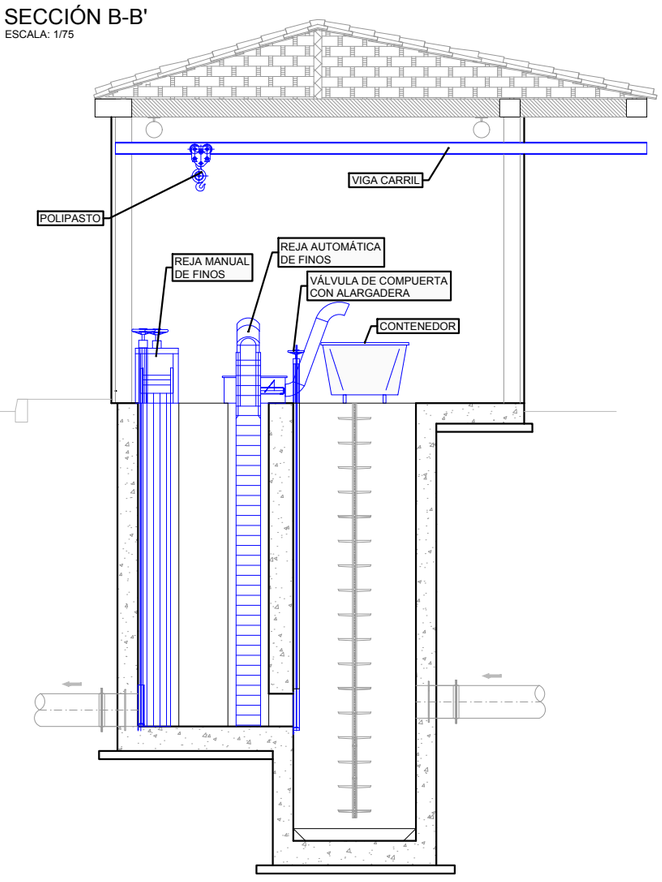
NÚMERO DE PLANO
10

HOJA 1 de 1

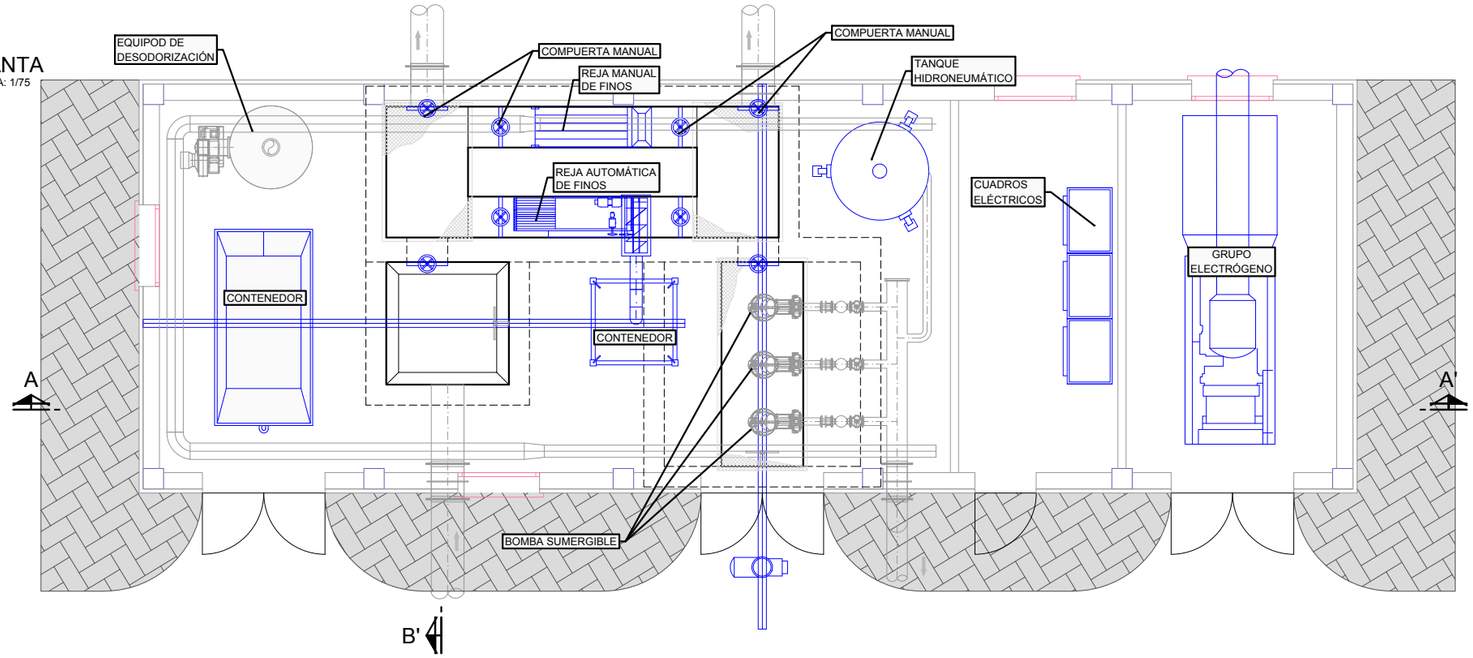
SECCIÓN A-A'
ESCALA: 1/75



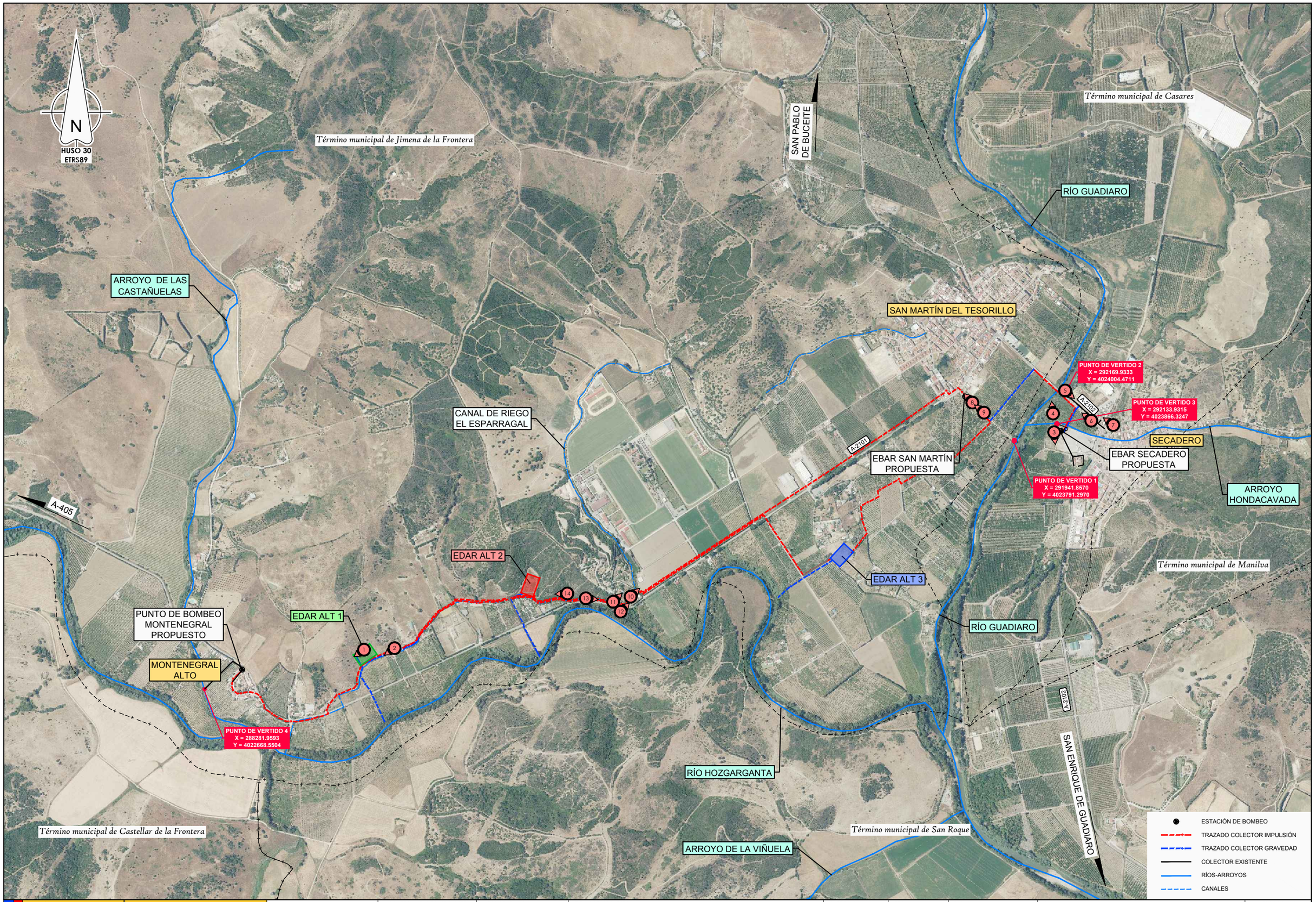
SECCIÓN B-B'
ESCALA: 1/75



PLANTA
ESCALA: 1/75



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	idom	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	AUTOR DEL PLANO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA FEBRERO 2017 CLAVE 05.311.0335/0311	ESCALA 0 0,25 0,5 1 1,5 m. 1:75 FORMATO ORIGINAL A3	PLANO EBAR PLANTA Y SECCIONES NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 110000 EBAR.dwg	NÚMERO DE PLANO 11 HOJA 1 de 1



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

ESCALA
0 25 50 100 150 200 250 300 m.
1:15.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 120000 REPORTAJE.dwg

NÚMERO DE PLANO
12

HOJA 1 de 1

FOTO Nº1

FOTO Nº2

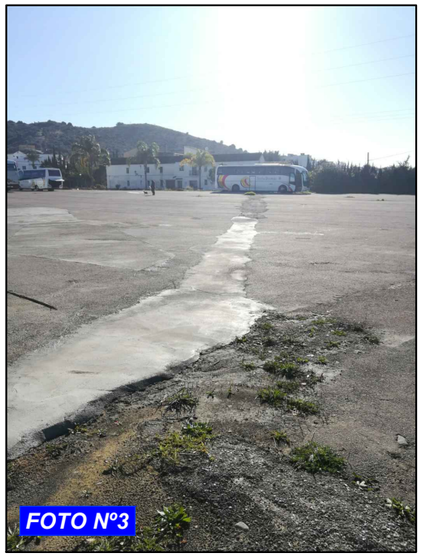


FOTO Nº3

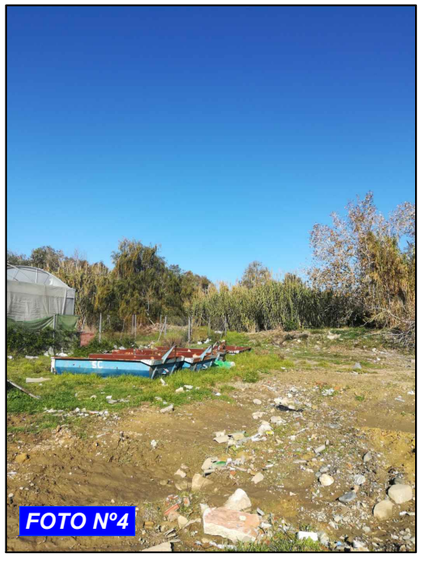


FOTO Nº4

FOTO Nº5

FOTO Nº6

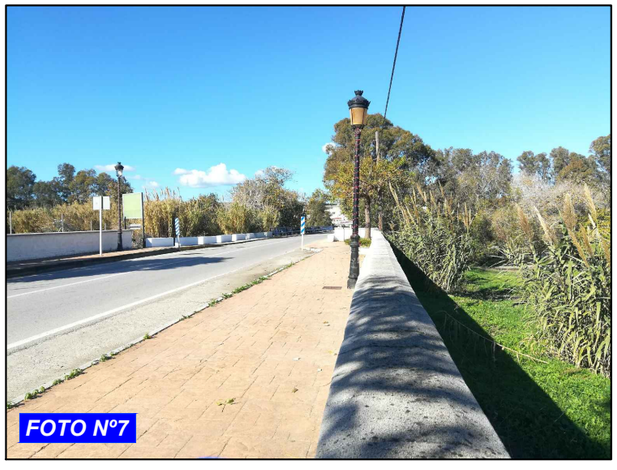


FOTO Nº7

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	idom	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	AUTOR DEL PLANO Nombre: Fernando Trujillo Díez Nº de Colegiado: 17.007	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA FEBRERO 2017 CLAVE 05.311.0335/0311	ESCALA FORMATO ORIGINAL A3	PLANO REPORTAJE FOTOGRÁFICO NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 120000 REPORTAJE.dwg	NÚMERO DE PLANO 12 HOJA 2 de 3

FOTO Nº8

FOTO Nº9

FOTO Nº10

FOTO Nº11

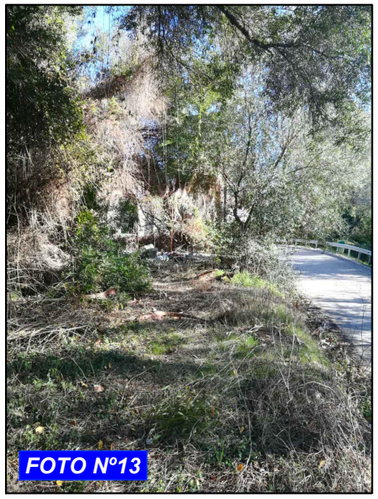


FOTO Nº13

FOTO Nº14

FOTO Nº12

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

idom

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

AUTOR DEL PLANO
Nombre: Fernando Trujillo Díez
Nº de Colegiado: 17.007

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ).

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA
FEBRERO 2017

CLAVE
05.311.0335/0311

ESCALA

FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 20697 BJ EA 120000 REPORTAJE.dwg

NÚMERO DE PLANO
12

HOJA 3 de 3

ANEXO Nº2. COSTES DE CONSTRUCCIÓN

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 1

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES								
01.001	***M2 de despeje, desbroce y limpieza del terreno.***								
		1.000	5,716.000	6.000		34,296.000			
							34,296.000	**0.30**	**10,288.80**
01.004	***M3 de excavación con medios mecánicos en zanjas y pozos, en cualquier clase de terreno, incluso roca, con entibación y agotamiento y transporte de materiales sobrantes a vertedero.***								
		1.000	5,716.000	2.400	3.000	41,155.200			
	Pozos para arquetas	19.000	2.500	2.500	3.000	356.250			
							41,511.450	**4.30**	**178,499.24**
01.010	***M3 de arena para apoyo de tuberías en fondo de zanja, incluso suministro, extendido, nivelación y compactación.***								
		1.000	5,716.000	2.400	0.150	2,057.760			
							2,057.760	**10.50**	**21,606.48**
01.011	***M3 de relleno seleccionado por medios mecánicos con tierras procedentes préstamo o cantera.***								
		1.000	5,716.000	2.400	0.300	4,115.520			
							4,115.520	**5.70**	**23,458.46**
01.015	***M3 de relleno por medios mecánicos con tierras procedentes de excavación.***								
		1.000	5,716.000	2.400	2.550	34,981.920			
							34,981.920	**3.40**	**118,938.53**
							TOTAL CAPITULO 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES.....		**352,791.51**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 1

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 2.- CONDUCCIONES Y VALVULERÍA								
02.010	***Tubería PVC D=600***	1.000	332.000			332.000			
							332.000	**69.35**	**23,024.20**
02.011	***Tubería PVC D=500***	1.000	616.000			616.000			
							616.000	**42.98**	**26,475.68**
02.051	***Tubería PE D=250***	1.000	3,962.000			3,962.000			
							3,962.000	**76.54**	**303,251.48**
02.051	***Tubería PE D=110***	1.000	806.000			806.000			
							806.000	**20.40**	**16,442.40**
02.546	***Ud EBAR***	2.000				2.000			
							2.000	**252,441.00**	**504,882.00**
02.546	***Ud punto de bombeo***	1.000				1.000			
							1.000	**100,976.40**	**100,976.40**
02.563	***Ud de ventosa trifuncional DN=100 mm, de fundición dúctil, incluso válvula de compuerta para mantenimiento y parte proporcional de piezas especiales como "T" de fundición de tres derivaciones a brida de 250/100 mm. PN 16, instalada y probada.***	5.000				5.000			
							5.000	**1,119.78**	**5,598.90**
02.572	***Ud de valvulería para desagüe DN=100 mm de fundición dúctil, incluso válvula de compuerta para mantenimiento, "Te" de Reducción y parte proporcional de piezas especiales, instalada y probada.***	5.000				5.000			
							5.000	**1,065.63**	**5,328.15**
	Pozos prefabricados D=1200	19.000				19.000			
							19.000	**325.00**	**6,175.00**
02.531	***Ud de arqueta de valvulería para conducción de diámetro D≥100 mm y cualquier altura, totalmente terminada según planos.***	10.00				10.000			
							10.000	**2,107.90**	**21,079.00**
								TOTAL CAPITULO 2.- CONDUCCIONES Y VALVULERÍA.....	**1,013,233.21**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 1

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS								
04.021	***Ml de protección de tubería en cruce de arroyo, incluso protección de hormigón y escollera y parte proporcional de piezas especiales, totalmente terminado.***								
		1.000	8.000			8.000			
							8.000	**501.50**	**4,012.00**
04.026	***Ml de hinca para cruce bajo carretera tubería DN 500 enfundada en acero incluyendo la construcción de pozos de entrada y salida, muros de ataque y todo el movimiento de tierras necesariopara su ejecución.***								
		2.000	8.000			16.000			
							28.000	**583.00**	**16,324.00**
04.600	***PA para control y telegestión del sistema, incluso parte proporcional de material eléctrico e informático, totalmente instalado y probado.***								
	Control y telegestión de las infraestructuras	1.000				1.000			
							1.000	**35,000.00**	**35,000.00**
	TOTAL CAPITULO 3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.....								**55,336.00**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 1

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 4.- REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS								
05.010	***Km de reposición de camino hasta 5 m. de ancho.***								
		0.500				0.500			
							0.500	**24,000.00**	**12,000.00**
							TOTAL CAPITULO 4.- REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.....		**12,000.00**
	CAPITULO 5.- MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES								
06.010	***PA para control y vigilancia ambiental de las obras.***								
		1.000				1.000			
							1.000	**15,000.00**	**15,000.00**
							TOTAL CAPITULO 5.- MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES.....		**15,000.00**
	CAPITULO 6.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL								
07.010	***PA para coordinación de la seguridad y salud en las obras.***								
		1.000				1.000			
							1.000	**20,277.05**	**20,277.05**
							TOTAL CAPITULO 6.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....		**20,277.05**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

Alternativa 1	Presupuestos Parciales (euros)	Coste/Km	% P.E.M.
TOTAL CAPITULO 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES.....	352,791.51	61,720.00	24.02%
TOTAL CAPITULO 2.- CONDUCCIONES Y VALVULERÍA.....	1,013,233.21	177,262.63	68.99%
TOTAL CAPITULO 3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	55,336.00	9,680.90	3.77%
TOTAL CAPITULO 4.- REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.....	12,000.00	2,099.37	0.82%
TOTAL CAPITULO 5.- MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES.....	15,000.00	2,624.21	1.02%
TOTAL CAPITULO 6.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	20,277.05	3,547.42	1.38%
TOTAL EJECUCION MATERIAL.....	**1,468,637.77**		
13% de Gastos Generales.....	190,922.91		
6% de Beneficio Industrial.....	88,118.27		
SUMA.....	1,747,678.95		
21% de I.V.A.....	367,012.58		
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	**2,114,691.53**		

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 2

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES								
01.001	***M2 de despeje, desbroce y limpieza del terreno.***								
		1.000	5,716.000	6.000		34,296.000			
							34,296.000	**0.30**	**10,288.80**
01.004	***M3 de excavación con medios mecánicos en zanjas y pozos, en cualquier clase de terreno, incluso roca, con entibación y agotamiento y transporte de materiales sobrantes a vertedero.***								
		1.000	5,716.000	2.400	3.000	41,155.200			
	Pozos para arquetas	20.000	2.500	2.500	3.000	375.000			
							41,530.200	**4.30**	**178,579.86**
01.010	***M3 de arena para apoyo de tuberías en fondo de zanja, incluso suministro, extendido, nivelación y compactación.***								
		1.000	5,716.000	2.400	0.150	2,057.760			
							2,057.760	**10.50**	**21,606.48**
01.011	***M3 de relleno seleccionado por medios mecánicos con tierras procedentes préstamo o cantera.***								
		1.000	5,716.000	2.400	0.300	4,115.520			
							4,115.520	**5.70**	**23,458.46**
01.015	***M3 de relleno por medios mecánicos con tierras procedentes de excavación.***								
		1.000	5,716.000	2.400	2.550	34,981.920			
							34,981.920	**3.40**	**118,938.53**
							TOTAL CAPITULO 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES.....		**352,872.13**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 2

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 2.- CONDUCCIONES Y VALVULERÍA								
02.010	***Tubería PVC D=600***								
		1.000	357.000			357.000			
							357.000	**69.35**	**24,757.95**
02.011	***Tubería PVC D=500***								
		1.000	616.000			616.000			
							616.000	**42.98**	**26,475.68**
02.051	***Tubería PE D=250***								
		1.000	3,051.000			3,051.000			
							3,051.000	**76.54**	**233,523.54**
02.051	***Tubería PE D=110***								
		1.000	1,692.000			1,692.000			
							1,692.000	**20.40**	**34,516.80**
02.546	***Ud EBAR***								
		2.000				2.000			
							2.000	**252,441.00**	**504,882.00**
02.546	***Ud punto de bombeo***								
		1.000				1.000			
							1.000	**100,976.40**	**100,976.40**
02.563	***Ud de ventosa trifuncional DN=100 mm, de fundición dúctil, incluso válvula de compuerta para mantenimiento y parte proporcional de piezas especiales como "T" de fundición de tres derivaciones a brida de 250/100 mm. PN 16, instalada y probada.***								
		5.000				5.000			
							5.000	**1,119.78**	**5,598.90**
02.572	***Ud de valvulería para desagüe DN=100 mm de fundición dúctil, incluso válvula de compuerta para mantenimiento, "Te" de Reducción y parte proporcional de piezas especiales, instalada y probada.***								
		5.000				5.000			
							5.000	**1,065.63**	**5,328.15**
	Pozos prefabricados D=1200								
		20.000				20.000			
							20.000	**325.00**	**6,500.00**
02.531	***Ud de arqueta de valvulería para conducción de diámetro D≥100 mm y cualquier altura, totalmente terminada según planos.***								
		10.00				10.000			
							10.000	**2,107.90**	**21,079.00**

TOTAL CAPITULO 2.- CONDUCCIONES Y VALVULERÍA..... 963,638.42

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 2

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS								
04.021	***Ml de protección de tubería en cruce de arroyo, incluso protección de hormigón y escollera y parte proporcional de piezas especiales, totalmente terminado.***								
		1.000	8.000			8.000			
							8.000	**501.50**	**4,012.00**
04.026	***Ml de hinca para cruce bajo carretera tubería DN 500 enfundada en acero incluyendo la construcción de pozos de entrada y salida, muros de ataque y todo el movimiento de tierras necesariopara su ejecución.***								
		2.000	8.000			16.000			
							28.000	**583.00**	**16,324.00**
04.600	***PA para control y telegestión del sistema, incluso parte proporcional de material eléctrico e informático, totalmente instalado y probado.***								
	Control y telegestión de las infraestructuras	1.000				1.000			
							1.000	**35,000.00**	**35,000.00**
	TOTAL CAPITULO 3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.....								**55,336.00**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 2

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 4.- REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS								
05.010	***Km de reposición de camino hasta 5 m. de ancho.***								
		0.500				0.500			
							0.500	**24,000.00**	**12,000.00**
							TOTAL CAPITULO 4.- REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.....		**12,000.00**
	CAPITULO 5.- MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES								
06.010	***PA para control y vigilancia ambiental de las obras.***								
		1.000				1.000			
							1.000	**15,000.00**	**15,000.00**
							TOTAL CAPITULO 5.- MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES.....		**15,000.00**
	CAPITULO 6.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL								
07.010	***PA para coordinación de la seguridad y salud en las obras.***								
		1.000				1.000			
							1.000	**19,583.85**	**19,583.85**
							TOTAL CAPITULO 6.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....		**19,583.85**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

Alternativa 2	Presupuestos Parciales (euros)	Coste/Km	% P.E.M.
TOTAL CAPITULO 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES.....	352,872.13	61,734.10	24.88%
TOTAL CAPITULO 2.- CONDUCCIONES Y VALVULERÍA.....	963,638.42	168,586.15	67.94%
TOTAL CAPITULO 3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	55,336.00	9,680.90	3.90%
TOTAL CAPITULO 4.- REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.....	12,000.00	2,099.37	0.85%
TOTAL CAPITULO 5.- MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES.....	15,000.00	2,624.21	1.06%
TOTAL CAPITULO 6.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	19,583.85	3,426.15	1.38%
TOTAL EJECUCION MATERIAL.....	**1,418,430.40**		
13% de Gastos Generales.....	184,395.95		
6% de Beneficio Industrial.....	85,105.82		
SUMA.....	1,687,932.17		
21% de I.V.A.....	354,465.76		
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	**2,042,397.93**		

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 3

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES								
01.001	***M2 de despeje, desbroce y limpieza del terreno.***								
		1.000	5,968.000	6.000		35,808.000			
							35,808.000	**0.30**	**10,742.40**
01.004	***M3 de excavación con medios mecánicos en zanjas y pozos, en cualquier clase de terreno, incluso roca, con entibación y agotamiento y transporte de materiales sobrantes a vertedero.***								
		1.000	5,968.000	2.400	3.000	42,969.600			
	Pozos para arquetas	19.000	2.500	2.500	3.000	356.250			
							43,325.850	**4.30**	**186,301.16**
01.010	***M3 de arena para apoyo de tuberías en fondo de zanja, incluso suministro, extendido, nivelación y compactación.***								
		1.000	5,968.000	2.400	0.150	2,148.480			
							2,148.480	**10.50**	**22,559.04**
01.011	***M3 de relleno seleccionado por medios mecánicos con tierras procedentes préstamo o cantera.***								
		1.000	5,968.000	2.400	0.300	4,296.960			
							4,296.960	**5.70**	**24,492.67**
01.015	***M3 de relleno por medios mecánicos con tierras procedentes de excavación.***								
		1.000	5,968.000	2.400	2.550	36,524.160			
							36,524.160	**3.40**	**124,182.14**
							TOTAL CAPITULO 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES.....		**368,277.41**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 3

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 2.- CONDUCCIONES Y VALVULERÍA								
02.010	***Tubería PVC D=600***								
		1.000	294.000			294.000			
							294.000	**69.35**	**20,388.90**
02.011	***Tubería PVC D=500***								
		1.000	616.000			616.000			
							616.000	**42.98**	**26,475.68**
02.051	***Tubería PE D=250***								
		1.000	1,567.000			1,567.000			
							1,567.000	**76.54**	**119,938.18**
02.051	***Tubería PE D=110***								
		1.000	3,491.000			3,491.000			
							3,491.000	**20.40**	**71,216.40**
02.546	***Ud EBAR***								
		2.000				2.000			
							2.000	**252,441.00**	**504,882.00**
02.546	***Ud punto de bombeo***								
		1.000				1.000			
							1.000	**100,976.40**	**100,976.40**
02.563	***Ud de ventosa trifuncional DN=100 mm, de fundición dúctil, incluso válvula de compuerta para mantenimiento y parte proporcional de piezas especiales como "T" de fundición de tres derivaciones a brida de 250/100 mm. PN 16, instalada y probada.***								
		6.000				6.000			
							6.000	**1,119.78**	**6,718.68**
02.572	***Ud de valvulería para desagüe DN=100 mm de fundición dúctil, incluso válvula de compuerta para mantenimiento, "Te" de Reducción y parte proporcional de piezas especiales, instalada y probada.***								
		6.000				6.000			
							6.000	**1,065.63**	**6,393.78**
	Pozos prefabricados D=1200								
		19.000				19.000			
							19.000	**325.00**	**6,175.00**
02.531	***Ud de arqueta de valvulería para conducción de diámetro D≥100 mm y cualquier altura, totalmente terminada según planos.***								
		12.00				12.000			
							12.000	**2,107.90**	**25,294.80**

TOTAL CAPITULO 2.- CONDUCCIONES Y VALVULERÍA..... 888,459.82

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 3

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS								
04.021	***Ml de protección de tubería en cruce de arroyo, incluso protección de hormigón y escollera y parte proporcional de piezas especiales, totalmente terminado.***								
		1.000	8.000			8.000			
							8.000	**501.50**	**4,012.00**
04.026	***Ml de hinca para cruce bajo carretera tubería DN 500 enfundada en acero incluyendo la construcción de pozos de entrada y salida, muros de ataque y todo el movimiento de tierras necesariopara su ejecución.***								
		2.000	8.000			16.000			
							28.000	**583.00**	**16,324.00**
04.600	***PA para control y telegestión del sistema, incluso parte proporcional de material eléctrico e informático, totalmente instalado y probado.***								
	Control y telegestión de las infraestructuras	1.000				1.000			
							1.000	**35,000.00**	**35,000.00**
	TOTAL CAPITULO 3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.....								**55,336.00**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA - 3

Código	Unidad de Obra	Unidades	DIMENSIONES Largo	Ancho	Alto	MEDICIONES Parcial	Total	VALORACION Precio	Importe
	CAPITULO 4.- REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS								
05.010	***Km de reposición de camino hasta 5 m. de ancho.***								
		0.500				0.500			
							0.500	**24,000.00**	**12,000.00**
							TOTAL CAPITULO 4.- REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.....		**12,000.00**
	CAPITULO 5.- MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES								
06.010	***PA para control y vigilancia ambiental de las obras.***								
		1.000				1.000			
							1.000	**15,000.00**	**15,000.00**
							TOTAL CAPITULO 5.- MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES.....		**15,000.00**
	CAPITULO 6.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL								
07.010	***PA para coordinación de la seguridad y salud en las obras.***								
		1.000				1.000			
							1.000	**18,747.03**	**18,747.03**
							TOTAL CAPITULO 6.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....		**18,747.03**

"PROYECTO AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR(SAN MARTÍN DEL TESORILLO)"

Alternativa 3	Presupuestos Parciales (euros)	Coste/Km	% P.E.M.
TOTAL CAPITULO 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES.....	368,277.41	61,708.68	27.12%
TOTAL CAPITULO 2.- CONDUCCIONES Y VALVULERÍA.....	888,459.82	148,870.61	65.43%
TOTAL CAPITULO 3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	55,336.00	9,272.12	4.08%
TOTAL CAPITULO 4.- REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.....	12,000.00	2,010.72	0.88%
TOTAL CAPITULO 5.- MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES.....	15,000.00	2,513.40	1.10%
TOTAL CAPITULO 6.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	18,747.03	3,141.26	1.38%
TOTAL EJECUCION MATERIAL.....	**1,357,820.26**		
13% de Gastos Generales.....	176,516.63		
6% de Beneficio Industrial.....	81,469.22		
SUMA.....	1,615,806.11		
21% de I.V.A.....	339,319.28		
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	**1,955,125.39**		

ANEXO Nº3. COSTES DE EXPROPIACIÓN

COSTE DE EXPROPIACIONES CORRESPONDIENTE A LA ALTERNATIVA 1

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS					VALORACIÓN	
Uso del Suelo	Superficie Afectada (m^2)				Precio Suelo (€/m^2)	Coste
	Expropiación	Servidumbre	Temporal	Total		
Pastos	6,128.0	9,529.9	28,589.7	44,247.6	0.80 €	11,763.93 €
Frutales	6.0	3,429.6	10,288.8	13,724.4	4.00 €	12,370.56 €
Labor regadío	96.0	9,145.6	27,436.8	36,678.4	3.80 €	31,642.75 €
Vía comunicación/Cauce	0.0	2,286.4	6,859.2	9,145.6	0.00 €	0.00 €
SUMA TOTAL	**6,230.0**	**24,391.5**	**73,174.5**	**103,796.0**		**55,777.24 €**

COSTE DE EXPROPIACIONES CORRESPONDIENTE A LA ALTERNATIVA 2

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS					VALORACIÓN	
Uso del Suelo	Superficie Afectada (m^2)				Precio Suelo (€/m^2)	Coste
	Expropiación	Servidumbre	Temporal	Total		
Pastos	6,127.4	9,580.3	28,740.9	44,448.6	0.80 €	11,799.74 €
Frutales	5.8	3,451.2	10,353.6	13,810.6	4.00 €	12,447.52 €
Labor regadío	92.8	9,203.2	27,609.6	36,905.6	3.80 €	31,827.58 €
Vía comunicación/Cauce	0.0	2,300.8	6,902.4	9,203.2	0.00 €	0.00 €
SUMA TOTAL	**6,226.0**	**24,535.5**	**73,606.5**	**104,368.0**		**56,074.84 €**

COSTE DE EXPROPIACIONES CORRESPONDIENTE A LA ALTERNATIVA 3

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS					VALORACIÓN	
Uso del Suelo	Superficie Afectada (m^2)				Precio Suelo (€/m^2)	Coste
	Expropiación	Servidumbre	Temporal	Total		
Pastos	6,127.4	9,882.7	29,648.1	45,658.2	0.80 €	12,017.46 €
Frutales	5.8	3,580.8	10,742.4	14,329.0	4.00 €	12,914.08 €
Labor regadío	92.8	9,548.8	28,646.4	38,288.0	3.80 €	33,009.54 €
Vía comunicación/Cauce	0.0	2,387.2	7,161.6	9,548.8	0.00 €	0.00 €
SUMA TOTAL	**6,226.0**	**25,399.5**	**76,198.5**	**107,824.0**		**57,941.08 €**

ANEXO Nº4. COSTES DE MANTENIMIENTO

Personal	Dedicación	Salario anual	Coste anual
Jefe de planta	8 h/semana	28008.39	6650.39
Oficial electromecánico	4 h/semana	26384.85	3132.45
Operario	35 h/semana	25573.20	25573.20
			35,356.04

Personal adicional años posteriores	Dedicación	Salario anual	Coste anual
Especialista explotación	50 h/año	50,000	1426.94
			1,426.94

Mantenimiento EDAR	% del PEM	PEM	Coste anual
Equipos electromecánicos	0.5	1,848,960.00	9,244.80
Obra civil	0.2	1,848,960.00	3,697.92
			12942.72

Mantenimiento Colectores y EBAR	% del PEM	PEM ALT I	Coste anual	PEM ALT II	Coste anual	PEM ALT III	Coste anual
Equipos electromecánicos	0.5	1,468,637.77	7,343.19	1,418,430.40	7,092.15	1,357,820.26	6,789.10
Obra civil	0.2	1,468,637.77	2,937.28	1,418,430.40	2,836.86	1,357,820.26	2,715.64
			10280.46		**9929.01**		**9504.74**

Analíticas primer año	Cantidad	Coste unitario	Coste anual
DQO	56	13.8	772.80
DBO	56	23.92	1339.52
SS	56	10.72	600.32
pH	14	3.16	44.24
Conductividad	14	3.16	44.24
Turbidez	14	3.16	44.24
Cloro residual	14	6.28	87.92
Nitrógeno total	28	10.72	300.16
Fósforo total	28	10.72	300.16
Coliformes totales y fecales	14	13.26	185.64
Sequedad del fango	4	20.25	81.00
Día de personal externo	56	116.4	6518.40
			10318.64

Analíticas años posteriores	Cantidad	Coste unitario	Coste anual
DQO	16	13.8	220.80
DBO	16	23.92	382.72
SS	16	10.72	171.52
pH	4	3.16	12.64
Conductividad	4	3.16	12.64
Turbidez	4	3.16	12.64
Cloro residual	4	6.28	25.12
Nitrógeno total	8	10.72	85.76
Fósforo total	8	10.72	85.76
Coliformes totales y fecales	4	13.26	53.04
Sequedad del fango	4	20.25	81.00
Día de personal externo	16	116.4	1862.40
			3006.04

Termino fijo de potencia EDAR	kW	Precio kW/año	
Potencia contratada	130	33.06	4297.511899
Impuestos 5%			214.875595
			4512.387494

Gastos generales y varios	Coste anual
Reposición de vestuario	150
Gastos generales de oficina y comunicación	1000
Locomoción y dietas	2500
Limpieza oficina	3120
Seguros	2000
Formación	900
Agua potable	144
	9814

Término variable de energía	Energía mensual	Coste eléctrico (€/kWh)	Importe anual
Potencia contratada consumido	68,141.22	0.08133977	66,511.09
Impuestos eléctricos (5%)	-	-	3,325.55
			69,836.65

Retirada de residuos	Residuo
Producción diaria basuras (m³/día)	3.29
Producción diaria grasas (m³/día)	8.89
Producción diaria arenas (m³/día)	0.18
Producción anual residuos no peligrosos (m³/año)	1266.55
Nº viajes contenedores residuos año	104
Producción anual residuos peligrosos (m³/año)	8.89
Nº viajes contenedores residuos peligrosos año	37
Producción diaria lodo deshidratado (m³/día)	5
Producción anual lodo deshidratado (m³/año)	1300
Nº viajes contenedores lodo año	92

Gastos reactivos	Cantidad (l/año o kg/año)	Coste unitario (€/l o €/g)	Coste anual
Cloruro férrico (en peso)	6007.61	0.2	1201.52
Polielectrolito (en peso)	1439.87	2.12	3052.52
Carbón activo	600	3.25	1950.00
			6,204.05

Retirada de residuos	Viajes anuales	Precio viaje	Coste total
Retirada residuos no peligrosos	104	8	832.00
Retirada residuos peligrosos	37	150	5550.00
Retirada lodos deshidratados	92	404	37168.00
			43,550.00

Concepto costes fijos	Total €/año EDAR	Total €/año colectores alt I	Total €/año colectores alt II	Total €/año colectores alt III
Gasto anual de personal	22569.44	12786.60	12786.60	12786.60
Gasto anual mantenimiento	12942.72	10280.46	9929.01	9504.74
Gasto anual analíticas	3298.54	-	-	-
Gasto anual término fijo potencia	4512.39	-	-	-
Gastos anuales varios	4907.00	4907.00	4907.00	4907.00
	48,230.09	**27,974.06**	**27,622.61**	**27,198.34**

Concepto costes variables	Total €/año EDAR
Gasto anual de energía	69836.65
Gasto anual de reactivos	6204.05
Gasto anual de transporte y gestión residuos	43550.00

ANEXO Nº5. ANÁLISIS AMBIENTAL Y VALORACIÓN MULTICRITERIO

VALORACIÓN PONDERADA DE FACTORES AMBIENTALES											
FACTOR AMBIENTAL	**UNIDAD**	**PESO**	**VALORACIÓN ABSOLUTA**			**VALORACIÓN RELATIVA**			**VALORACIÓN PONDERADA**		
			ALT 1	**ALT 2**	**ALT 3**	**ALT 1**	**ALT 2**	**ALT 3**	**ALT 1**	**ALT 2**	**ALT 3**
Longitud de trazado de colector	metros	10	5,716	5,752	5,968	0	1	2	**0**	**-10**	**-20**
Afectación sobre la red hidrográfica	Nº de cruces	5	1	1	1	1	1	1	**-5**	**-5**	**-5**
Inundabilidad	metros	10	3,037	3,073	3,698	0	1	2	**0**	**-10**	**-20**
Afectación a Espacios Naturales Protegidos	metros	10	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	**0**
Afectación Longitudinal a Vías Pecuarias	metros	10	292	292	398	0	0	1	**0**	**0**	**-10**
Afectación por cruces a Vías Pecuarias	Nº de cruces	5	3	3	3	2	2	2	**-10**	**-10**	**-10**
Afectación directa sobre el patrimonio histórico	metros	10	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	**0**
Cercanía a emplazamientos patrimoniales protegidos o yacimientos	Nº	10	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	**0**
Impacto Visual o Estético	Nº de puntos de vista	5	1	2	4	0	1	2	**0**	**-5**	**-10**
Olores, Salud y Bienestar	metros / Viento dominante	10	3300 / E	2500 / E	1200 / E	0	1	2	**0**	**-10**	**-20**
Afectación sobre las infraestructuras. Cruce de Carreteras	Nº de cruces	5	3	3	3	2	2	2	**-10**	**-10**	**-10**
Afectación sobre las infraestructuras. Cruce de Ferrocarril	Nº de cruces	5	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	**0**
Afectación sobre otras infraestructuras	metros	5	25	25	25	1	1	1	**-5**	**-5**	**-5**
	TOTAL	**100**				**TOTAL VALORACIÓN**			**-30**	**-65**	**-110**
									0.27	**0.59**	**1.00**

INDICADOR CONDICIONANTES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS					
ALTERNATIVAS	**Excavabilidad**	**Capacidad Portante**	**Estabilidad de zanjas**	**Problemas geotécnicos**	**Valoración Total**
	Pesos				
	0.30	**0.15**	**0.25**	**0.30**	**1.00**
ALTERNATIVA 1	1	2	3	1	0.550
ALTERNATIVA 2	1	2	3	1	0.550
ALTERNATIVA 3	1	2	3	1	0.550

MÉTODO DE PATTERN

"PROYECTO DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR DE SAN MARTÍN DEL TESORILLO (CÁDIZ)".

ANALISIS MULTICRITERIO. METODO DE PATTERN.

DATOS DE LA MATRIZ DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

		Valores de los objetivos			Normalización de los valores				
		Económica	Funcional	Ambiental	Económica	Funcional	Ambiental		
		p1	p2	p3	p1	p2	p3		
ALTERNATIVAS	ALT 1	0.800	0.000	0.384	0.546	0.000	0.216	ALT 1	ALTERNATIVAS
	ALT 2	0.465	0.243	0.575	0.317	0.447	0.323	ALT 2	
	ALT 3	0.200	0.300	0.820	0.137	0.553	0.461	ALT 3	

DISTRIBUCIÓN DE ALTERNATIVAS ÓPTIMAS

Alternativa	FRECUENCIA			PORCENTAJE			Alternativa
	OPTIMA	SEGUNDA	TERCERA	OPTIMA	SEGUNDA	TERCERA	
ALT 1	**47**	3	15	**0.723**	0.046	0.231	**ALT 1**
ALT 2	1	55	9	0.015	0.846	0.138	ALT 2
ALT 3	17	7	41	0.262	0.108	0.631	ALT 3

ANEJO Nº9. CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y DE FUNCIONAMIENTO

ÍNDICE

1. Introducción 2
2. Datos de partida 2
3. Colectores 4
3.1. Descripción del trazado 4
3.1.1 Agrupación PV2 y PV3 en El Secadero. Colectores G1, G2, G3 e I1 4
3.1.2 Agrupación PV1 San Martín con vertidos de El Secadero. Colectores G4, G5 e I2. 5
3.1.3 Agrupación PV4 Montenegral hasta EDAR. Colectores G6, G7 e I3. 5
3.1.4 Emisario de vertido a cauce. Colector G8. 6
3.1.5 Secciones tipo de zanja para la instalación de tuberías 6
3.1.6 Pozos de registro 6
3.2. Resumen de las características principales 6
3.3. Cálculo hidráulico colectores por gravedad 6
3.3.1 Parámetros de cálculo 6
3.3.2 Comprobación 7
3.4. Cálculo mecánico 10
3.4.1 Tubos de PVC 10
3.4.2 Tubos de polietileno 11
3.4.3 Anclajes 11
3.4.4 Resultados cálculo mecánico 13
4. Estaciones de bombeo 13
4.1. Resumen resultados y descripción de las instalaciones 13
4.1.1 EBAR Secadero 13
4.1.2 EBAR San Martín del Tesorillo 14
4.1.3 EBAR Montenegral Alto 14
4.2. Criterios de cálculo 15
4.2.1 Volumen de almacenamiento y pérdidas 15
4.2.2 Transitorios 16
4.3. Cálculo EBAR El Secadero 18
4.4. Cálculo EBAR San Martín del Tesorillo 21
4.5. Cálculo EBAR Montenegral Alto 24
5. EDAR 26
5.1. Procesos que componen la EDAR 26
5.2. Dimensionamiento de los procesos de depuración 30
5.2.1 Arqueta de rotura y alivio de entrada 30
5.2.2 Desbaste 30
5.2.3 Desarenado y desengrasado 31
5.2.4 Medida de caudal a tratamiento secundario 33
5.2.5 Reactor biológico 34
5.2.6 Decantación secundaria 39
5.2.7 Desinfección del efluente 41
5.2.8 Bombeo de recirculación del fango 42
5.2.9 Bombeo de purga del fango 43
5.2.10 Espesamiento del fango 44
5.2.11 Deshidratación del fango 45
5.2.12 Desodorización 46
5.2.13 Bombeo de vaciados 46
5.2.14 Bombeo aguas de servicio 47
5.3. Redes 48
5.3.1 Red de aire 48
5.3.2 Red de drenaje superficial 50
5.4. Línea piezométrica 52
5.4.1 Parámetros de cálculo 53
5.4.2 Comprobación 54
Apéndice nº1. Resultados cálculo mecánico tubos PVC 60
Apéndice nº2. Resultados cálculo mecánico tubos PEAD 79
Apéndice nº3. Resultados cálculo mecánico anclajes 105

1. INTRODUCCIÓN

El en presente anejo quedan recogidos todos los cálculos de funcionamiento correspondientes a las distintas instalaciones definidas en el *Proyecto de saneamiento y depuración de los municipios de Bajo Guadiaro. EDAR y colectores en San Martín del Tesorillo (Cádiz).* Esto incluye tanto el dimensionamiento hidráulico de los colectores y tuberías en el interior de la EDAR, el cálculo mecánico de las conducciones, el dimensionamiento de las estaciones de bombeo, y el dimensionamiento del proceso de depuración.

Así pues, en primer lugar, se realiza una descripción de las principales características de la actuación: colector de agrupación de vertidos, emisario de salida de la EDAR, conducciones de abastecimiento e instalaciones (bombeos y depuradora).

A continuación, en el segundo punto se detallan los cálculos hidráulicos y mecánicos de los colectores proyectados: agrupación de vertidos, emisario de descarga y conducciones de abastecimiento a la EDAR y los bombeos.

En el tercer apartado se incluye el cálculo de las estaciones de bombeo: los procesos que las componen y el dimensionamiento de cada uno de ellos.

En el cuarto apartado quedan englobados todos los cálculos relacionados con las instalaciones de la depuradora: dimensionamiento de la línea de proceso, cálculo de las redes y definición de la línea piezométrica de la planta.

Por último, en el quinto apartado se incluye un resumen de los cálculos, en donde se reflejan todas las actuaciones a proyectar y sus principales características derivadas de los cálculos realizados.

2. DATOS DE PARTIDA

El ámbito de actuación del presente proyecto engloba los núcleos poblacionales de San Martín del Tesorillo (Cádiz), El Secadero (Málaga) y el diseminado de Montenegral Alto perteneciente a San Martín del Tesorillo.

En el anejo 3. *Estudio y caracterización del vertido* se describe de forma detallada la situación actual del saneamiento en estos núcleos: configuración de las redes y ubicación de los puntos de vertido. En la siguiente tabla se resumen las principales características:

Núcleo	Tipo de red	Puntos de vertido	Masa receptora
San Martín del Tesorillo (Cádiz)	Unitaria	PV1 (principal). Ø600 mm.	Río Guadiaro
El Secadero (Málaga)	Separativa	PV2 (principal). Ø300 mm	Río Guadiaro
		PV3 (secundario). Ø500 mm	Arroyo Hondacavada
Montenegral Alto (Cádiz)	Unitaria	PV4 (secundario). Ø300 mm.	Arroyo de las Castañuelas

Puntos de vertido existentes en el ámbito de actuación

Con objeto de recoger estos cuatro vertidos y darles el tratamiento adecuado, se han proyectado una serie actuaciones que se resumen en la siguiente tabla:

AGRUPACIÓN VERTIDOS Y EDAR DE LA CUENCA DEL BAJO GUADIARO		
Tramos gravedad	8	G1: Intercepta ARU antes del PV2 y lo conduce a EBAR Secadero G2: Intercepta ARU antes del PV3 hasta la EBAR Secadero G3: Alivio emergencia EBAR El Secadero G4: Intercepta ARU antes del PV1 y lo conduce a EBAR San Martín G5: Alivio EBAR San Martín G6: Intercepta ARU antes del PV4 y lo conduce a EBAR Montenegral Alto G7: Alivio EBAR Montenegral Alto G8: Emisario restitución a cauce agua depurada
Tramos impulsión	3	I1: Impulsión EBAR El Secadero hacia EBAR San Martín I2: Impulsión EBAR San Martín hacia EDAR I3: Impulsión EBAR Montenegral Alto hacia EDAR
EDAR	1	Pretratamiento, aireación prolongada y desinfección
EBAR	3	EBAR El Secadero, EBAR San Martín y EBAR Montenegral Alto

La población estimada de cálculo se detalla en el *Anejo 6. Planeamiento urbanístico* y se resume en la siguiente tabla.

	2018	**2033**	**2043**
Población invierno	4,018	5.347	5.788
Población verano	5,056	6,744	7,385
Coeficiente de estacionalidad	*1.26*	*1.26*	*1.28*

Respecto a los caudales, se ha considerado una dotación de abastecimiento de 300 l/hab/d, que resulta en una de saneamiento de 255 l/hab/d. La justificación y detalle del cálculo pueden consultarse en el apartado 5 del *Anejo 6. Planeamiento urbanístico.* Con relación a los coeficientes, para el caudal mínimo se ha considerado el mínimo medio obtenido en la campaña, 0,4. Por su parte, para el caudal máximo se ha estimado un coeficiente medio de 2,8, coincidente con el máximo horario obtenido en la campaña.

Por su parte, para la contaminación se ha establecido una carga mínima de diseño de 60 g DBO/hab/d al arrojar los resultados de la campaña resultados inferiores. La justificación de las concentraciones de diseño y los resultados de la campaña de analíticas realizada se recogen en el anejo 3. *Estudio y caracterización del vertido*

La EDAR ha sido diseñada a 15 años vista, es decir, considerando los caudales futuros a 2033 y, dentro de estos, la situación más desfavorable que es la de la época estival. Por su parte, para los colectores se ha ampliado el horizonte de diseño a 25 años (2043).

Los datos de partida (caudal y contaminación) para el diseño de las instalaciones son los que figuran en la siguiente tabla:

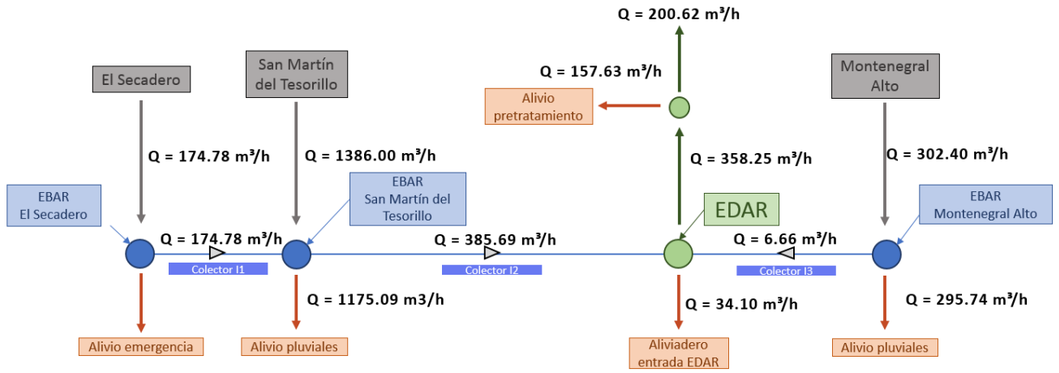
		Año Actual (2018)		**Año horizonte (2033)**		**Año horizonte (2043)**	
		Invierno	**Verano**	**Invierno**	**Verano**	**Invierno**	**Verano**
Población							
Población	(hab)	4.018	5.056	5.347	6.744	5.788	7.385
Población equivalente	(h-e)	4.018	5.056	5.347	6.744	5.788	7.385
Caudales							
Dotación saneamiento	(l/hab/d)	255,00	255,00	255,00	255,00	255,00	255,00
Caudal diario	(m^3/d)	1.024,59	1.289,39	1.363,49	1.719,60	1.475,94	1.883,26
Caudal medio	(m^3/h)	42,69	53,72	56,81	71,65	61,50	78,47
Factor punta adoptado		2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Caudal punta biológico	(m^3/h)	119,54	150,43	159,07	200,62	172,19	219,71
Coeficiente caudal máximo		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Caudal máximo pretratamiento	(m^3/h)	213,46	268,62	284,06	358,25	307,49	392,35
DBO5							
Carga unitaria (*)	(g/hab/d)	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**
Carga	(kg/d)	241,08	303,39	320,82	404,61	347,28	443,12
Concentración	(mg/l)	235,29	235,29	235,29	235,29	235,29	235,29
Población equivalente	(hab-eq)	4.018	5.056	5.347	6.744	5.788	7.385
DQO							
Carga unitaria	(g/hab/d)	**133,33**	**133,33**	**133,33**	**133,33**	**133,33**	**133,33**
Carga	(kg/d)	**535,73**	**674,19**	**712,93**	**899,13**	**771,73**	**984,71**
Concentración	(mg/l)	522,88	522,88	522,88	522,88	522,88	522,88
SS							
Carga unitaria	(g/hab/d)	**48,00**	**48,00**	**48,00**	**48,00**	**48,00**	**48,00**
Carga	(kg/d)	**192,86**	**242,71**	**256,66**	**323,69**	**277,82**	**354,50**
Concentración	(mg/l)	188,24	188,24	188,24	188,24	188,24	188,24
Nitrógeno NTK							
Carga unitaria	(g/hab/d)	**17,09**	**17,09**	**17,09**	**17,09**	**17,09**	**17,09**
Carga	(kg/d)	**68,65**	**86,39**	**91,35**	**115,21**	**98,89**	**126,18**
Concentración	(mg/l)	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00
Fósforo							
Carga unitaria	(g/hab/d)	**0,97**	**0,97**	**0,97**	**0,97**	**0,97**	**0,97**
Carga	(kg/d)	**3,89**	**4,90**	**5,18**	**6,53**	**5,61**	**7,16**
Concentración	(mg/l)	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Temperatura agua							
Temperatura agua	ºC	10,00	27,00				

El efluente de salida, una vez tratado en la EDAR, cumplirá:

	unidades	*Rendimientos*		Concentración (mg/l)	
DBO_5	mg/l	rdto. entre	70-90%	menor que	25.00
DQO	mg/l	rdto. mayor a	75%	menor que	125.00
SS	mg/l	rdto. mayor a	90%	menor que	35.00
Nitrógeno total	mg/l	rdto. entre	70-80%	menor que	15.00
Fósforo total	mg/l	rdto. mayor a	80%	menor que	2.00

Además de ello, el agua será clara, incolora e inolora

Por último, en el siguiente gráfico se resumen los caudales a vehicular en las obras proyectadas. El cálculo del caudal de pluviales aferente a las EBAR se detalla en el *Anejo 7. Estudio de inundabilidad.*



3. COLECTORES

3.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

Se propone ubicar la EDAR en la parcela 23 del polígono 12, la cual se emplaza 3.3 km al oeste de San Martín del Tesorillo y El Secadero, 0.6 km al este de Montenegral Alto y 0.3 km al norte de la carretera A-2101. La misma quedaría en la margen izquierda del rio Hozgarganta, fuera de la zona inundable para avenidas de 500 años de periodo de retorno.

Para ello, se requiere una longitud total de 5.6 km de colectores que agrupen los vertidos de San Martín del Tesorillo y El Secadero, por un lado, y Montenegral Alto, por otro, hasta conducirlos a la instalación. Debido a la inundabilidad de la zona, son necesarias tres estaciones de bombeo para impulsar el agua residual hasta la cota de implantación de la EDAR. A continuación, se describen las actuaciones, las cuales quedan graficadas en el *Documento 2. Planos* de este proyecto, en concreto, en el segundo capítulo.

3.1.1 Agrupación PV2 y PV3 en El Secadero. Colectores G1, G2, G3 e I1

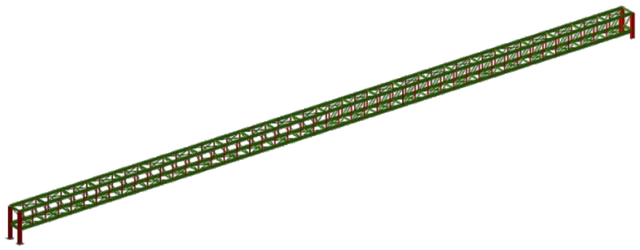
Para recoger el PV2 del El Secadero se interceptará la red de residuales existente antes del vertido al río Guadiaro. El agua residual urbana (ARU) se vehiculará entonces hasta la EBAR Secadero a través de una conducción de PVC DN 315 mm de 145,90 metros de longitud (colector G1).

Para ello será necesario llevar a cabo una hinca de 23,90 metros bajo la carretera A-2102, así como un cruce bajo el arroyo Hondacavada. La profundidad máxima de excavación será de 5,30 metros, tras el

cruce subfluvial, y la mínima 3,35 antes del cruce. El pozo de ataque de la hinca se encuentra a una profundidad de 5,35 metros y el de recepción a 3,45. Para la ejecución de este tramo se prevé afectar la red de pluviales que discurre paralela a la de residuales.

Por otro lado, el PV3 se interceptará 55 metros antes del vertido al arroyo Hondacavada. Desde este punto se vehiculará hasta la EBAR Secadero mediante una conducción de PVC DN 500 mm y 22,47 metros de longitud (colector G2). Se ha previsto un alivio de emergencia en la instalación, que verterá al arroyo según una conducción de PVC DN 500 mm y 25,23 metros de longitud (colector G3).

Una vez agrupados los dos vertidos en el bombeo, el agua residual urbana (ARU) se impulsará hasta la EBAR San Martín del Tesorillo a través de una conducción de PEAD PN10 DN 250 de 564,02 metros de longitud, la cual cruzará sobre el río Guadiaro (colector I1). Para ello se ha previsto una cercha, de estructura metálica, compuesta por perfiles HEB-240 en los cordones superior e inferior y tubulares en los montantes y diagonales. La distancia entre apoyos de la estructura es de 72 metros.



3.1.2 Agrupación PV1 San Martín con vertidos de El Secadero. Colectores G4, G5 e I2.

En la EBAR San Martín se unirá el ARU de este núcleo con el de El Secadero. Para ello, será necesario interceptar la red de saneamiento de San Martín en las inmediaciones de la depuradora abandonada (ubicación de la nueva EBAR), vehiculándose el caudal hasta el bombeo mediante una conducción de PVC DN 600 de 34,48 metros de longitud (colector G4). Desde este nuevo bombeo se impulsará la totalidad del caudal de San Martín y El Secadero hasta la Estación de Depuración de Aguas Residuales (EDAR) mediante un tubo de PEAD PN10 DN 400 de 3.636 metros de longitud (colector I2). Los primeros 500 metros de esta conducción discurren por el casco urbano de San Martín, por lo que se prevé la afectación a las redes de abastecimiento, saneamiento, telefonía y electricidad. El resto del trazado se dispone en zona rural. A partir del pk 2+300 y hasta 400 metros antes de la llegada a la EDAR (pk 3+200), la traza de la tubería queda contigua al canal de riego El Esparragal, siendo necesario llevar a cabo la reposición del mismo en algunos tramos. Las profundidades de excavación de esta impulsión están comprendidas entre 1,5 y 2 metros, con un máximo de 3 en los cruces bajo el citado canal de riego.

3.1.3 Agrupación PV4 Montenegral hasta EDAR. Colectores G6, G7 e I3.

Respecto a Montenegral Alto (pedanía perteneciente a San Martín del Tesorillo), se intercepta la red existente, desviándose el caudal hasta una arqueta de bombeo mediante una conducción de PVC DN 315 mm de 16,20 metros de longitud (colector G6). El alivio del bombeo se volverá a conectar a la red existente mediante un tubo de PVC DN 315 mm y 5 metros de longitud (colector G7). Desde esta EBAR se impulsará el agua residual hasta la EDAR mediante una conducción de PEAD DN 90 mm y 1.123,42 metros (colector I3). Para ello se deberá cruzar la carretera A-2101 mediante una hinca, la cual se aprovechará también para el paso del emisario de vertido del agua depurada al río Hozgarganta.

Los primeros 250 metros del colector I2 discurren por zona urbana, por lo que se prevé la afectación a las redes de abastecimiento, saneamiento, telefonía y electricidad.

3.1.4 Emisario de vertido a cauce. Colector G8.

La restitución del agua depurada se realizará al río Hozgarganta, mediante una conducción de PVC DN 500 mm y 300,27 metros de longitud (colector G8). El cruce de la carretera A-2101 se ejecutará con una hinca común para este colector y para el I3.

3.1.5 Secciones tipo de zanja para la instalación de tuberías

Se distinguen distintos tipos de zanja, tal y como puede verse en los planos adjuntos, dependiendo de si el trazado discurre bajo terreno natural o bajo camino pavimentado, y de si la zanja alberga una o varias conducciones.

Para excavaciones en terreno natural, de menos de 3 metros de profundidad, se ha previsto una zanja con taludes 1:3 (H:V), con un ancho en la base de la excavación igual al diámetro del tubo y 35 cm a cada lado. Ante excavaciones mayores, será necesario ejecutar una berma de 1,50 m de ancho y posteriormente continuar con zanja entibada hasta alcanzar la profundidad máxima de excavación. En el caso de zanjas en zona urbana o bajo caminos existentes en los que el movimiento de tierras pueda afectar el cerramiento de las parcelas, la excavación será con taludes verticales y entibada en toda su altura. Para el relleno se empleará material procedente de la excavación de tamaño menor a 50 mm compactado al 95% PN. Los 30 cm por encima de la clave del tubo se rellenarán con gravilla 12/20 de machaqueo de 15 cm al 98% PM y los 15 cm bajo el tubo con arena, material granular o cantos rodados limpios de tamaño inferior a 15 mm. En el caso de zanjas compartidas para dos o más tuberías, se respetará una distancia en planta mínima de 50 cm.

3.1.6 Pozos de registro

Los pozos de registro serán de 1.200 mm de diámetro. Para su correcta ejecución se dispondrá una cimentación de hormigón armado sobre la que se apoyan los anillos de hormigón prefabricado que conformarán el pozo de registro.

3.2. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Los principales datos requeridos para el cálculo hidráulico y mecánico de las conducciones anteriormente descritas son:

Tramo	Longitud	Qmax (l/s)	Prof. max (m)	Prof. min (m)	Talud zanja	Material tubería	Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)
G1	145.9	48.45	5.83	3.33	3:1	PVC	315	285
G2	22.47	-	2.69	2.01	Entibada	PVC	500	452.2
G3	25.23	48.45	2.39	0.76	3:1	PVC	500	452.2
G4	34.98	385	2.03	1.86	Entibada	PVC	630	590
G5	40.92	385	2.11	1.63	3:1	PVC	630	590
G6	16.2	105	2.1	1.04	3:1	PVC	315	285
G7	5.16	105	0.7	0.67	3:1	PVC	315	285
G8	300.27	269	3.05	1.11	3:1	PVC	500	452.2
I1	492.43	48.54	1.65	1.26	3:1	PEAD	250	194.8
	72		-	-	3:1	FD	250	250
I2	3636	58.58	3.24	1.31	3:1	PEAD	400	352.6
			2.22	1.39	Entibada			
I3	1122.8	1.84	1.62	1.03	3:1	PEAD	90	79.2
			1.36	1.10	Entibada			

3.3. CÁLCULO HIDRÁULICO COLECTORES POR GRAVEDAD

En este apartado se definen, en primer lugar, los criterios de cálculo e hipótesis empleadas para el dimensionamiento de los colectores por gravedad. Posteriormente, se exponen los resultados del cálculo realizado. El cálculo de las impulsiones se detalla en el apartado 4.

3.3.1 Parámetros de cálculo

Como criterio general, en el caso de tuberías funcionando parcialmente llenas, se ha limitado el **porcentaje de llenado a un 85%.** Respecto a la velocidad, esta no deberá ser superior a 7 m/s (al ser tuberías plásticas) para evitar el desgaste del material, e inferior a 0,45 m/s para que no se produzca sedimentación.

Para el cálculo del caudal máximo se tendrá en cuenta el caudal de pluviales incorporado en la red municipal y que se aliviará, principalmente, en la entrada a los bombeos de Montenegral Alto y San

Martín. Tal y como se ha mencionado anteriormente, El Secadero cuenta con red separativa, por lo que el alivio dispuesto en el bombeo es solo de emergencia.

Para poder realizar los cálculos de las tuberías en gravedad, por la simplicidad y por el considerable volumen de datos experimentales disponibles para estimar el coeficiente de rozamiento, se ha optado por emplear la formulación de Manning:

$$v = \frac{{R_h}^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

siendo,

v, la velocidad en la sección
R_h, el radio hidráulico de la sección
S, la pendiente de la solera (asumiendo flujo uniforme)
n, coeficiente de pérdidas establecido en función del material del canal o tubería

El diseño de los colectores se realiza para el año horizonte año 2043, considerando el caudal en época estival. Tal y como se explica en el *Anejo 6. Planeamiento urbanístico*, **los coeficientes para caudal mínimo y punta de residuales son, respectivamente, 0,4 y 2,8.** En la siguiente tabla quedan desglosados los caudales que aporta cada núcleo urbano, así como el total, para el año horizonte 2043.

Caudales verano 2043	San Martín	Secadero	Montenegral Alto	
Coef. Qmin	0.4	0.4	0.4	
Coef. Qpunta	2.8	2.8	2.8	
Coef. Qmax	5	5	5	**TOTALES 2043**
Qmed (m³/h)	42.18	34.96	1.33	**78.47**
Qmin (m³/h)	16.87	13.98	0.53	**31.39**
Qpunta (m³/h)	118.11	97.88	3.72	**219.70**
Qmax (m³/h)	210.91	174.78	6.66	**392.35**

Tal y como se ha avanzado anteriormente, según la información recibida por parte del ayuntamiento el alcantarillado de El Secadero es separativo, recibiéndose exclusivamente las pluviales de los tejados. No obstante, aguas arriba del punto en que se recoge el ARU para ser conducida a la EBAR, existe un aliviadero, por lo que al bombeo solo llegará el caudal punta de residuales más el caudal excedente que se escape antes del alivio. Así pues, el colector G1 se ha dimensionado para un caudal máximo de 5 veces el caudal medio a 2043, lo cual tiene en cuenta la dilución mencionada. Para este caudal, se ha comprobado que el diámetro de la red existente (Ø315 mm) sea suficiente.

Respecto al segundo vertido de El Secadero (PV3), según la información recibida por parte del ayuntamiento y lo observado en la campaña, esta red procede de un antiguo aliviadero (fuera de servicio actualmente) y al que tan solo acometen algunas viviendas. Se ha respetado el diámetro existente hasta la llegada a la EBAR.

En el caso de San Martín, la situación es diferente, pues la red de alcantarillado es unitaria. Así pues, es preciso conocer el caudal de pluviales de la cuenca urbana asociada, con objeto de garantizar el buen funcionamiento de los colectores y elementos de alivio del bombeo durante episodios de tormenta. Estos cálculos se detallan en el *anejo 7. Estudio de inundabilidad,* en donde resulta un caudal total de 1.800 l/s para 10 años de periodo de retorno, lo cual es superior a la capacidad real del tubo existente: hormigón DN 600.

Así pues, se ha optado por calcular el colector G4 y el aliviadero asociado considerando el caudal máximo que es capaz de vehicular la red existente. Este se ha obtenido sabiendo que la conducción existente tiene 600 mm de diámetro y una pendiente del 0.34%, y considerando una rugosidad de 0,013 y un porcentaje máximo de llenado del 95%. Con esto se tiene un caudal máximo de 385 l/s.

Respecto a Montenegral Alto, se ha procedido de forma similar a lo mencionado en San Martín del Tesorillo. La red es unitaria y ha sido preciso calcular el caudal de pluviales asociado a la cuenca urbana. Al ser esta cantidad teórica superior a la capacidad real de la red, se ha considerado el máximo que es capaz de circular por el colector existente de 315 mm de diámetro, 0.62% de pendiente, rugosidad de 0,011 y un porcentaje máximo de llenado del 95%. Con esto se tiene un caudal máximo de 84 l/s.

Teniendo presentes estas consideraciones, los caudales de cálculo para cada tramo serán los siguientes:

Colector	Q_{min} (l/s)	Q_{punta} (l/s)	Q_{max} (l/s)
G1	3.88	27.19	48.55
G3	48.55	48.55	48.55
G4	4.68	32.80	385.00
G5	385.00	385.00	385.00
G6	0.15	1.03	84.00
G7	84.00	84.00	84.00
G8	21.52	150.64	269.00

3.3.2 Comprobación

Siguiendo la formulación expuesta anteriormente, a continuación, se presenta una tabla resumen con los datos de diseño de los colectores de agrupación de vertidos y emisario, así como con sus resultados de capacidad y velocidad (tanto a caudal máximo como a caudal mínimo). Para cada colector se ha analizado la pendiente máxima y mínima.

COMPROBACIÓN DE COLECTORES A CAUDAL MÁXIMO:

								CAUDAL MÁXIMO DISEÑO						
Colector	**Longitud (m)**	**Diámetro Exterior (mm)**	**Diámetro Interior (mm)**	**Pendiente (m/m)**	**Material**	**Coeficiente Manning**	**Caudal máximo cálculo (l/s)**	**Área Mojada (m²)**	**Perímetro mojado (m)**	**Radio hidráulico (m)**	**Ángulo mojado**	**Velocidad (m/s)**	**Calado (m)**	**Capacidad**
G1	145.90	315	285	0.005	PVC	0.009	48.55	0.03	0.47	0.07	188.63	**1.39**	0.15	**53.76%**
	145.90	315	285	0.003	PVC	0.009	48.55	0.04	0.53	0.08	211.22	**1.14**	0.18	**63.45%**
G3	25.23	500	452.2	0.005	PVC	0.009	48.55	0.04	0.50	0.07	126.94	**1.36**	0.13	**27.67%**
G4	34.98	630	590	0.0023	PVC	0.009	385.00	0.23	1.27	0.18	246.79	**1.69**	0.46	**77.52%**
G5	40.92	630	590	0.003	PVC	0.009	385.00	0.20	1.16	0.17	225.93	**1.90**	0.41	**69.51%**
G6	16.20	315	285	0.03	PVC	0.009	84.00	0.03	0.41	0.07	166.20	**3.12**	0.13	**43.99%**
G7	5.16	315	285	0.005	PVC	0.009	84.00	0.05	0.62	0.09	251.28	**1.54**	0.23	**79.14%**
G8	300.27	500	452.2	0.064	PVC	0.009	269.00	0.05	0.57	0.09	143.58	**5.49**	0.16	**34.37%**
	300.27	500	452.2	0.005	PVC	0.009	269.00	0.13	0.95	0.14	239.57	**2.08**	0.34	**74.84%**

COMPROBACIÓN DE COLECTORES A CAUDAL MÍNIMO:

								CAUDAL MÍNIMO DISEÑO						
Colector	**Longitud (m)**	**Diámetro Exterior (mm)**	**Diámetro Interior (mm)**	**Pendiente (m/m)**	**Material**	**Coeficiente Manning**	**Caudal mínimo cálculo (l/s)**	**Área Mojada (m²)**	**Perímetro mojado (m)**	**Radio hidráulico (m)**	**Ángulo mojado**	**Velocidad mínima (m/s)**	**Calado (m)**	**Capacidad**
G1	145.90	315	285	0.005	PVC	0.009	3.88	0.006	0.22	0.03	88.99	**0.68**	0.04	**14.34%**
	145.90	315	285	0.003	PVC	0.009	3.88	0.007	0.23	0.03	94.07	**0.56**	0.05	**15.92%**
G3	25.23	500	452.2	0.005	PVC	0.009	48.55	0.035	0.50	0.07	125.93	**1.35**	0.12	**27.27%**
G4	34.98	630	590	0.0023	PVC	0.009	4.68	0.010	0.33	0.03	65.00	**0.51**	0.05	**7.83%**
G5	40.92	630	590	0.003	PVC	0.009	385.00	0.202	1.16	0.17	225.60	**1.90**	0.41	**69.38%**
G6	16.20	315	285	0.03	PVC	0.009	0.15	0.001	0.13	0.01	51.10	**0.84**	0.01	**4.89%**
G7	5.16	315	285	0.005	PVC	0.009	84.00	0.054	0.62	0.09	251.28	**1.54**	0.23	**79.14%**
G8	300.27	500	452.2	0.064	PVC	0.009	21.52	0.008	0.29	0.03	73.01	**2.60**	0.04	**9.81%**
	300.27	500	452.2	0.005	PVC	0.009	21.52	0.020	0.40	0.05	100.85	**1.07**	0.08	**18.14%**

Colectores de agrupación de vertidos y emisarios de vertido:

ZONA 1

ZONA 3

ZONA 2

3.4. CÁLCULO MECÁNICO

Una vez dimensionadas las tuberías y definido el trazado en planta y alzado, es preciso realizar un cálculo mecánico de las conducciones enterradas para valorar los esfuerzos mecánicos que se transmiten a la tubería por la acción de las distintas cargas externas actuantes. Para garantizar el correcto cálculo se seguirá el siguiente procedimiento:

- Definición de la normativa de aplicación
- Análisis de las condiciones mecánicas de los tubos
- División en tramos con características homogéneas (material, diámetro, profundidades y cargas).
- Descripción de los parámetros de cálculo
- Comprobación

Adicionalmente, se comprobarán los sobreesfuerzos que se generan en las conducciones de impulsión debido a cambios de alineación en planta o alzado. Se calcularán, en caso necesario, los macizos de anclaje.

3.4.1 Tubos de PVC

La solicitación condicionante en un tubo de PVC enterrado puede ser el estado tensional, las deformaciones o el pandeo. En el primer caso, debe comprobarse que, actuando únicamente las acciones externas al tubo, el coeficiente de seguridad C a largo plazo para las tensiones tangenciales a flexotracción en clave, riñones y base es superior al valor admisible, conforme a los valores indicados en la tabla del apartado 5 de la UNE 53.331 IN.

	Tensión tangencial de diseño a flexotracción (N/mm²)
Corto plazo	90
Largo plazo	50

	Coeficiente de seguridad C
Clase de seguridad A	2,50
Clase de seguridad B	2,00

Tal y como se recoge en la *Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano* elaborada por el CEDEX, ante la actuación única de las acciones exteriores, puede ser limitante tanto el estado deformacional como el tensional (cuando el relleno de la zanja está poco o mal compactado suelen condicionar las deformaciones y, en caso contrario, las tensiones).

Por su parte, en la comprobación de las deformaciones debe verificarse que, actuando únicamente las acciones externas al tubo, la deformación producida es inferior al 5% del diámetro del tubo. Por último, en cuando al pandeo, debe comprobarse que, actuando únicamente las acciones externas al tubo, el coeficiente de seguridad C frente al pandeo alcance al menos los valores indicados en la tabla anterior.

Cabe destacar que la norma UNE 53.331 IN considera la metodología de cálculo de la norma alemana ATV-A 127. Este método, tal y como se explica en *Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano* elaborada por el CEDEX, tiene un desarrollo muy complejo, razón por la que el dimensionamiento suele hacerse mediante aplicaciones informáticas, en este caso la de AseTUB.

En la UNE 53.331 IN, la clase de seguridad A corresponde al caso general (amenaza de capa freática, reducción de servicio o fallos con consecuencias económicas notables), mientras que la clase B es para los casos especiales (sin amenazas de capa freática, débil reducción de servicio o fallos con consecuencias económicas poco importantes).

3.4.1.1 Comprobación del estado tensional

La determinación de las tensiones tangenciales se realiza mediante la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{N}{S} \pm \frac{M100}{W} \alpha_k 10$$

donde:

M es la suma de momentos por unidad de longitud

N es la suma de fuerzas axiles por unidad de longitud

S es el área de la sección longitudinal de la pared del tubo por unidad de longitud (cm^2/m)

S = 100e

W es el momento resistente de la sección (cm^3/m)

$W = 100e^2/6$

α_k es un factor de corrección por curvatura, que tiene en cuenta las fibras periféricas interiores, α_{ki}, y las exteriores, α_{ke}

$$\alpha_{ki} = 1 + \frac{1}{3}\frac{e}{r_m} \qquad \alpha_{ke} = 1 - \frac{1}{3}\frac{e}{r_m}$$

Los momentos y axiles son los correspondientes a todas las acciones del terreno (carga vertical, carga horizontal y reacción horizontal) y gravitatorias (peso propio del tubo y peso del agua contenida en su interior). La obtención de cada uno de ellos queda detallada en la normativa.

En el apéndice 1 se recogen los resultados del estado tensional para cada uno de los casos analizados.

3.4.1.2 Comprobación de la deformación

Como se ha comentado, debe verificarse que la deformación producida es inferior al 5% del diámetro del tubo:

$$\delta = |C_v| \frac{q_{vt} - q_h}{S_t} \cdot 100$$

siendo,

δ, la deformación vertical a largo plazo, en %
Cv, el coeficiente de deformación, que depende del ángulo de apoyo y del coeficiente de reacción del relleno de la cama del tubo
q_{vt}, presión vertical total sobre el tubo, en kN/m²
q_h, presión lateral de tierras, en kN/m²
S_t, rigidez a largo plazo del tubo, en N/mm²

$$S_t = \frac{E_t}{12} \cdot \left(\frac{e}{r_m}\right)$$

Et, módulo de elasticidad a largo plazo del tubo (N/mm²)
E, espesor de la pared del tubo, en mm
r_m, radio medio del tubo, en mm
DN, diámetro nominal del tubo, en mm

En el apéndice 1 se recogen los resultados de la deformación obtenida para cada uno de los casos analizados.

3.4.1.3 Comprobación del pandeo

El coeficiente de seguridad C frente al pandeo se define como el cociente entre la carga crítica de pandeo (N/mm²) y la presión vertical total sobre el tubo (kN/m²):

$$C \leq \frac{P_{crit}}{q_{vt}} .$$

La carga crítica de pandeo se define como:

$$P_{crit} = 2 \cdot \sqrt{S_t \cdot S_{sh}}$$

siendo,

S_t la rigidez circunferencial específica a largo plazo, en N/mm²
S_{sh}, la rigidez horizontal del relleno hasta la clave del tubo, en N/mm²

En el apéndice Nº 1 se recogen los resultados de la deformación obtenida para cada uno de los casos analizados.

3.4.2 Tubos de polietileno

De acuerdo a lo indicado en la *Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión elaborada por el CEDEX, l*a comprobación mecánica de un tubo de polietileno sigue los mismos principios que la de un tubo de PVC. La única diferencia es que, mientras que en un tubo de PVC-U la hipótesis pésima de carga casi siempre corresponde al estado tensional causado o bien por la presión o por la combinación con acciones externas, en los tubos de PE la deformación queda condicionada por las cargas exteriores, ya sean solas o combinadas con la presión interior.

Se deben comprobar:

- Que, actuando conjuntamente las acciones externas y la presión interna, el coeficiente de seguridad C a largo plazo para los esfuerzos tangenciales a flexotracción en clave, riñones y base, sea superior al valor admisible, conforme a los valores indicados en la siguiente tabla. Asimismo, la deformación producida deberá ser inferior al 5% del diámetro del tubo.

	Tensión tangencial de diseño a flexotracción (N/mm²)
Corto plazo	30,00
Largo plazo	14,40

	Coeficiente de seguridad C
Clase de seguridad A	2,50
Clase de seguridad B	2,00

- Que, actuando únicamente las acciones externas (terreno, sobrecargas móviles o fijas y otras, si existen), se cumpla lo indicado en el punto anterior.
- Que, actuando tanto las acciones externas al tubo como las posibles presiones internas negativas, se cumpla lo indicado en el punto anterior.

En el apéndice Nº 2 se recogen los resultados de la deformación obtenida para la conducción analizada.

3.4.3 Anclajes

En tuberías de impulsión es preciso calcular los empujes que se generan debido a la presión hidráulica en los cambios de dirección (tanto en planta como en alzado). En caso de ser necesario, deben proyectarse los correspondientes macizos de anclaje que permitan la sujeción y apoyo de los tubos y piezas especiales.

Los esfuerzos (o empujes) sobre las tuberías se producen por:

- Cambios de alineación en planta: codos o derivaciones del flujo, es decir, tes a 90º ó 45º, etc.
- Cambios de alineación en alzado, es decir, codo vertical, que puede ser a su vez convexo (punto alto) o cóncavo (punto bajo).
- Elementos que obturen el flujo, como son las válvulas de seccionamiento o las bridas.
- Fuertes pendientes.

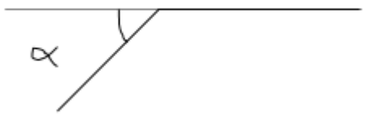
En nuestro caso nos limitaremos a calcular los cambios de alineación en planta (mayores a 45º) en los tres tramos de impulsión, pues el trazado en alzado es regular y no presenta cambios bruscos de pendiente.

El valor de empuje que se produce en un codo de ángulo α pude estimarse mediante la siguiente expresión:

$$E = 2 \cdot A \cdot P \cdot \mathrm{Sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Siendo:

E = empuje en la dirección de la bisectriz del codo, en toneladas.
A = sección de la tubería en m2.
P = carga de agua en m.
α = ángulo en el codo (ver croquis)



La presión de cálculo de la tubería (P) debe ser la máxima presión que se pueda ver sometida en un momento determinado, esto es, cuando se produce el golpe de ariete. Esto dependerá de la ubicación del anclaje.

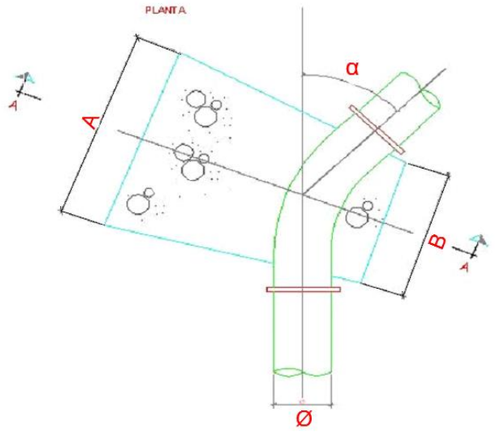
El empuje del terreno deberá ser menor que la suma del rozamiento impuesto por el macizo de anclaje y el empuje pasivo del terreno.

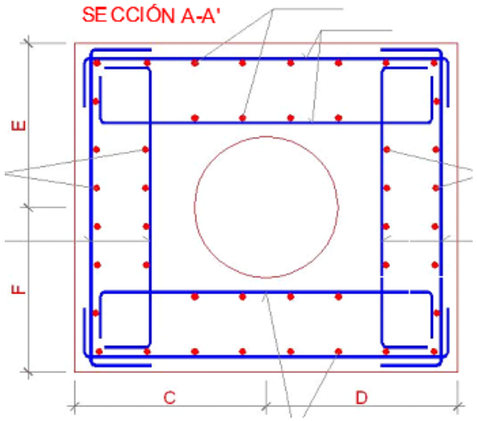
3.4.3.1 Empuje pasivo del terreno:

Se ha considerado la contribución del terreno adyacente al anclaje mediante el correspondiente empuje pasivo que desarrolla la cara trasera del anclaje en contacto con el terreno.

Según la teoría de Coulomb, el empuje (E_H) viene dado por:

$$E_H = \gamma * \frac{H^2}{2} * k_p$$ siendo $$k_p = tg^2(45 + \frac{\varphi}{2})$$ y H la altura del macizo (F+E en la siguiente figura)





Sustituyendo los valores en la fórmula anterior, la fuerza de empuje pasivo del terreno será:

$$F_H = \gamma * \frac{(E+F)^2}{2} * k_p * A$$

3.4.3.2 Rozamiento del anclaje con el terreno:

En general, la expresión correspondiente a la fuerza de rozamiento generada responde al producto de un coeficiente de rozamiento por la normal al plano de deslizamiento:

$$R = \mu * N$$

siendo
μ = tg ø; con ø= ángulo de rozamiento hormigón-terreno
N el peso del anclaje.

Se ha adoptado un coeficiente de seguridad de 1.5 por lo que la fuerza de rozamiento desarrollada en la base del anclaje sería:

$$F_{roz} = \frac{\mu \cdot N}{1.5}$$

3.4.3.3 Equilibrio de fuerzas

Tal y como se ha avanzado anteriormente, para el equilibrio de todas las fuerzas se tiene que cumplir que el empuje debido a la presión hidráulica (E) sea menor que la suma del empuje pasivo del terreno y la fuerza de rozamiento del anclaje:

$$E \leq FH + F_{roz}$$

E, empuje en el codo

FH, empuje pasivo del terreno

F_{roz}, fuerza de rozamiento del anclaje con el terreno

En el apéndice 3 se recoge una tabla con los empujes analizados en cada punto singular.

3.4.4 Resultados cálculo mecánico

Tras los cálculos realizados se ha podido verificar qué características deben presentar las diferentes conducciones proyectadas y cómo debe ser su instalación para que el comportamiento mecánico de los tubos sea el deseado, sin que se vea comprometida su resistencia.

Las tuberías de PVC deben ser de pared estructurada, doble capa, lisa interior y corrugada exterior, de rigidez SN8 (≥ 8 kN/m²) y debe instalarse en zanja sobre cama de arena, con tubo apoyado según ángulo de 90°.

Respecto a las **conducciones de PE**, esta será de tipo PE-100 con una presión nominal de 16 bar, a ejecutar según el mismo tipo de instalación en zanja que la indicada para el PVC.

Cabe destacar que en los codos mayores a 45° de las dos conducciones de impulsión deberán instalarse unos macizos de anclaje de las siguientes características:

TIPO	DIMENSIONES							VOLUMEN (m³)
	Colector	A(m)	B (m)	C (m)	D (m)	E (m)	F (m)	
HI	I1	0.5	0.35	0.4	0.2	0.35	0.35	0.15
HII	I2	0.5	0.35	0.4	0.2	0.4	0.4	0.14
HIII	I3	0.5	0.35	0.4	0.2	0.35	0.35	0.18

4. ESTACIONES DE BOMBEO

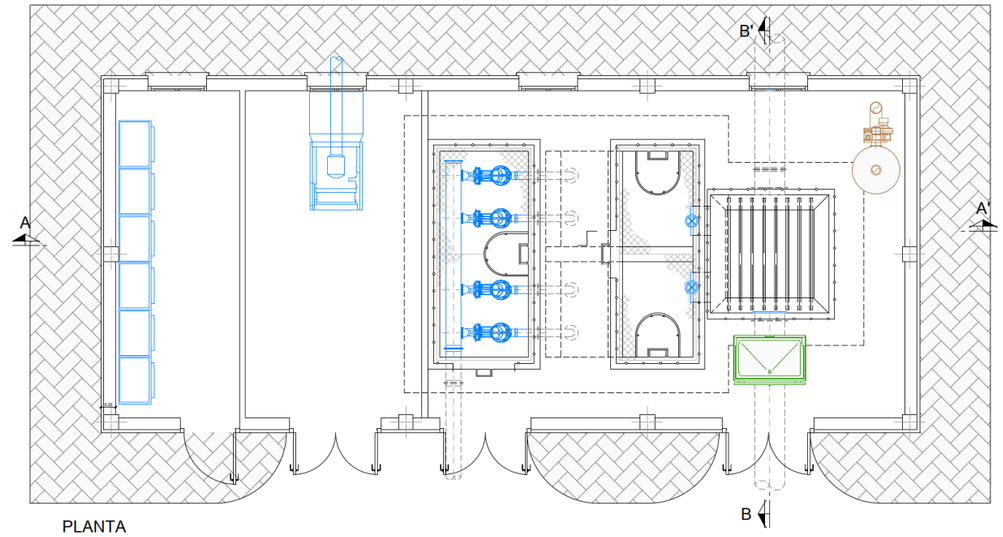
4.1. RESUMEN RESULTADOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Para la correcta agrupación de los vertidos se han dispuesto un total de tres estaciones de bombeo. A continuación, se detallan las principales características:

EBAR e impulsión		Altura geométrica	Pérdidas por fricción J	Pérdidas locales	Altura total	Q
		m	mca/km	mca	mca	l/s
El Secadero	I1	0.40	3.93	0.66	4.99	48.55
San Martín	I2	14.20	10.98	0.49	25.67	107.14
Montenegral	I3	2.90	12.73	0.29	15.91	1.84

4.1.1 EBAR Secadero

Se propone instalar la EBAR en la explanada del recinto ferial, referencia catastral 29041A015000120000KI correspondiente al polígono 15 parcela 12 de Honda Cavada, Casares (Málaga). Este emplazamiento coincide con la misma ubicación en donde estaba planteado el tanque de tormentas y bombeo del proyecto *SANEAMIENTO INTEGRAL BARRIADA EL SECADERO (T.M. CASARES).*



La EBAR consta de un desbaste previo, según pozo de gruesos, y una cántara de bombeo. Estas dos se comunican a través de un hueco en el que se ha previsto la instalación de una reja de 30 mm de paso para evitar la colmatación de los equipos de bombeo.

Se ha contemplado la instalación de las bombas en seco y la partición del pozo húmedo, con objeto de facilitar las labores de mantenimiento. En el pozo se han instalado 4 equipos con una configuración 3 + 1R. El funcionamiento de las bombas se ha previsto con un máximo de 6 arranques/hora, con una potencia unitaria nominal de 3,04 kW, capaces de elevar un caudal unitario de 16,18 l/s a una altura manométrica de 10 mca.

La estación de bombeo se alberga en el interior de un edificio para facilitar su integración urbana. Del mismo modo, se incluye una instalación de desodorización para evitar las molestias por malos olores a la población cercana. Se ha dispuesto asimismo una sala para albergar los cuadros de control, así como otra para el grupo electrógeno. Este último garantizará el funcionamiento de la instalación ante posibles fallas en el suministro eléctrico.

Se ha previsto un alivio de emergencia al arroyo de Hondacavada (colector G3). Como ya se ha comentado anteriormente, debido a que la red del núcleo es separativa, no se prevén aportes significativos de pluviales que condicionen el funcionamiento de la instalación, por lo que cualquier alivio será esporádico y estará relacionado con paros en la instalación. Para evitar el vertido de sólidos y flotantes a cauce, se ha dispuesto una reja con luz de paso de 30 mm en la salida del tubo, la cual tiene lugar desde la propia cántara del pozo de gruesos.

En el apartado 4.3 se detalla el dimensionamiento de la cántara de bombeo y equipos asociados a la instalación.

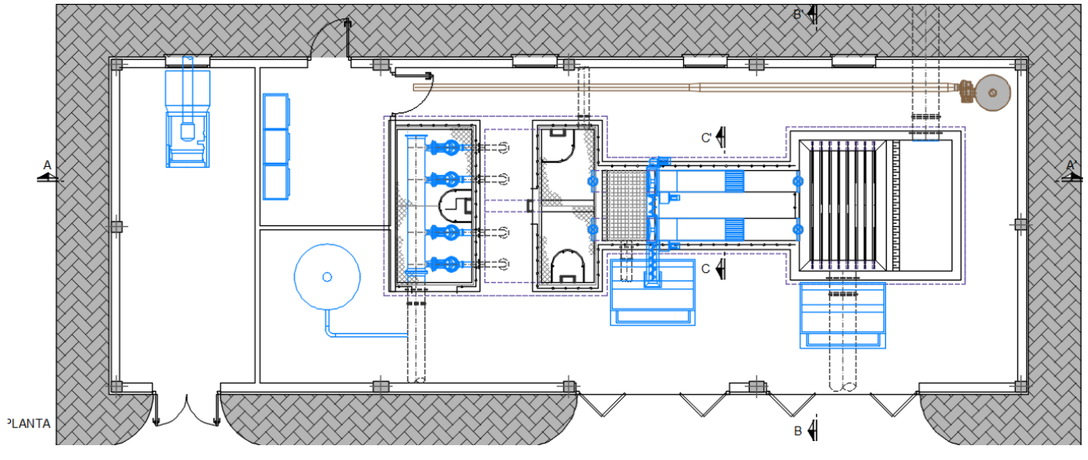
4.1.2 EBAR San Martín del Tesorillo

Este bombeo se ubica en la parcela de la antigua depuradora del pueblo, referencia catastral 11021A011000770000DE correspondiente al polígono 11 parcela 77 de Montenegral Bajo, Jimena de la Frontera (Cádiz).

La EBAR consta de un desbaste previo, según pozo de gruesos y canal con reja autolimpiante, y una cántara de bombeo. Del mismo modo que para la EBAR anterior, se ha contemplado la instalación de las bombas en seco y la partición del pozo húmedo, con objeto de facilitar las labores de mantenimiento. Se han instalado 4 equipos, de los que uno permanecerá en reserva. El funcionamiento de las bombas se ha previsto con un máximo de 10 arranques/hora, con una potencia unitaria nominal de 19,92 kW, capaces de elevar un caudal de 35,71 l/s a una altura manométrica de 25,67 mca.

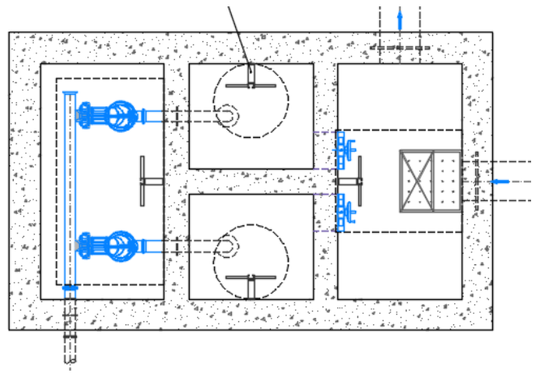
La estación de bombeo se alberga en el interior de un edificio para facilitar su integración urbana, en el interior del cual se han dispuesto salas albergar los cuadros de control, así como otra para el grupo electrógeno. Este último garantizará el funcionamiento de la instalación ante posibles fallas en el suministro eléctrico. También se ha incluido una instalación de desodorización para evitar las molestias por malos olores a la población cercana.

Se ha previsto un alivio de los caudales superiores a 385,69 m³/h (5Qmed a 2043 del colector G5) mediante un labio de vertido equipado con un tamiz tornillo. De este modo se evitará el vertido a cauce de sólidos gruesos y flotantes.



4.1.3 EBAR Montenegral Alto

En este caso, el bombeo se ubica bajo el terreno, en mitad de la calle San Martín de la pedanía Montenegral Alto. Tan solo se dispone en superficie un monolito para albergar el cuadro de control de los equipos.



Se ha previsto un recinto dividido en tres cántaras: llegada, aspiración y bombeo. En la primera tendrá lugar un desbaste previo mediante cestillo extraíble con rejas de 30 mm de paso. De este modo, se evita el atascamiento de los equipos, así como el vertido a cauce de gruesos y flotantes en caso de

alivio. Siguiendo el mismo esquema que para los otros dos bombeos, los equipos se alojan en un pozo seco, desde el que se aspira el agua almacenada en una cántara partida. Esta división permite poder aislar uno de los vasos para realizar labores de limpieza sin necesidad de interrumpir el funcionamiento del bombeo.

El funcionamiento de las bombas se ha previsto con un máximo de 1 arranque/hora, con una potencia unitaria nominal de 2,85 kW, capaces de elevar un caudal de 4 l/s a una altura manométrica de 15,91 mca.

4.2. CRITERIOS DE CÁLCULO

4.2.1 Volumen de almacenamiento y pérdidas

En el cálculo de una estación de bombeo de aguas residuales se debe determinar, en primer lugar, el **volumen mínimo requerido para la cántara de almacenamiento**. Para ello se debe analizar si existen limitaciones en cuanto a los niveles de arranque y parada, fijándose la sumergencia mínima requerida de los equipos y el número de arranques por hora.

Para el volumen activo mínimo a adoptar se ha seguido la siguiente formulación:

$$V_{tot,mín} = \frac{900 \cdot Q_p}{n \cdot M} + (n-1) \cdot \Delta H \cdot S$$

Donde Q_p es el caudal para bombear, n es el número de bombas que actúan en paralelo; M el número de arranques por hora de las bombas; ΔH es el resguardo entre niveles de arranque y S es la superficie adoptada en la cántara.

Una vez determinada la capacidad de la cántara, es preciso definir la altura manométrica **Hm** del bombeo, la cual será la suma de la altura geométrica total **Hg** más las pérdidas de carga por rozamiento interno del agua en el interior de la tubería y singularidades a lo largo de la impulsión.

Para estimar las pérdidas por rozamiento se ha seguido la formulación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

siendo,

f, el coeficiente de rozamiento
L, longitud de la tubería
D, diámetro de la tubería
g, aceleración de la gravedad

El coeficiente de rozamiento depende del tipo de régimen de turbulencia, de la rugosidad de la tubería, de la viscosidad del fluido y del diámetro. Se propone emplear las simplificaciones llevadas a cabo por Colebrook en las que el factor de fricción se obtiene de forma implícita a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot log\left(\frac{2.51}{R_e \cdot \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot D}\right)$$

siendo,

f, el coeficiente de rozamiento
R_e, el número de Reynolds $R_e = {v \cdot D}/{\vartheta}$, con ϑ como viscosidad cinemática del agua (a 10º es de $1.31 \cdot 10^{-6}$ m²/s)
k, la rugosidad absoluta de la pared (0,005 mm para PE y 0,04 mm para acero inoxidable soldado)
D, diámetro de la tubería

Por su parte, las pérdidas de carga ocurridas en las piezas especiales de la red de tuberías se han calculado utilizando la relación:

$$h_L = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo,

K, el coeficiente de pérdidas de carga (adimensional)
v, la velocidad media del fluido en el tramo de tubería adyacente a la pieza especial (m/s)
g, aceleración de la gravedad (m/s²)

A continuación, se resumen en la siguiente tabla los coeficientes de pérdidas empleados:

Elemento	**Coeficiente K**
Codo a 90º	0,4
Codo a 45º	0,2
Estrechamiento	0,5
Ensanchamiento	0,8
Válvula de compuerta totalmente abierta	0,2
Válvula de retención	2,5
Entrada en pozo	0,2
Salida de pozo	0,3

Para el dimensionamiento de los equipos se tiene en cuenta la geometría y singularidades de la impulsión: caudal de bombeo, número y esquema de funcionamiento de las bombas, longitud del bombeo, pérdidas lineales y pérdidas en singularidades.

4.2.2 Transitorios

En cualquier conducción de impulsión hay que tener en cuenta no solo la presión de servicio necesaria para vehicular el agua hasta la cota deseada, sino también las sobrepresiones o depresiones que se generan debido al cierre de los distintos elementos auxiliares a la conducción (válvulas o bombas). Al cerrarse una válvula, el agua que circula por la tubería se comprime y sucesivamente se van comprimiendo todas las secciones de agua anteriores. Esto produce una oscilación en el fluido, en donde la onda irá propagando, según una frecuencia determinada, los cambios de presión a lo largo de la conducción.

Esta frecuencia es el inverso del tiempo transcurrido entre dos puntos máximos o mínimos de la onda, es decir, depende de la longitud de conducción y de la velocidad de propagación de la onda de agua por el interior de la tubería.

Según la fórmula experimental de Mendiluce, la longitud de una conducción se relaciona con las anteriores magnitudes de la siguiente forma:

$$L = \frac{aT}{2}$$

- Cuando $L < \frac{aT}{2}$, la impulsión se considera corta, y para el cálculo de la sobrepresión se utilizará la fórmula de Alleivi;
- Cuando $L > \frac{aT}{2}$, la impulsión se considera larga, y para el cálculo de la sobrepresión se utilizará la fórmula de Alleivi desde el punto crítico al origen, y por la fórmula de Michaud al resto de longitud de la tubería.

La celeridad, α, viene determinada por la siguiente expresión:

$$a = \frac{9.900}{\sqrt{48{,}3 + K\frac{D}{e}}} \text{ (m/s), siendo } K = \frac{10^{10}}{E}$$

donde:

D. Diámetro de la tubería (mm).

e. Espesor de la tubería (mm).

E. Módulo de elasticidad del material de la tubería (kg/m^2).

Los valores de módulo de elasticidad de cada uno de los materiales habituales en conducciones se corresponden con los mostrados en la tabla siguiente:

Material	ε (kg/m^2)
Fundición	$17x10^9$
Acero	$21x10^9$
Hormigón	$3x10^9$
PCV-U	$3x10^8$
PE	10^8
PRFV	$2x10^9$

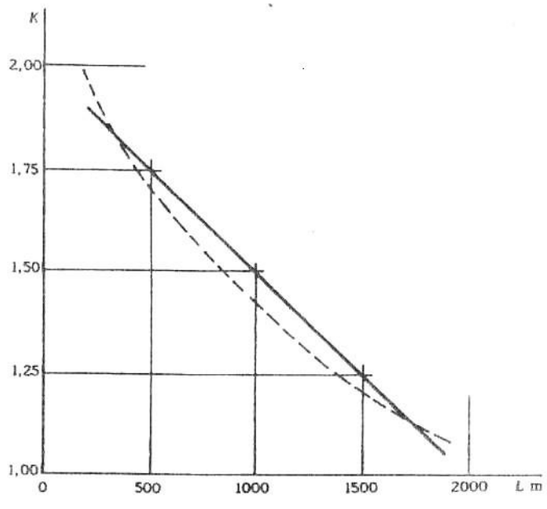
Para el cálculo del tiempo de parada provocado por el cierre de la válvula de retención (T) se utiliza la formula deducida por Mendiluce:

$$T = C + \frac{KLV}{gHm}$$

siendo:

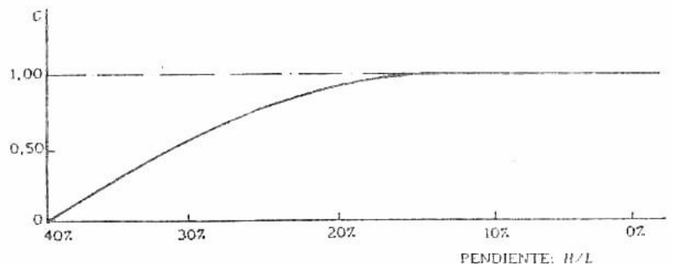
Hm la altura manométrica

K. Coeficiente que representa el efecto de la inercia de la bomba, dependiendo sus valores de la longitud de la impulsión, definidos en la siguiente tabla:



L (m)	K
< 500	2
≈ 500	1,75
500 < L < 1500	1,5
≈ 1500	1,25
> 1500	1

C. Coeficiente función de la pendiente hidráulica ($\frac{Hm}{L}$), qué tendrá los siguientes valores:



i	C
< 20%	1
≈ 25%	0,8
≈ 30%	0,6
≈ 40%	0,4
> 50%	0

Como ya se ha avanzado anteriormente, las sobrepresiones por golpe de ariete se calcularán de acuerdo a las expresiones de Allievi o Michaud, según se trate de cierre rápido o lento respectivamente.

$$\text{Michaud. } \Delta H = \frac{2LV}{gT}$$

ΔH. Golpe de ariete.

L. Longitud de la impulsión.

V. Velocidad del agua.

g. Aceleración de la gravedad.

T. Tiempo de parada.

$$\text{Allievi. } \Delta H = \frac{aV}{g}$$

El incremento de presiones o depresiones producidas por el golpe de ariete son simétricas respecto a la estática, es decir, sobrepresiones se suman y depresiones se restan a éstas.

Cabe destacar que, cuando en una tubería la presión interior es inferior a la atmosférica (10,33 mca), se inicia el vacío. A partir de un determinado valor de vacío, el agua cambia de estado y se transforma en vapor, pudiendo provocar la rotura del tubo. En el caso del agua, y considerando una temperatura de 10 grados, el cambio de estado se produce cuando la presión absoluta es de 9 mm Hg, o lo que es lo mismo, -10,21 mca.

Mendiluce formuló una relación empírica en la que relaciona los valores negativos de presión (en mca) con el vacío generado mediante la siguiente expresión:

$$P^{0,8} = V\ (cm\ Hg) = 0{,}136\ V\ (mca)$$

La existencia de sobrepresiones en la instalación obliga a disponer de un vaso de expansión hidroneumático a fin de amortiguar las variaciones de presión durante el arranque y parada de las bombas. Para el dimensionamiento del vaso de expansión hidroneumático se plantea un cálculo iterativo del balance de energías que intervienen en la expansión inicial y compresión sucesiva del volumen de aire contenido en el calderín. El volumen de aire en el interior del calderín está relacionado directamente con el volumen de la tubería e inversamente con la altura de elevación y su cálculo puede abordarse por el procedimiento indicado a continuación.

Se consideran tres tiempos de cálculo: el primero coincidente con el cierre de la válvula de retención y terminando cuando el agua alcanza el mínimo nivel en la cámara; el segundo comprende la compresión del aire hasta que el agua vuelve a la misma altura que la inicial; el tercero, termina cuando el volumen del aire es mínimo y la presión máxima.

En el balance de energías intervendrán: Energía cinética (E_c); Energía de la gravedad (E_g); Energías de expansión (E_e) y compresión (E_{co}); Pérdida de carga (E_p).

Balance en el primer tiempo:

$$E_c + E_e = E_p + E_g$$

siendo:

$$E_c = \frac{65 \cdot L \cdot Q^2}{D^2}; \qquad E_e = 2{,}5 \cdot P_0 \cdot a_1 \cdot [1 - (1 + a_1)^{-0{,}4}]; \qquad E_g = 1000 \cdot H \cdot V_0; \qquad E_p = \frac{0{,}9 \cdot L \cdot Q^2}{D^5} \cdot V_0$$

donde:

L = Longitud de la conducción (m)

Q = Caudal bombeado (m^3/s)

D = Diámetro interior de la conducción (m)

P_0 = Presión absoluta inicial (kg/m^2)

V_0 = Volumen de aire del calderín inicial (m^3)

H = Altura manométrica (mca)

a_1 = Coeficiente de expansión

a_2 = Coeficiente de compresión

En este primer tiempo, se impondrá el balance para el momento de máxima expansión. Para el volumen de aire en el calderín se realizará una estimación inicial (V_0). De este primer balance resultará un valor para el coeficiente de expansión (a_1).

De este cálculo resultará el volumen mínimo necesario para el calderín: $V_{min} = (1 + a_1) \cdot V_0$, y tras la aplicación de la ecuación de proceso adiabático al sistema obtendremos la presión mínima absoluta en la instalación:

$$P_{min} = P_0 * \left(\frac{V_{min}}{V_0}\right)^{1,4}$$

Balance en el segundo tiempo:

La energía de la gravedad es la misma que en el primer tiempo y la energía de compresión igual a la de expansión anterior.

$$E_g = E_{co} + E_{p\prime} + E_{c\prime}$$

siendo:

$$E_{c\prime} = \frac{65 \cdot L \cdot Q\prime^2}{D^2}; \qquad E_{p\prime} = \frac{0,9 \cdot L \cdot Q\prime^2}{D^5} \cdot a_1 \cdot V_0$$

donde se impone el coeficiente de expansión a_1 calculado anteriormente para determinar el caudal máximo a compresión (Q').

Balance en el tercer tiempo:

$$E_{g\prime\prime} + E_{c\prime} = E_{co} + E_{p\prime\prime} +$$

siendo:

$$E_{g\prime\prime} = 1000 \cdot H \cdot V_0 \cdot a_2; \qquad E_{p\prime\prime} = \frac{0,9 \cdot L \cdot Q'^2}{D^5} \cdot a_2 \cdot V_0$$

donde se impone el caudal máximo en compresión (Q') calculado anteriormente para obtener el coeficiente de compresión (a_2).

De este cálculo resulta el volumen del aire sometido a la máxima compresión $V_{máx} = (1 - a_2) \cdot V_0$, y que aplicando de nuevo la ecuación de proceso adiabático al sistema obtendremos la presión máxima absoluta en la instalación:

$$P_{máx} = P_0 * \left(\frac{V_{máx}}{V_0}\right)^{1,4}$$

Para el dimensionamiento del calderín será deseable que el volumen del agua en su interior quede en torno a 1/3 del volumen total del vaso, aunque se impondrá como límite superior la posibilidad de alcanzar un volumen de agua de hasta 1/2 el volumen total del calderín.

4.3. CÁLCULO EBAR EL SECADERO

Teniendo en cuenta el caudal máximo a bombear (5 Qmed a 2043), una configuración de dos bombas en operación y un máximo deseado de 8 arranques por bomba, es preciso una cántara de bombeo con planta rectangular de 2,50 x 3,50 metros.

VOLUMEN DEL POZO DE BOMBEO				
Caudales de bombeo				
Caudal total de bombeo (m^3/h):			174,78	m^3/h
Caudal total de bombeo (l/s):			48,55	l/s
Número de bombas en servicio:			3	ud
Número de bombas en reserva:			1	ud
Caudal unitario de bombeo (m^3/h):			58,26	m^3/h
Caudal unitario de bombeo (l/s):			16,18	l/s
Geometría del pozo de bombeo				
Altura total del pozo (m):			2,50	m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):			1,00	m
Submergencia mín. ($h_{mín}$) (m):			0,30	m
Altura máx. de agua útil (m):			0,70	m
Distancia entre niveles (m):			0,23	m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):			4,50	msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):			3,80	msnm
Cota de solera del pozo (msnm):			3,50	msnm
Número de arranques por hora:			8	ud
Tiempo de ciclo mínimo (min):			7,50	minutos
Dimensiones adoptadas:	2,50	X	3,50	m
Superficie real adoptada (m^2):			8,75	m^2
Volumen activo mínimo (m^3):			5,90	m^3
Volumen activo adoptado (m^3):			6,13	m^3

$$V_{tot,mín} = \frac{900 \cdot Q_p}{n \cdot M} + (n - 1) \cdot \Delta H \cdot S$$

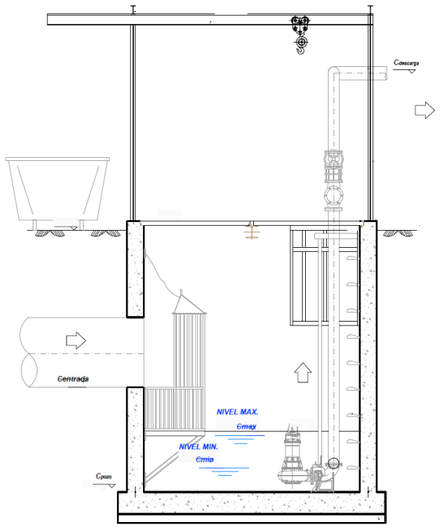
A continuación, con la longitud de impulsión y la diferencia de altura geométrica se obtiene la altura manométrica necesaria para la impulsión, así como el diámetro necesario. Para esto último se ha procurado que la velocidad no sea superior a 1,5 m/s.

DATOS DE PARTIDA

Características del fluido		
Tipo de fluido:	Agua residual	
Temperatura (t) (ºC):	14	ºC
Viscosidad cinemática (n) (m^2/S):	1,306E-06	m^2/s
Caudales de bombeo (m^3/h)		
Caudal máximo de bombeo (m^3/h):	174,78	m^3/h
Caudal máximo de bombeo (l/s):	48,55	l/s
Número de bombas en servicio:	3	ud
Número de bombas en reserva:	1	ud
Geometría del pozo de bombeo		
Altura total del pozo (m):	2,50	m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):	1,00	m
Submergencia mín. ($h_{mín}$) (m):	0,30	m
Altura máx. de agua útil (m):	0,70	m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):	4,50	msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):	3,80	msnm
Cota de solera del pozo (msnm):	3,50	msnm
Geometría del punto de descarga		
Cota de descarga ($C_{descarga}$) (msnm):	9,06	msnm
Altura de agua sobre descarga (m):	0,00	m
Características de la impulsión		
Longitud total de la tubería (m):	564,43	m
Diámetro interior de tubería (mm):	213,20	mm
Material de la impulsión:	PEAD	
Rugosidad de la tubería (k) (mm):	0,01	mm

Coeficientes de pérdidas singulares

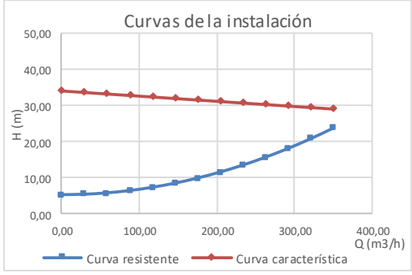
Singularidad	K_{unit}	Cant.	K_{total}
Contracción brusca	0,50	0,00	0,00
Expansión brusca	0,80	1,00	0,80
Cono reducción	0,10	0,00	0,00
Codo 45º	0,20	2,00	0,40
Codo 90º	0,40	8,00	3,20
Válvula compuerta	0,20	1,00	0,20
Válvula retención	2,50	1,00	2,50
Total:			**7,10**



Curvas del sistema		
Q (m^3/h)	Dh (m)	H_m (m)
0,00	0,00	34,04
29,13	0,13	33,62
58,26	0,51	33,20
87,39	1,15	32,79
116,52	2,04	32,37
145,65	3,19	31,95
174,78	4,60	31,53
203,91	6,26	31,11
233,04	8,18	30,69
262,17	10,35	30,28
291,30	12,78	29,86
320,43	15,46	29,44
349,56	18,40	29,02

RESULTADOS DEL CÁLCULO

Altura geométrica mín. H_g (m):	5,26	m
Altura manométrica H_m (m):	9,86	m
Factor de fricción f:	0,0157	
Pérdidas de carga localizadas (m):	0,67	m
Pérdidas de carga lineales (m):	3,93	m
Pérdida de carga totales Dh (m):	4,60	m
Pérdida unitaria i (m/m):	6,96	m/km
Velocidad v (m/s):	1,36	m/s



Con todo lo anterior, se han comprobado los valores de presión relativa máxima y mínima, teniendo en cuenta para estos últimos la formulación empírica de Mendiluce, en la que se relaciona el valor negativo de presión (en mca) con el vacío generado.

En nuestro caso, al ser la presión estática de 0,40 mca y la sobrepresión de 39,50 mca, resulta una presión relativa mínima (P) de -39,10 mca. Si convertimos esto según la formulación de Mendiluce (detallada en el apartado 4.2.2), daría un resultado de -2,55 mca. Esta presión de vacío relativa equivale a una absoluta de 7,78 mca (presión atmosférica+presión de vacío). Así pues, en nuestra conducción no se producirá cavitación.

GOLPE DE ARIETE

Longitud total de la tubería (m):	564,43	m
Altura manométrica Hm (m):	9,86	m
Diámetro interior de tubería (mm):	213,20	mm
Velocidad v (m/s):	1,36	m/s
Espesor de la tubería (mm):	18,40	mm
Pendiente media conducción (%):	0,93%	
Material de la impulsión:	PEAD	
Módulo elasticidad material (kg/m²)	1,00E+08	kg/m^2
Coeficiente elasticidad (kg/m²)	100,00	kg/m^2
Celeridad conducción (m/s)	284,96	m/s
Frecuencia de propagación	3,96	
Coeficiente C	1,0	
Coeficiente K	1,75	
Tiempo de parada	14,89	seg
Longitud crítica de la instalación	2121,33	m
Tipo formulación	Allievi	
Sobrepresión máxima (mca):	39,50	m
Presión relativa máxima (mca):	44,76	m
Presión relativa mínima (mca):	-34,24	m

Material	Ɛ (kg/m^2)
Fundición	$17x10^9$
Acero	$21x10^9$
Hormigón	$3x10^9$
PCV-U	$3x10^8$
PE	10^8
PRFV	$2x10^9$

i	C
< 20%	1
≈ 25%	0,8
≈ 30%	0,6
≈ 40%	0,4
> 50%	0

L (m)	K
< 500	2
≈ 500	1,75
500 < L < 1500	1,5
≈ 1500	1,25
> 1500	1

Aunque el material seleccionado para la impulsión es capaz de resistir las sobrepresiones, se ha estimado el volumen de calderín necesario, con objeto de incluirlo en las instalaciones para prolongar la vida útil de las mismas.

Según el proceso de cálculo, que se adjunta a continuación, resulta un calderín de 1 m³ de capacidad.

DIMENSIONAMIENTO DEL CALDERÍN HIDRONEUMÁTICO

DATOS DE PARTIDA		
Longitud de la impulsión **L**	564,43	m.
Caudal impulsado Q_1	48,55	l/s
Diámetro interior **DI**	213,20	mm.
Rugosidad de la tubería **k**	0,01	mm.
Altura geométrica **Hg**	5,26	m.
Vol. aire en el calderín **V0**	0,50	m^3

CÁLCULO EN RÉGIMEN PERMANENTE		
Velocidad en rég. perm. **w**	1,36	m/s
Factor de fricción Darcy **f**	0,01575	
Pérdida de carga lineal **i**	0,00696	m/m.
Pérdidas de carga lineales (m):	3,93	mca.
Pérdidas localizadas (m):	0,67	mca.
Altura manométrica **Hm**	9,86	mca.
Pabs calderín (rég. perm.) **P0**	20189,2	Kg/m2

Primera ecuación

Energía cinética **Ec1**	1.903	Kg·m.	
Energía de rozamiento **Er1**	982	·a1	Kg·m.
Energía de gravedad **Eg1**	7.795	·a1	Kg·m.
Energía de expansión **Eex1**	25.237	·(1-(1+a1)^(-0,4)	Kg·m.
Coeficiente a1	0,84		
Volumen mín. del calderín **V**	0,92	m3	
Presión absoluta mínima **P1**	8609,9	Kg/m2	
Presión relativa mínima **H1**	-1,7	mca.	

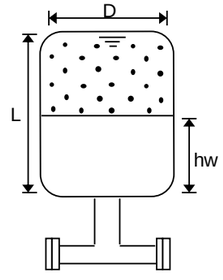
Segunda ecuación

Energía de gravedad **Eg1**	6.533	Kg·m.	
Energía de expansión **Eex1**	5.454	Kg·m.	
Energía de rozamiento **Er2**	416.819	·Q2^2	Kg·m.
Energía cinética **Ec2**	807.140	·Q2^2	Kg·m.
Q máx. en compresión **Q2**	0,030	m3/s	

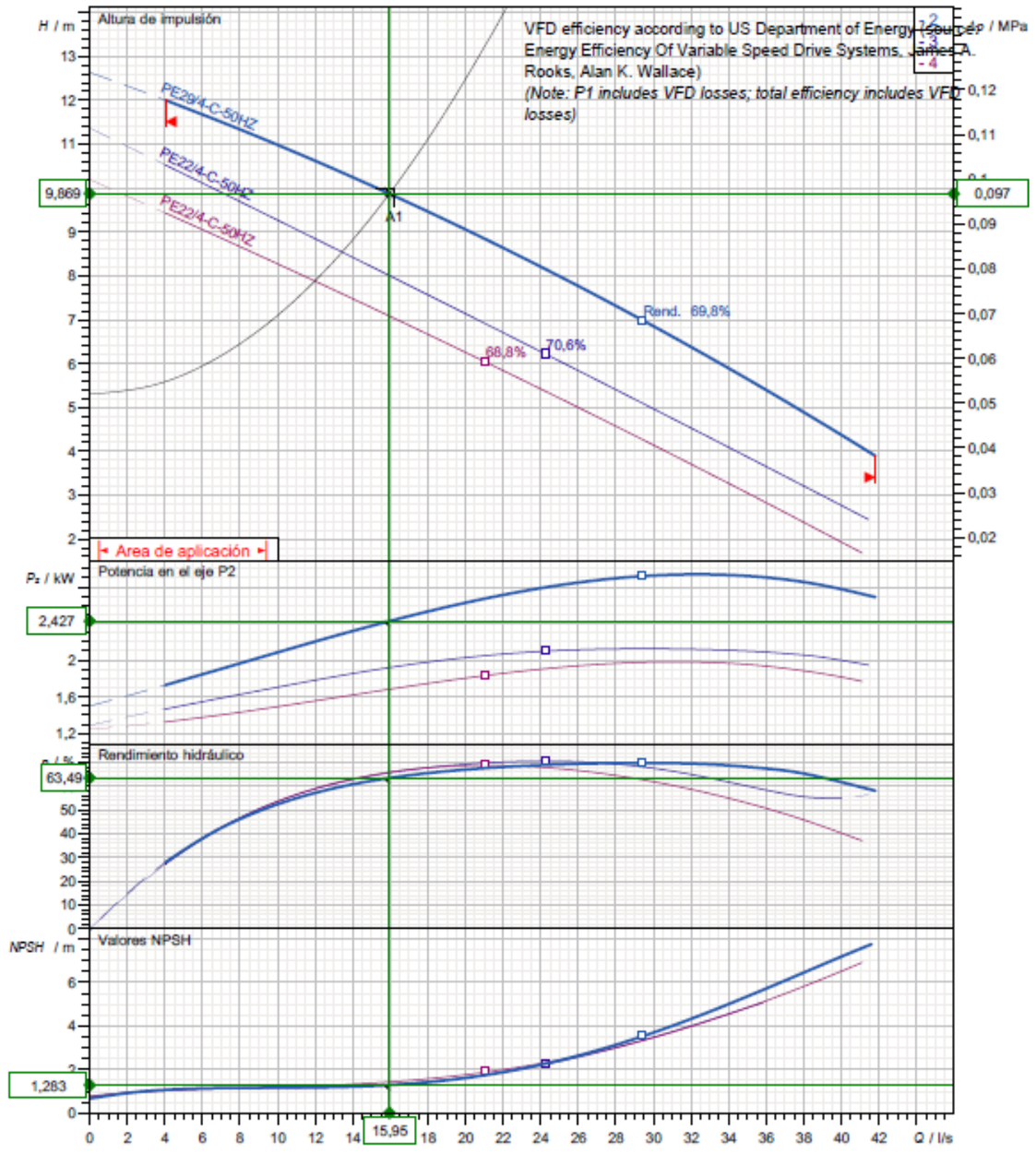
Tercera ecuación

Energía de gravedad **Eg3**	7.795	·a2	Kg·m.
Energía cinética **Ec2**	712	Kg·m.	
Energía de compresión **Eco3**	-25.237	·(1-(1-a2)^(-0,4)	Kg·m.
Energía de rozamiento **Er3**	367	·a2	Kg·m.
Coeficiente **a2**	0,17		
Vol. de aire comprimido **V2**	0,41	m3	
Presión absoluta máxima **P2**	26373,5	Kg/m2	
Presión relativa máxima **H2**	16,0	mca.	

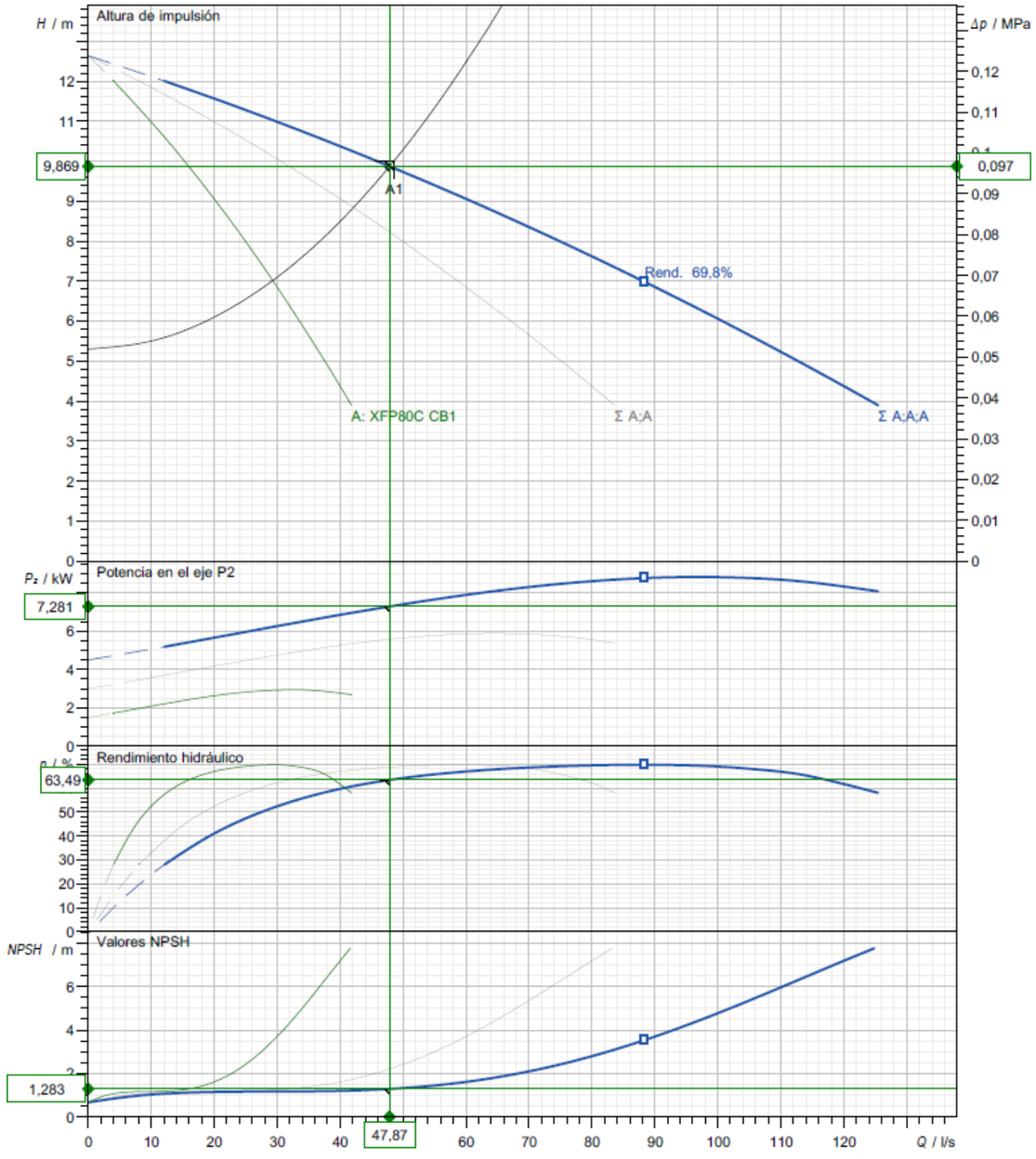
DIMENSIONES DEL CALDERÍN		
Altura del elemento **L**	2,00	m.
Sección del calderín **S**	0,460	m2.
Diámetro (caso cilíndro) **D**	0,765	m.
Altura agua en rég. perm. **hw**	0,91	m.
Resguardo **hr**	0,00	m.
Altura total agua **hwt**	0,91	m.
Altura total calderín **ht**	2,00	m.
Volumen total calderín Vt	**0,92**	**m3.**



El equipo seleccionado para la impulsión responde a la siguiente curva de funcionamiento. Se han contemplado variadores de frecuencia para operar el bombeo.



A continuación, se muestra la curva de funcionamiento global del bombeo (3+1R):



4.4. CÁLCULO EBAR SAN MARTÍN DEL TESORILLO

Teniendo en cuenta el caudal máximo a bombear (5 Qmed a 2043), una configuración de tres bombas en operación y un máximo deseado de 10 arranques por bomba, es preciso una cántara de bombeo con planta rectangular de 2.50 x 3.50 metros.

VOLUMEN DEL POZO DE BOMBEO			
Caudales de bombeo			
Caudal total de bombeo (m^3/h):	385.69		m^3/h
Caudal total de bombeo (l/s):	107.14		l/s
Número de bombas en servicio:	3		ud
Número de bombas en reserva:	1		ud
Caudal unitario de bombeo (m^3/h):	128.56		m^3/h
Caudal unitario de bombeo (l/s):	35.71		l/s
Geometría del pozo de bombeo			
Altura total del pozo (m):	3.00		m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):	1.80		m
Submergencia mín. ($h_{mín}$) (m):	0.30		m
Altura máx. de agua útil (m):	1.50		m
Distancia entre niveles (m):	0.50		m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):	5.70		msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):	4.20		msnm
Cota de solera del pozo (msnm):	3.90		msnm
Número de arranques por hora:	10		ud
Tiempo de ciclo mínimo (min):	6.00		minutos
Dimensiones adoptadas:	2.50	X 3.50	m
Superficie real adoptada (m^2):	8.75		m^2
Volumen activo mínimo (m^3):	11.96		m^3
Volumen activo adoptado (m^3):	13.13		m^3

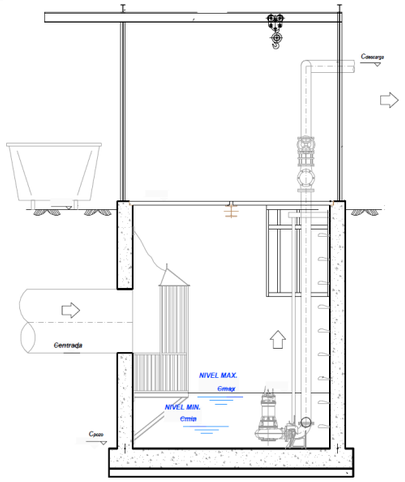
$$V_{tot,min} = \frac{900 \cdot Q_p}{n \cdot M} + (n-1) \cdot \Delta H \cdot S$$

A continuación, con la longitud de impulsión y la diferencia de altura geométrica se obtiene la altura manométrica necesaria para la impulsión, así como el diámetro necesario. Para esto último se ha procurado que la velocidad no sea superior a 1.5 m/s.

DATOS DE PARTIDA		
Características del fluido		
Tipo de fluido:	Agua residual	
Temperatura (t) (ºC):	14	ºC
Viscosidad cinemática (n) (m^2/S):	1.306E-06	m^2/s
Caudales de bombeo (m^3/h)		
Caudal máximo de bombeo (m^3/h):	385.69	m^3/h
Caudal máximo de bombeo (l/s):	107.14	l/s
Número de bombas en servicio:	3	ud
Número de bombas en reserva:	1	ud
Geometría del pozo de bombeo		
Altura total del pozo (m):	3.00	m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):	1.80	m
Submergencia mín. ($h_{mín}$) (m):	0.30	m
Altura máx. de agua útil (m):	1.50	m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):	5.70	msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):	4.20	msnm
Cota de solera del pozo (msnm):	3.90	msnm
Geometría del punto de descarga		
Cota de descarga ($C_{descarga}$) (msnm):	18.40	msnm
Altura de agua sobre descarga (m):	0.00	m
Características de la impulsión		
Longitud total de la tubería (m):	3637.39	m
Diámetro interior de tubería (mm):	341.20	mm
Material de la impulsión:	PEAD	
Rugosidad de la tubería (k) (mm):	0.01	mm

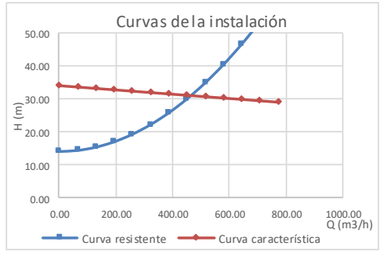
Coeficientes de pérdidas singulares

Singularidad	K_{unit}	Cant.	K_{total}
Contracción brusca	0.50	0.00	0.00
Expansión brusca	0.80	0.00	0.00
Cono reducción	0.10	0.00	0.00
Codo 45º	0.20	0.00	0.00
Codo 90º	0.40	15.00	6.00
Válvula compuerta	0.20	1.00	0.20
Válvula retención	2.50	1.00	2.50
Total:			**8.70**



Curvas del sistema		
Q (m^3/h)	Dh (m)	H_m (m)
0.00	0.00	34.04
64.28	0.32	33.62
128.56	1.29	33.20
192.85	2.90	32.79
257.13	5.15	32.37
321.41	8.05	31.95
385.69	11.59	31.53
449.97	15.78	31.11
514.25	20.61	30.69
578.54	26.08	30.28
642.82	32.20	29.86
707.10	38.96	29.44
771.38	46.36	29.02

RESULTADOS DEL CÁLCULO		
Altura geométrica mín. H_g (m):	14.20	m
Altura manométrica H_m (m):	25.79	m
Factor de fricción f:	0.0147	
Pérdidas de carga localizadas (m):	0.61	m
Pérdidas de carga lineales (m):	10.98	m
Pérdida de carga totales Dh (m):	11.59	m
Pérdida unitaria i (m/m):	3.02	m/km
Velocidad v (m/s):	1.17	m/s



Con todo lo anterior, se han comprobado los valores de presión relativa máxima y mínima, teniendo en cuenta para estos últimos la formulación empírica de Mendiluce, en la que se relaciona el valor negativo de presión (en mca) con el vacío generado.

En nuestro caso, al ser la presión estática de 14.20 mca y la sobrepresión de 48.69 mca, resulta una presión relativa mínima (P) de -34.49 mca. Si convertimos esto según la formulación de Mendiluce (detallada en el apartado 4.2.2), daría un resultado de -2.31 mca. Esta presión de vacío relativa equivale a una absoluta de 8.02 mca (presión atmosférica+presión de vacío). Así pues, en nuestra conducción no se producirá cavitación.

GOLPE DE ARIETE		
Longitud total de la tubería (m):	3637.39	m
Altura manométrica Hm (m):	25.79	m
Diámetro interior de tubería (mm):	341.20	mm
Velocidad v (m/s):	1.17	m/s
Espesor de la tubería (mm):	29.40	mm
Pendiente media conducción (%):	0.39%	
Material de la impulsión:	PEAD	
Módulo elasticidad material (kg/m²)	1.00E+08	kg/m^2
Coeficiente elasticidad (kg/m²)	100.00	kg/m^2
Celeridad conducción (m/s)	284.74	m/s
Frecuencia de propagación	25.55	
Coeficiente C	1.0	
Coeficiente K	1.00	
Tiempo de parada	17.85	seg
Longitud crítica de la instalación	2540.70	m
Tipo formulación	Michaud	
Sobrepresión máxima (mca):	48.69	m
Presión relativa máxima (mca):	62.89	m
Presión relativa mínima (mca):	-34.49	m
Corrección según Mendiluce	-2.31	m
Se produce cavitación:	NO	

Material	ε (kg/m^2)
Fundición	$17x10^9$
Acero	$21x10^9$
Hormigón	$3x10^9$
PCV-U	$3x10^8$
PE	10^8
PRFV	$2x10^9$

i	C
< 20%	1
≈ 25%	0,8
≈ 30%	0,6
≈ 40%	0,4
> 50%	0

L (m)	K
< 500	2
≈ 500	1,75
500 < L < 1500	1,5
≈ 1500	1,25
> 1500	1

Aunque el material seleccionado para la impulsión es capaz de resistir las sobrepresiones, se ha estimado el volumen de calderín necesario, con objeto de incluirlo en las instalaciones para prolongar la vida útil de las mismas.

Según el proceso de cálculo, que se adjunta a continuación, resulta un calderín de 5 m³ de capacidad.

DIMENSIONAMIENTO DEL CALDERÍN HIDRONEUMÁTICO

DATOS DE PARTIDA		
Longitud de la impulsión **L**	3637.39	m.
Caudal impulsado Q_t	107.14	l/s
Diámetro interior **DI**	341.20	mm.
Rugosidad de la tubería **k**	0.01	mm.
Altura geométrica **Hg**	14.20	m.
Vol. aire en el calderín **V0**	2.50	m^3

CÁLCULO EN RÉGIMEN PERMANENTE		
Velocidad en rég. perm. **w**	1.17	m/s
Factor de fricción Darcy **f**	0.01472	
Pérdida de carga lineal **i**	0.00302	m/m.
Pérdidas de carga lineales (m):	10.98	mca.
Pérdidas localizadas (m):	0.61	mca.
Altura manométrica **Hm**	25.79	mca.
Pabs calderín (rég. perm.) **P0**	36120.6	Kg/m2

Primera ecuación

Energía cinética **Ec1**	23,311	Kg·m.	
Energía de rozamiento **Er1**	13,727	·a1	Kg·m.
Energía de gravedad **Eg1**	61,325	·a1	Kg·m.
Energía de expansión **Eex1**	225,753	·(1-(1+a1)^(-0,4)	Kg·m.
Coeficiente a1	1.07		
Volumen mín. del calderín **V**	5.18	m3	
Presión absoluta mínima **P1**	13042.0	Kg/m2	
Presión relativa mínima **H1**	2.7	mca.	

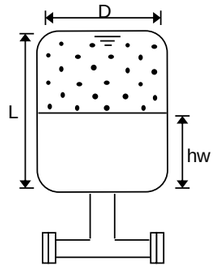
Segunda ecuación

Energía de gravedad **Eg1**	65,628	Kg·m.	
Energía de expansión **Eex1**	57,008	Kg·m.	
Energía de rozamiento **Er2**	1,195,942	·Q2^2	Kg·m.
Energía cinética **Ec2**	2,030,884	·Q2^2	Kg·m.
Q máx. en compresión **Q2**	0.052	m3/s	

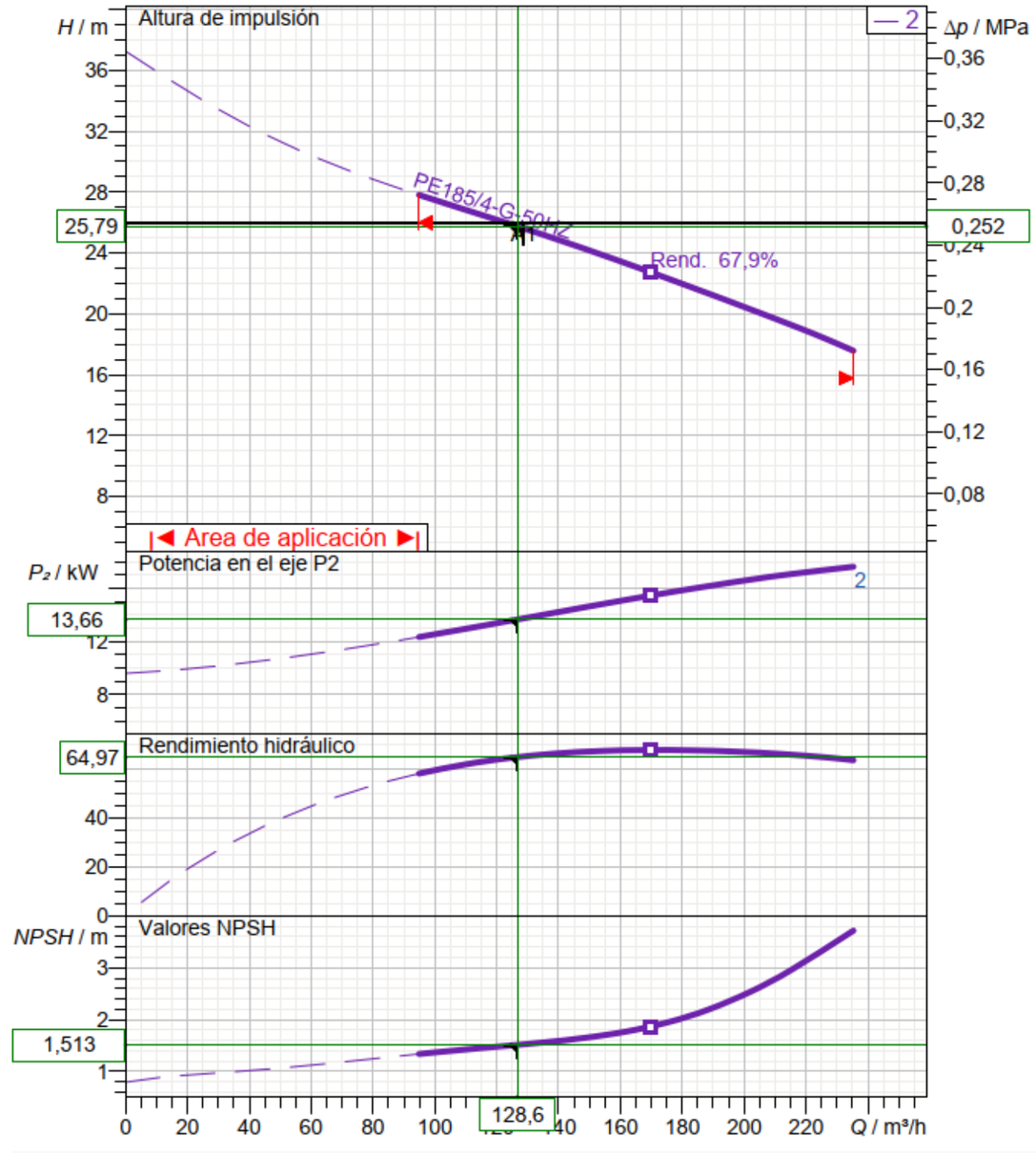
Tercera ecuación

Energía de gravedad **Eg3**	61,325	·a2	Kg·m.
Energía cinética **Ec2**	5,425	Kg·m.	
Energía de compresión **Eco3**	-225,753	·(1-(1-a2)^(-0,4)	Kg·m.
Energía de rozamiento **Er3**	3,195	·a2	Kg·m.
Coeficiente **a2**	0.13		
Vol. de aire comprimido **V2**	2.17	m3	
Presión absoluta máxima **P2**	43964.5	Kg/m2	
Presión relativa máxima **H2**	33.6	mca.	

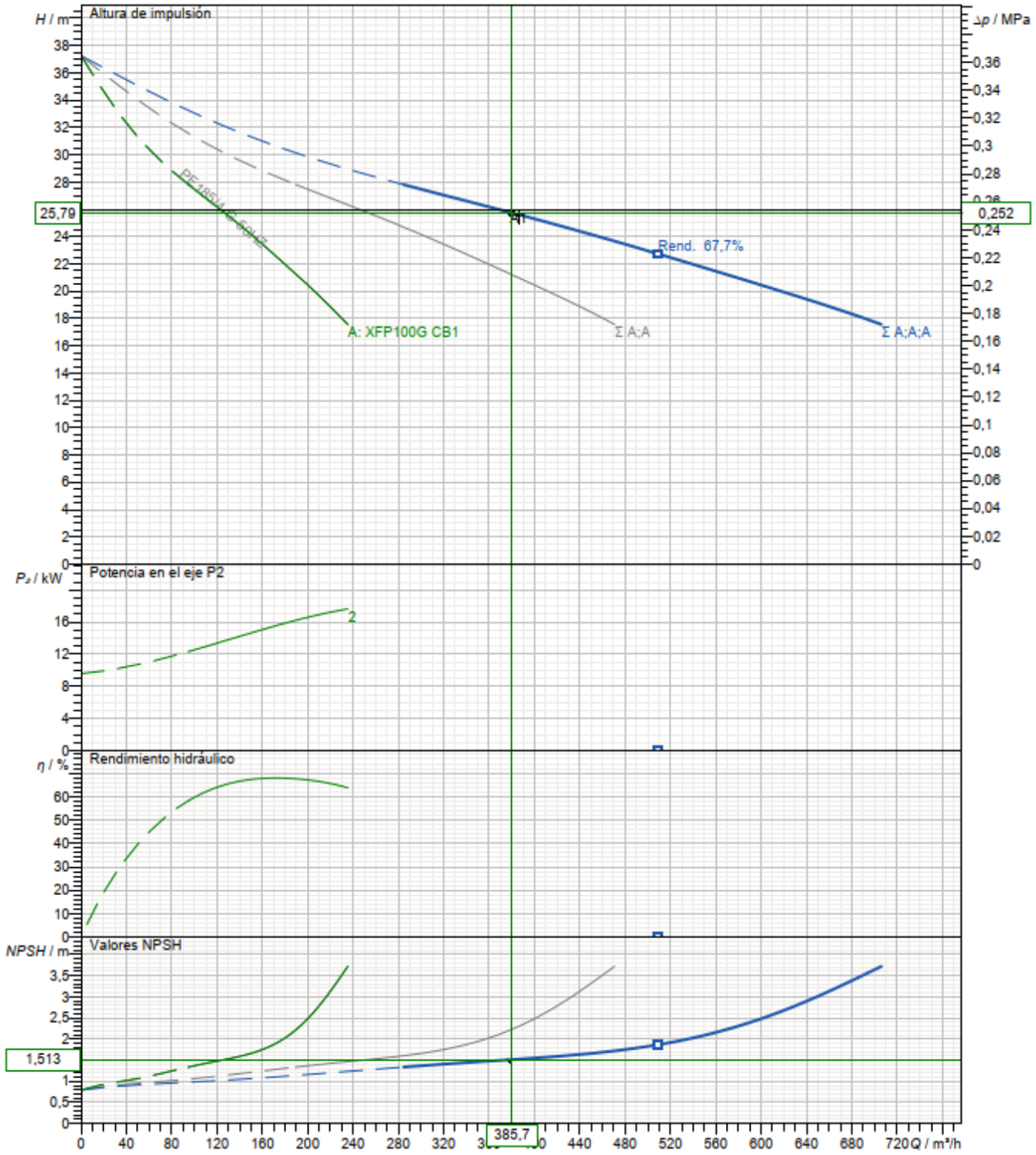
DIMENSIONES DEL CALDERÍN		
Altura del elemento **L**	3.00	m.
Sección del calderín **S**	1.725	m2.
Diámetro (caso cilíndro) **D**	1.482	m.
Altura agua en rég. perm. **hw**	1.55	m.
Resguardo **hr**	0.00	m.
Altura total agua **hwt**	1.55	m.
Altura total calderín **ht**	3.00	m.
Volumen total calderín Vt	**5.18**	**m3.**



El equipo seleccionado para la impulsión responde a la siguiente curva de funcionamiento. Se han contemplado variadores de frecuencia para operar el bombeo.



A continuación, se muestra la curva de funcionamiento global del bombeo (3+1R):



4.5. CÁLCULO EBAR MONTENEGRAL ALTO

En este caso, por ser el caudal máximo de diseño (5 Qmed a 2043) muy reducido, no existen equipos comerciales que permitan bombear a la altura requerida y con un paso de sólidos de al menos 50 mm. Así pues, se ha diseñado la impulsión con bombas preparadas para impulsar un caudal algo mayor. Para el diseño del pozo de bombeo es preciso considerar que el agua residual no quede almacenada durante más de 2 horas, para evitar la formación de gases y las posibles molestias a los vecinos.

Así pues, se han considerado dos bombas en configuración 2+1R, preparadas para trabajar con 15 m³/h y 2 arranques a la hora. Para ello, es preciso una cántara de almacenamiento con planta rectangular de 2.00 x 1.70 metros. Se ha contado, en este caso, con el volumen total de almacenamiento que permite la zona de llegada más la zona de aspiración.

VOLUMEN DEL POZO DE BOMBEO				
Caudales de bombeo				
Caudal total de bombeo (m^3/h):			15.00	m^3/h
Caudal total de bombeo (l/s):			4.17	l/s
Número de bombas en servicio:			1	ud
Número de bombas en reserva:			1	ud
Caudal unitario de bombeo (m^3/h):			15.00	m^3/h
Caudal unitario de bombeo (l/s):			4.17	l/s
Geometría del pozo de bombeo				
Altura total del pozo (m):			3.00	m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):			1.10	m
Submergencia mín. ($h_{mín}$) (m):			0.30	m
Altura máx. de agua útil (m):			0.80	m
Distancia entre niveles (m):			0.80	m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):			14.10	msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):			13.30	msnm
Cota de solera del pozo (msnm):			13.00	msnm
Número de arranques por hora:			2	ud
Tiempo de ciclo mínimo (min):			30.00	minutos
Dimensiones adoptadas:	2.00	X	1.70	m
Superficie real adoptada (m^2):			3.40	m^2
Volumen activo mínimo (m^3):			1.88	m^3
Volumen activo adoptado (m^3):			2.72	m^3

$$V_{tot,mín} = \frac{900 \cdot Q_p}{n \cdot M} + (n-1) \cdot \Delta H \cdot S$$

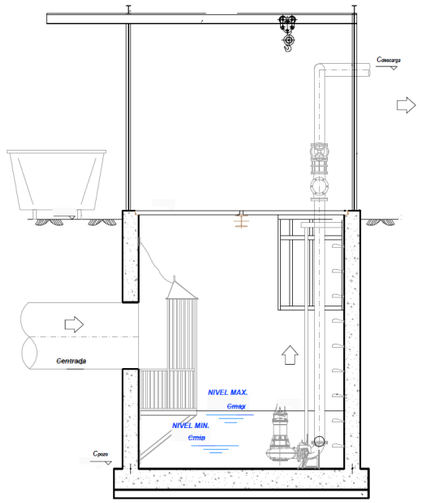
A continuación, con la longitud de impulsión y la diferencia de altura geométrica se obtiene la altura manométrica necesaria para la impulsión, así como el diámetro necesario. Se ha procurado que la velocidad no sea inferior a 0.8 m/s, con el objetivo de evitar sedimentaciones en la conducción.

DATOS DE PARTIDA

Características del fluido		
Tipo de fluido:	Agua residual	
Temperatura (t) (ºC):	14	ºC
Viscosidad cinemática (n) (m^2/S):	1.306E-06	m^2/s
Caudales de bombeo (m^3/h)		
Caudal máximo de bombeo (m^3/h):	15.00	m^3/h
Caudal máximo de bombeo (l/s):	4.17	l/s
Número de bombas en servicio:	1	ud
Número de bombas en reserva:	1	ud
Geometría del pozo de bombeo		
Altura total del pozo (m):	3.00	m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):	1.10	m
Submergencia mín. ($h_{mín}$) (m):	0.30	m
Altura máx. de agua útil (m):	0.80	m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):	14.10	msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):	13.30	msnm
Cota de solera del pozo (msnm):	13.00	msnm
Geometría del punto de descarga		
Cota de descarga ($C_{descarga}$) (msnm):	17.50	msnm
Altura de agua sobre descarga (m):	0.90	m
Características de la impulsión		
Longitud total de la tubería (m):	1122.79	m
Diámetro interior de tubería (mm):	76.80	mm
Material de la impulsión:	PEAD	
Rugosidad de la tubería (k) (mm):	0.01	mm

Coeficientes de pérdidas singulares

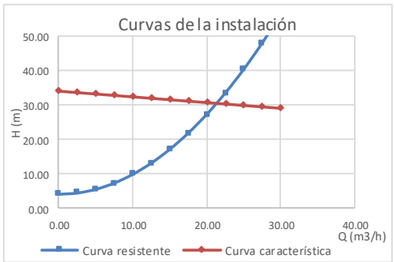
Singularidad	K_{unit}	Cant.	K_{total}
Contracción brusca	0.50	0.00	0.00
Expansión brusca	0.80	0.00	0.00
Cono reducción	0.10	0.00	0.00
Codo 45º	0.20	1.00	0.20
Codo 90º	0.40	8.00	3.20
Válvula compuerta	0.20	1.00	0.20
Válvula retención	2.50	1.00	2.50
Total:			**6.10**



Curvas del sistema		
Q (m^3/h)	Dh (m)	H_m (m)
0.00	0.00	34.04
2.50	0.36	33.62
5.00	1.44	33.20
7.50	3.24	32.79
10.00	5.77	32.37
12.50	9.01	31.95
15.00	12.98	31.53
17.50	17.67	31.11
20.00	23.07	30.69
22.50	29.20	30.28
25.00	36.05	29.86
27.50	43.62	29.44
30.00	51.92	29.02

RESULTADOS DEL CÁLCULO

Altura geométrica mín. H_g (m):	4.20	m
Altura manométrica H_m (m):	17.18	m
Factor de fricción f:	0.0211	
Pérdidas de carga localizadas (m):	0.25	m
Pérdidas de carga lineales (m):	12.73	m
Pérdida de carga totales Dh (m):	12.98	m
Pérdida unitaria i (m/m):	11.34	m/km
Velocidad v (m/s):	0.90	m/s

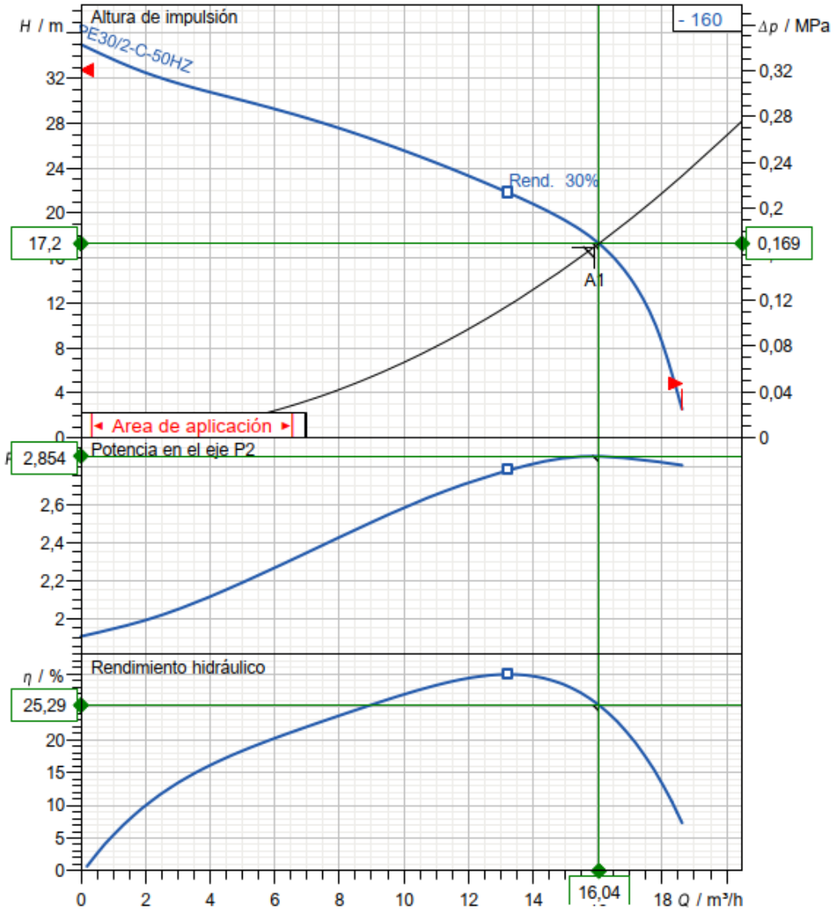


Con todo lo anterior, se han comprobado los valores de presión relativa máxima y mínima, teniendo en cuenta para estos últimos la formulación empírica de Mendiluce, en la que se relaciona el valor negativo de presión (en mca) con el vacío generado.

En nuestro caso, al ser la presión estática de 4.20 mca y la sobrepresión de 26.07 mca, resulta una presión relativa mínima (P) de -21.87 mca. Si convertimos esto según la formulación de Mendiluce (detallada en el apartado 4.2.2), daría un resultado de -1.61 mca. Esta presión de vacío relativa equivale a una absoluta de 8.72 mca (presión atmosférica+presión de vacío). Así pues, en nuestra conducción no se producirá cavitación.

El material seleccionado para la impulsión es capaz de resistir las sobrepresiones (PEAD PN16), y, considerando además las particularidades de la instalación (caudal y ubicación), no se ha contemplado un calderín.

El equipo seleccionado para la impulsión responde a la siguiente curva de funcionamiento. Se han contemplado variadores de frecuencia para operar el bombeo.



5. EDAR

La EDAR se emplaza en la parcela 23 del polígono 12 de Montenegral Alto, referencia catastral 11021A012000230000DS, la cual se encuentra 3.3 km al oeste de San Martín del Tesorillo y El Secadero, 0.6 km al este de Montenegral Alto y 0.3 km al norte de la carretera A-2101. Esta solución corresponde a la Alternativa I del estudio de alternativas, coincidiendo con la ubicación propuesta por el ayuntamiento por ser la opción que ubicada fuera de la zona inundable para avenidas de 500 años de periodo de retorno se encuentra más alejada a los núcleos de población.

Tal y como se ha podido verificar en campo, el terreno natural presenta una apreciable pendiente variando las cotas de nivel del terreno natural entre la 13 y la 22. Se ha procurado optimizar el espacio y distribución de los recintos, amoldando el perímetro de la instalación a las curvas de nivel y en la zona con el relieve más suavizado, con objeto de minimizar el desmonte.

Panorámica de la parcela prevista para la EDAR.

Como ya se ha comentado, el agua residual llega a ella por impulsión tras ser captada desde los puntos de vertido de San Martín del Tesorillo, El Secadero y Montenegral Alto.

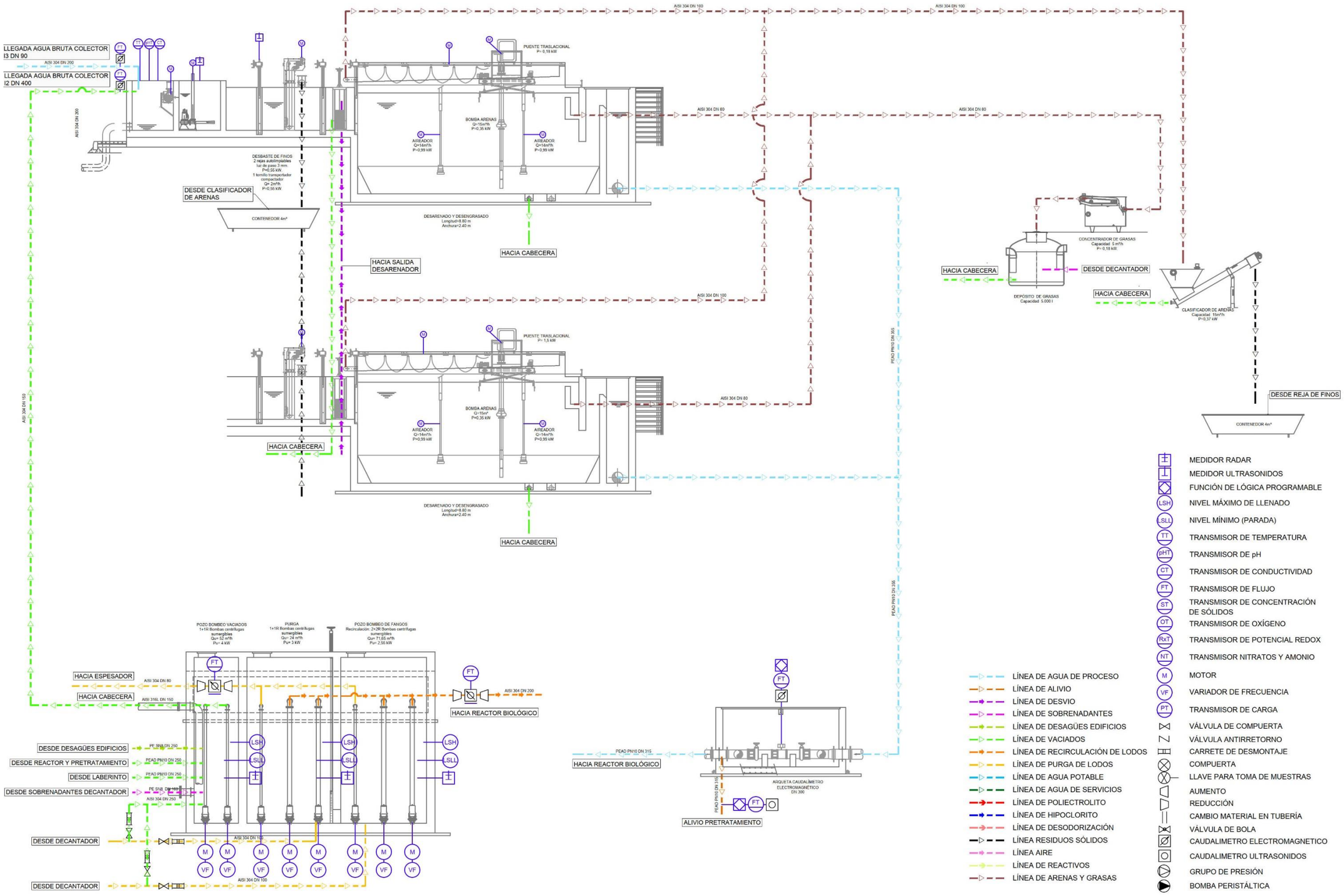
Para la construcción de la depuradora se requiere una superficie total de 7.705 m^2, considerando el movimiento de tierras necesario para implantar la plataforma. Una vez finalizada la obra, el cerramiento de la parcela envolverá un área total de 4.862 m^2. A esto hay que añadirle la superficie ocupada por el centro de transformación: 64 m^2 considerando movimiento de tierras y 42.5 m^2 útiles. Este se ha emplazado próximo a la EDAR, pero fuera de la misma, para que sea accesible por el personal de ENDESA sin que esto comprometa la privacidad de la instalación.

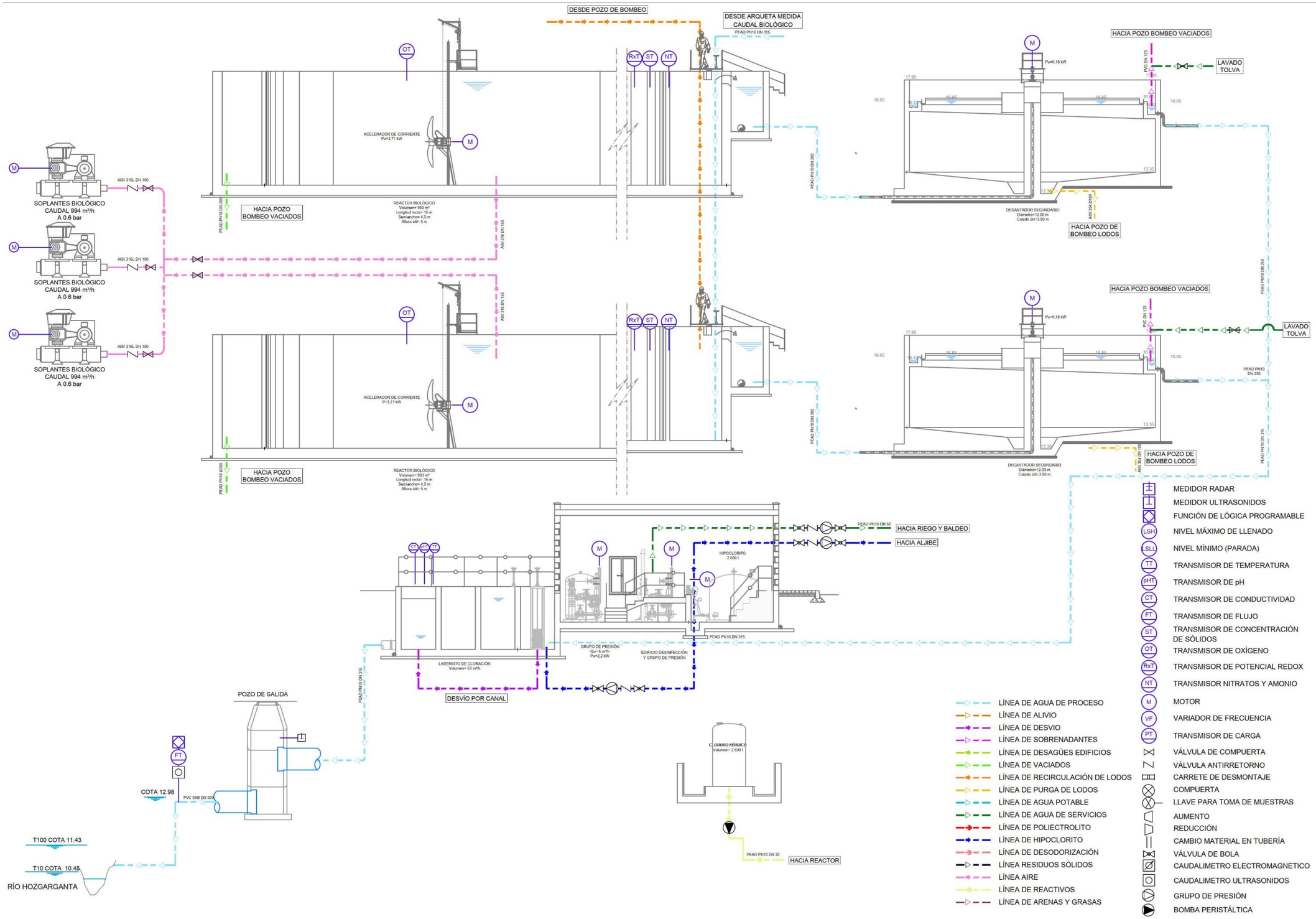
5.1. PROCESOS QUE COMPONEN LA EDAR

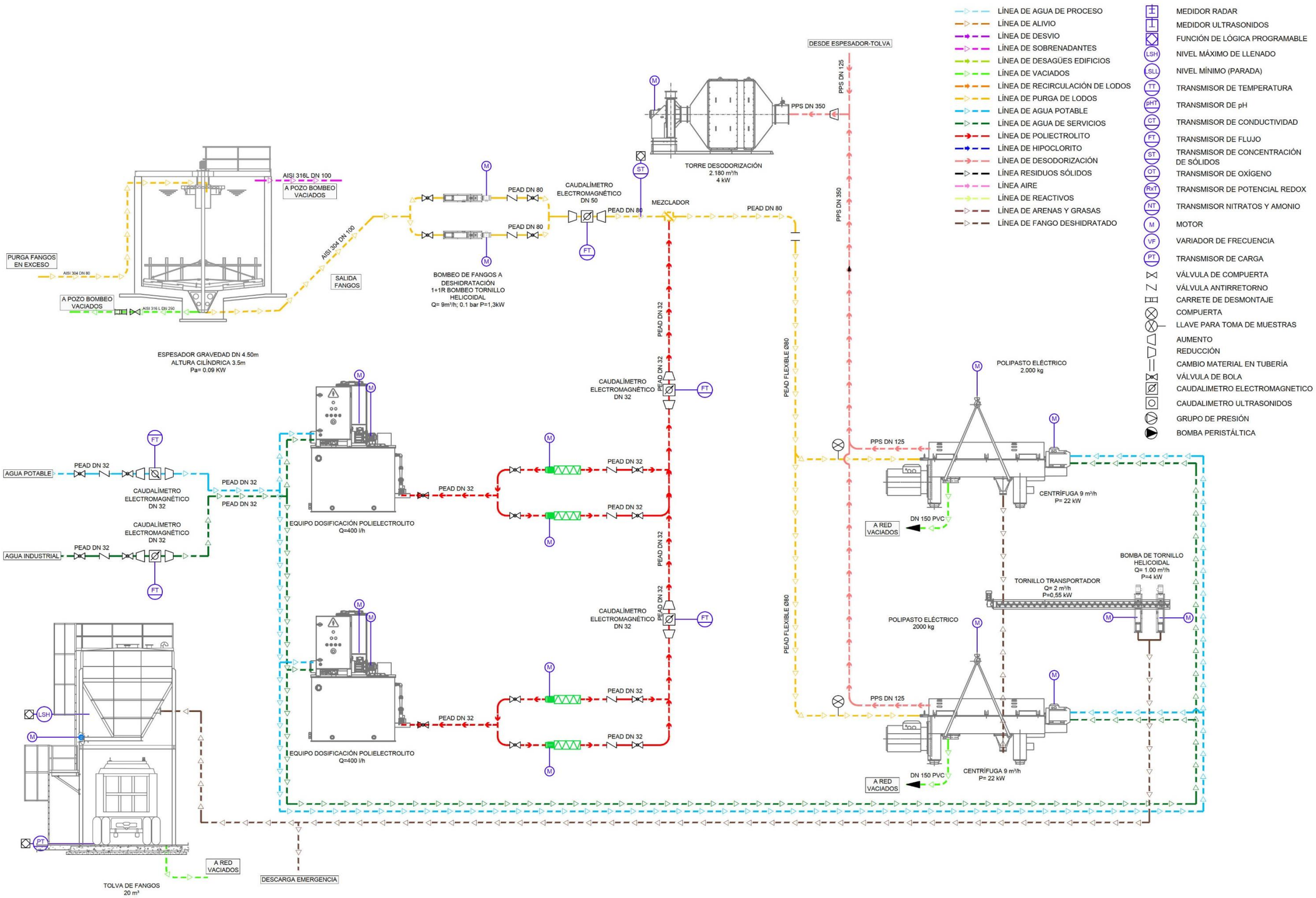
La solución para el tratamiento biológico elegida se basa en el empleo de un sistema de fangos activos, en concreto, de la aireación prolongada. Asimismo, y siguiendo los requisitos establecidos por el futuro explotador, se ha dispuesto un depósito de retención a la entrada y un elemento regulador, los cuales permitirán controlar el caudal aferente, posibilitando el funcionamiento de la EDAR a caudal constante.

Los procesos que componen la depuradora son los siguientes:

- Línea de agua
  - Arqueta de rotura y aliviadero de entrada a planta
  - Depósito de retención
  - Canales de desbaste y canales de desarenado-desengrasado aireado
  - Medida de caudal a biológico y alivio exceso caudal pretratamiento
  - Reactor biológico tipo carrusel
  - Decantador secundario
  - Laberinto de cloración
- Línea de fango
  - Bombeo de recirculación del fango a reactor
  - Bombeo de purga del fango en exceso a espesador
  - Espesador de fangos por gravedad
  - Deshidratación mecánica del fango y almacenamiento del fango deshidratado
- Servicios auxiliares
  - Dosificación de polielectrolito para deshidratación de fango
  - Dosificación de cloruro férrico para eliminación de fósforo
  - Dosificación de hipoclorito sódico para desinfección del efluente
  - Suministro de aire para reactor biológico
  - Desodorización aire viciado
  - Bombeo de vaciados y sobrenadantes
  - Red desvíos
  - Red de vaciados
  - Red de drenaje superficial y red de drenaje subterránea
  - Red de agua potable, agua de servicio y riego
  - Acometida eléctrica y centro de transformación
  - Instalación eléctrica de baja tensión
  - Automatismos y telecontrol


LLEGADA AGUA BRUTA COLECTOR I3 DN 90
AISI 304 DN 200
LLEGADA AGUA BRUTA COLECTOR I2 DN 400
AISI 304 DN 200
AISI 304 DN 150
DESBASTE DE FINOS
2 rejas autolimpiables
luz de paso 3 mm
P=0,55 kW
1 tornillo transportador compactador
Q= 2m³/h
P=0,55 kW
DESDE CLASIFICADOR DE ARENAS
CONTENEDOR 4m³
AISI 304 DN 150
PUENTE TRASLACIONAL
P= 0,18 kW
BOMBA ARENAS
Q=15m³/h
P=0,35 kW
AIREADOR
Q=14m³/h
P=0,99 kW
AIREADOR
Q=14m³/h
P=0,99 kW
DESARENADO Y DESENGRASADO
Longitud=8,80 m
Anchura=2,40 m
HACIA CABECERA
HACIA SALIDA DESARENADOR
AISI 304 DN 100
AISI 304 DN 80
AISI 304 DN 100
AISI 304 DN 80
AISI 304 DN 100
PUENTE TRASLACIONAL
P= 1,5 kW
BOMBA ARENAS
Q=15m³
P=0,35 kW
AIREADOR
Q=14m³/h
P=0,99 kW
AIREADOR
Q=14m³/h
P=0,99 kW
DESARENADO Y DESENGRASADO
Longitud=8,80 m
Anchura=2,40 m
HACIA CABECERA
HACIA CABECERA
AISI 304 DN 80
AISI 304 DN 150
PEAD PN10 DN 315
CONCENTRADOR DE GRASAS
Capacidad 5 m³/h
P= 0,18 kW
HACIA CABECERA
DESDE DECANTADOR
DEPÓSITO DE GRASAS
Capacidad 5.000 l
HACIA CABECERA
CLASIFICADOR DE ARENAS
Capacidad 15m³/h
P=0,37 kW
DESDE REJA DE FINOS
CONTENEDOR 4m³
POZO BOMBEO VACIADOS
1+1R Bombas centrífugas sumergibles
Qu= 52 m³/h
Pu= 4 kW
PURGA
1+1R Bombas centrífugas sumergibles
Qu= 24 m³/h
Pu= 3 kW
POZO BOMBEO DE FANGOS
Recirculación: 2+2R Bombas centrífugas sumergibles
Qu= 71,65 m³/h
Pu= 2,56 kW
HACIA ESPESADOR
HACIA CABECERA
AISI 304 DN 80
AISI 316L DN 150
HACIA REACTOR BIOLÓGICO
AISI 304 DN 200
DESDE DESAGÜES EDIFICIOS
DESDE REACTOR Y PRETRATAMIENTO
DESDE LABERINTO
DESDE SOBRENADANTES DECANTADOR
PE SN8 DN 250
PEAD PN10 DN 250
PEAD PN10 DN 250
PE SN8 DN 400
AISI 304 DN 250
DESDE DECANTADOR
DESDE DECANTADOR
AISI 304 DN 100
AISI 304 DN 100
PEAD PN10 DN 315
HACIA REACTOR BIOLÓGICO
PEAD PN10 DN 315
ARQUETA CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 300
PEAD PN10 DN 315
ALIVIO PRETRATAMIENTO
PEAD PN10 DN 355
MEDIDOR RADAR
MEDIDOR ULTRASONIDOS
FUNCIÓN DE LÓGICA PROGRAMABLE
NIVEL MÁXIMO DE LLENADO
NIVEL MÍNIMO (PARADA)
TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TRANSMISOR DE pH
TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD
TRANSMISOR DE FLUJO
TRANSMISOR DE CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS
TRANSMISOR DE OXÍGENO
TRANSMISOR DE POTENCIAL REDOX
TRANSMISOR NITRATOS Y AMONIO
MOTOR
VARIADOR DE FRECUENCIA
TRANSMISOR DE CARGA
VÁLVULA DE COMPUERTA
VÁLVULA ANTIRRETORNO
CARRETE DE DESMONTAJE
COMPUERTA
LLAVE PARA TOMA DE MUESTRAS
AUMENTO
REDUCCIÓN
CAMBIO MATERIAL EN TUBERÍA
VÁLVULA DE BOLA
CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO
CAUDALIMETRO ULTRASONIDOS
GRUPO DE PRESIÓN
BOMBA PERISTÁLTICA
LÍNEA DE AGUA DE PROCESO
LÍNEA DE ALIVIO
LÍNEA DE DESVIO
LÍNEA DE SOBRENADANTES
LÍNEA DE DESAGÜES EDIFICIOS
LÍNEA DE VACIADOS
LÍNEA DE RECIRCULACIÓN DE LODOS
LÍNEA DE PURGA DE LODOS
LÍNEA DE AGUA POTABLE
LÍNEA DE AGUA DE SERVICIOS
LÍNEA DE POLIECTROLITO
LÍNEA DE HIPOCLORITO
LÍNEA DE DESODORIZACIÓN
LÍNEA RESIDUOS SÓLIDOS
LÍNEA AIRE
LÍNEA DE REACTIVOS
LÍNEA DE ARENAS Y GRASAS


DESDE POZO DE BOMBEO
DESDE ARQUETA MEDIDA CAUDAL BIOLÓGICO
PEAD PN10 DN 315
HACIA POZO BOMBEO VACIADOS
HACIA POZO DE BOMBEO LODOS
LAVADO TOLVA
SOPLANTES BIOLÓGICO CAUDAL 994 m³/h A 0.6 bar
ACELERADOR DE CORRIENTE P=3,71 kW
REACTOR BIOLÓGICO Volumen= 993 m³ Longitud recta= 15 m Semianchos= 4,5 m Altura útil= 5 m
DECANTADOR SECUNDARIO Diámetro=12.00 m Calado útil=3.50 m
HACIA RIEGO Y BALDEO
HACIA ALJIBE
HIPOCLORITO 2.000 l
GRUPO DE PRESIÓN Qu= 6 m³/h Pu=2,2 kW
EDIFICIO DESINFECCIÓN Y GRUPO DE PRESIÓN
LABERINTO DE CLORACIÓN Volumen= 53 m³/h
DESVÍO POR CANAL
POZO DE SALIDA
COTA 12.98
T100 COTA 11.43
T10 COTA 10.45
RÍO HOZGARGANTA
CLORURO FÉRRICO Volumen= 2.500 l
HACIA REACTOR
MEDIDOR RADAR
MEDIDOR ULTRASONIDOS
FUNCIÓN DE LÓGICA PROGRAMABLE
NIVEL MÁXIMO DE LLENADO
NIVEL MÍNIMO (PARADA)
TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TRANSMISOR DE pH
TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD
TRANSMISOR DE FLUJO
TRANSMISOR DE CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS
TRANSMISOR DE OXÍGENO
TRANSMISOR DE POTENCIAL REDOX
TRANSMISOR NITRATOS Y AMONIO
MOTOR
VARIADOR DE FRECUENCIA
TRANSMISOR DE CARGA
VÁLVULA DE COMPUERTA
VÁLVULA ANTIRRETORNO
CARRETE DE DESMONTAJE
COMPUERTA
LLAVE PARA TOMA DE MUESTRAS
AUMENTO
REDUCCIÓN
CAMBIO MATERIAL EN TUBERÍA
VÁLVULA DE BOLA
CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO
CAUDALIMETRO ULTRASONIDOS
GRUPO DE PRESIÓN
BOMBA PERISTÁLTICA
LÍNEA DE AGUA DE PROCESO
LÍNEA DE ALIVIO
LÍNEA DE DESVIO
LÍNEA DE SOBRENADANTES
LÍNEA DE DESAGÜES EDIFICIOS
LÍNEA DE VACIADOS
LÍNEA DE RECIRCULACIÓN DE LODOS
LÍNEA DE PURGA DE LODOS
LÍNEA DE AGUA POTABLE
LÍNEA DE AGUA DE SERVICIOS
LÍNEA DE POLIECTROLITO
LÍNEA DE HIPOCLORITO
LÍNEA DE DESODORIZACIÓN
LÍNEA RESIDUOS SÓLIDOS
LÍNEA AIRE
LÍNEA DE REACTIVOS
LÍNEA DE ARENAS Y GRASAS

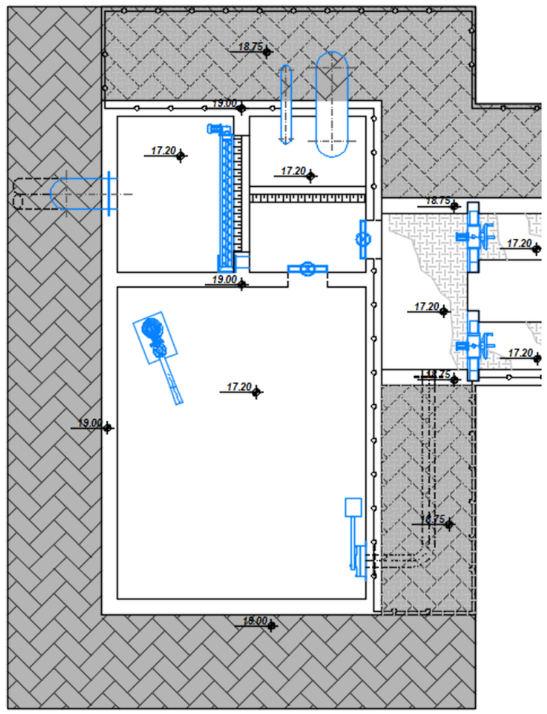

DESDE ESPESADOR-TOLVA
PPS DN 125
PPS DN 350
TORRE DESODORIZACIÓN
2.180 m³/h
4 kW
AISI 316L DN 100
A POZO BOMBEO VACIADOS
PURGA FANGOS EN EXCESO
AISI 304 DN 80
A POZO BOMBEO VACIADOS
AISI 316 L DN 250
AISI 304 DN 100
SALIDA FANGOS
ESPESADOR GRAVEDAD DN 4.50m
ALTURA CILÍNDRICA 3.5m
Pa= 0.09 KW
PEAD DN 80
PEAD DN 80
BOMBEO DE FANGOS A DESHIDRATACIÓN
1+1R BOMBEO TORNILLO HELICOIDAL
Q= 9m³/h; 0.1 bar P=1,3kW
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 50
PEAD DN 80
MEZCLADOR
PEAD DN 80
PEAD DN 32
PEAD DN 32
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 32
PEAD FLEXIBLE Ø80
PEAD FLEXIBLE Ø80
AGUA POTABLE
PEAD DN 32
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 32
AGUA INDUSTRIAL
PEAD DN 32
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 32
PEAD DN 32
PEAD DN 32
EQUIPO DOSIFICACIÓN POLIELECTROLITO
Q=400 l/h
PEAD DN 32
PEAD DN 32
PEAD DN 32
PEAD DN 32
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 32
EQUIPO DOSIFICACIÓN POLIELECTROLITO
Q=400 l/h
PEAD DN 32
PEAD DN 32
POLIPASTO ELÉCTRICO
2.000 kg
PPS DN 125
CENTRÍFUGA 9 m³/h
P= 22 kW
A RED VACIADOS
DN 150 PVC
BOMBA DE TORNILLO HELICOIDAL
Q= 1.00 m³/h
P=4 kW
TORNILLO TRANSPORTADOR
Q= 2 m³/h
P=0,55 kW
POLIPASTO ELÉCTRICO
2000 kg
PPS DN 125
CENTRÍFUGA 9 m³/h
P= 22 kW
A RED VACIADOS
DN 150 PVC
A RED VACIADOS
DESCARGA EMERGENCIA
TOLVA DE FANGOS
20 m³
LÍNEA DE AGUA DE PROCESO
LÍNEA DE ALIVIO
LÍNEA DE DESVIO
LÍNEA DE SOBRENADANTES
LÍNEA DE DESAGÜES EDIFICIOS
LÍNEA DE VACIADOS
LÍNEA DE RECIRCULACIÓN DE LODOS
LÍNEA DE PURGA DE LODOS
LÍNEA DE AGUA POTABLE
LÍNEA DE AGUA DE SERVICIOS
LÍNEA DE POLIELECTROLITO
LÍNEA DE HIPOCLORITO
LÍNEA DE DESODORIZACIÓN
LÍNEA RESIDUOS SÓLIDOS
LÍNEA AIRE
LÍNEA DE REACTIVOS
LÍNEA DE ARENAS Y GRASAS
LÍNEA DE FANGO DESHIDRATADO
MEDIDOR RADAR
MEDIDOR ULTRASONIDOS
FUNCIÓN DE LÓGICA PROGRAMABLE
NIVEL MÁXIMO DE LLENADO
NIVEL MÍNIMO (PARADA)
TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TRANSMISOR DE pH
TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD
TRANSMISOR DE FLUJO
TRANSMISOR DE CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS
TRANSMISOR DE OXÍGENO
TRANSMISOR DE POTENCIAL REDOX
TRANSMISOR NITRATOS Y AMONIO
MOTOR
VARIADOR DE FRECUENCIA
TRANSMISOR DE CARGA
VÁLVULA DE COMPUERTA
VÁLVULA ANTIRRETORNO
CARRETE DE DESMONTAJE
COMPUERTA
LLAVE PARA TOMA DE MUESTRAS
AUMENTO
REDUCCIÓN
CAMBIO MATERIAL EN TUBERÍA
VÁLVULA DE BOLA
CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO
CAUDALIMETRO ULTRASONIDOS
GRUPO DE PRESIÓN
BOMBA PERISTÁLTICA

5.2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS PROCESOS DE DEPURACIÓN

La depuradora está diseñada para el caudal estacional futuro a 2033, siendo 358.25 m³/h el caudal máximo de diseño para el pretratamiento y 200.62 m³/h el caudal máximo de diseño para el resto de proceso (tratamiento biológico y desinfección).

5.2.1 Arqueta de rotura y alivio de entrada

A la EDAR llegan las dos impulsiones procedentes de las EBAR San Martín y Montenegral Alto. Estas entran en un **vaso de 1.50x2.00 metros, en donde se rompe carga** y desde el que tiene lugar el reparto al depósito de retención o bien el alivio del caudal excedente.



La zona de **alivio** es de planta rectangular, midiendo **1.5x2.0 metros**. Para cumplir con lo dispuesto en el **RD 1290/2012** en cuanto a la eliminación de sólidos gruesos y flotantes antes del vertido a cauce, se ha instalado un **tamiz en el labio de vertido**. El tamiz, a fabricar en acero inoxidable AISI-316L, cuenta con una luz de paso de 6 mm, un diámetro de 300 mm y una longitud de 1.45 metros.

El depósito de retención se conforma mediante un recinto de planta rectangular de 3.2x4.0 metros, con un calado máximo antes del vertido de 1.2 metros. La entrada al tanque tiene lugar a través de una compuerta mural de 500x500 mm, para poderse aislar en caso necesario.

Se ha dimensionado para retener el exceso de caudal aferente a la depuradora durante 25 minutos.

La salida al desbaste está regulada por una compuerta con flotador de brazo lateral. Según la tara dispuesta al flotador y el nivel de agua en el tanque, la compuerta se abre o cierra para dejar pasar un caudal relativamente constante a lo largo del día.

Depósito de retención

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Qmax diseño agrupación vertidos	m³/h	392.35	392.35	392.35	392.35
Qmax diseño pretratamiento	m³/h	358.28	358.28	358.28	358.28
Caudal máximo de entrada	m³/h	34.08	34.08	34.08	34.08
Caudal medio de entrada	m³/h	42.69	53.72	56.81	71.66
Tiempo de retención	min	25.00	25.00	25.00	25.00
Volumen teórico necesario	m³	14.20	14.20	14.20	14.20
Volumen adoptado	m³	14.20	14.20	14.20	14.20
Ancho	m	3.20	3.20	3.20	3.20
Largo	m	4.00	4.00	4.00	4.00
Calado	m	1.10	1.10	1.10	1.10

5.2.2 Desbaste

Desde el depósito de retención el ARU se vehicula mediante una conducción PEAD PN10 DN 350 hasta un distribuidor para el reparto a los canales de desbaste.

Los canales tienen un ancho de 60 cm y una profundidad de 1.55 metros, habiéndose dejado entre ambos un espacio libre de 80 cm para labores de mantenimiento. Cada uno de ellos se ha equipado con una reja de limpieza automática de 3 mm de paso. Se han diseñado para pretratar un caudal máximo de 5 veces el caudal medio de residuales a 2033 y se independizan mediante compuertas canal automáticas de 600x600 mm.

Canales de desbaste EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

El procedimiento para calcular el canal de desbaste sigue los siguientes pasos:

1. Se establecen los datos de partida que son: el caudal máximo de pretratamiento ($5Q_m$), la luz de paso y anchura de barrotes y el atascamiento supuesto para el cálculo (30%).
2. Se fija el ancho del canal y la velocidad de acercamiento o aproximación máxima.
3. Conociendo la velocidad de aproximación y el porcentaje de sección libre, se calcula la velocidad de paso por las rejas estableciendo continuidad de caudales. Esta debe ser menor a 1.20 para evitar arrastres.

$$Velocidad\ de\ paso = velocidad\ aproximación \cdot \frac{E+e}{E}$$

4. Con la velocidad de paso y el caudal se determina la sección, teniendo en cuenta que las rejas se encontrarán obstruidas en un 30% de su sección, es decir, que el ancho libre sea 0.70 E:

$$Sección = \frac{Qmax}{velocidad\ de\ paso} \cdot \frac{E+e}{E} \cdot \frac{1}{0.70}$$

5. Conociendo la sección y el ancho del canal previamente establecido, se determina el calado aguas arriba de las rejas.
6. Se calculan las pérdidas y el nivel aguas debajo de la reja.
7. La longitud del canal es tal que el tiempo de retención esté comprendido entre 5 y 15 segundos (recomendación del CEDEX). Para ello se considera la velocidad de acercamiento establecida al inicio.
8. La dotación de residuos según el CEDEX está comprendida entre 2 y 5 l/habitante/año, para rejas entre 20 y 60 mm, y entre 15 y 40 l/habitante/año para tamices entre 2 y 6 mm. Con ello se determina el volumen de sólidos y capacidad del contenedor.

Desbaste de finos

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Coeficiente de estacionalidad	-	1.26	1.26	1.26	1.26
Nº de líneas	ud	1	1	1	1
Caudal máximo pretratamiento	m³/h	213.46	268.60	284.06	358.28
Caudal medio	m³/h	42.69	53.72	56.81	71.66
Caudal mínimo	m³/h	17.08	21.49	22.72	28.66
Luz libre de paso (E)	mm	3.00	3.00	3.00	3.00
Anchura de barrotes (e)	mm	3.00	3.00	3.00	3.00
Atascamiento considerado	%	30	30	30	30
Anchura del canal	m	0.60	0.60	0.60	0.60
Cálculo calados y comprobación velocidades					
Velocidad acercamiento Qmax	m/s	0.40	0.40	0.40	0.40

Desbaste de finos

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Velocidad de paso a caudal máximo (v_p)	m/s	1.14	1.14	1.14	1.14
Sección a Qmax	m²	0.15	0.19	0.20	0.25
Pérdida de carga en tamiz	m	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Nivel agua antes reja	m	0.25	0.31	0.33	0.41
Nivel agua después de reja	m	0.24	0.30	0.32	0.41
Nivel agua a caudal mínimo	m	0.02	0.03	0.03	0.04
Longitud del canal	m	2.50	2.50	2.50	2.50
Tiempo de retención Qmax	s	6.25	6.25	6.25	6.25
Residuos del tamizado					
Dotación de residuos	l/ha/año	35.00	35.00	35.00	35.00
Autonomía	días	5.00	5.00	5.00	5.00
Volumen diario	m³/día	0.39	0.48	0.51	0.65
Contenedor	m³	1.93	2.42	2.56	3.23
Contenedor elegido	m³	4.00	4.00	4.00	4.00

Con objeto de facilitar la evacuación de residuos, se ha adoptado un contenedor conjunto para el tamizado y desarenado de 4 m³. Los residuos extraídos de las rejas se vehicularán hasta dicho tornillo a través de un tornillo compactador de 2 m³ de capacidad y 4.6 de longitud. La descarga se realizará a través de boquillas flexibles en polietileno. Se ha contemplado una cubierta para la cuba para evitar molestias por olores.

5.2.3 Desarenado y desengrasado

El desarenado–desengrasado se realiza en dos canales longitudinales de 8,80 m de largo, 2,40 m de ancho y 3,25 metros de calado útil, con capacidad para tratar 5 veces el caudal medio de residuales a 2033.

El ARU entra al mismo a través de un canal que comunica con la salida de los canales de desbaste. La entrada a cada canal queda independizada mediante compuertas de 600x600 mm. Cabe destacar que, en caso de querer realizar el desvío completo del desarenado, se ha previsto una salida desde este canal de reparto mediante tubería de PEAD DN 400 mm. Esta ingresa de nuevo a la salida del desarenador.

Los canales de desarenado proyectados tienen dos compartimentos: uno principal de mayor sección que es la zona para la sedimentación de las arenas y otro lateral más pequeño que es la zona para la tranquilización y recogida de las grasas y sobrenadantes. En el primero se inyecta aire dándole una componente vertical al movimiento del agua residual, que al componerse con la velocidad longitudinal

de avance produce un movimiento helicoidal en este compartimento favoreciéndose el depósito de las partículas de mayor densidad (arenas).

La graduación de esta inyección de aire es necesaria para que el flujo helicoidal no resuspenda las partículas de arena, pero mantenga en suspensión los sólidos orgánicos. No obstante, como es inevitable que la arena arrastre materia orgánica, esta se limpiará en un clasificador de arenas, ya que no es posible llevar este residuo a vertedero si tiene más de un 5 a 7% de materia orgánica. La extracción de arenas se realiza con una bomba vertical de rodete desplazado montada sobre cada uno de los puentes, con capacidad unitaria de 15 m³/h. La mezcla agua-arena se deposita en un canal central, con pendiente hacia los canales de tamizado, desde el que sale una tubería de acero inoxidable DN100 hasta el clasificador de arenas.

Para el suministro de aire se han dispuesto dos compresores-inyectores en cada canal, con capacidad unitaria de aireación de 14 Nm³/h.

Canal de desarenado EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

El puente de desarenado dispone de un sistema de rasquetas superficiales para el arrastre y extracción de flotantes con una alimentación eléctrica extensible (tipo guirnalda), previéndose sus interruptores de final de carrera y de paro de seguridad.

La zona para tranquilización y recogida de grasas queda separada de la de aireación mediante una mampara de acero inoxidable, pudiéndose modificar la cota de instalación con facilidad. Esto permite al explotador seleccionar el modo de funcionamiento según las necesidades, siendo recomendable la opción propuesta en proyecto, en donde la lámina de agua queda ligeramente sobre la mampara, no existiendo separación física en superficie.

La salida de las grasas se realiza mediante vertedero hacia una canaleta superficial (según puede verse en los planos y en la siguiente imagen).

Canal salida de grasas EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

Desde esta canaleta, las grasas se vehiculan hacia el concentrador mediante una tubería de acero inoxidable DN100. Para evitar la acumulación de grasas en las tolvas de salida, se instalará un sistema de rociado de agua para arrastre de estas, que periódicamente irá descargando pequeñas cantidades de agua, la suficiente para evitar sedimentación y malos olores en estas tuberías.

El desnatador tiene una capacidad máxima de tratamiento de 5 m³/h. La salida de las grasas ya concentradas se realiza a un depósito enterrado en lugar de a contenedor. Se trata de un tanque cilíndrico prefabricado, con 5.000 litros de capacidad (2 metros de diámetro y 1,8 metros de altura). El mismo cuenta con un desagüe de fondo, para vaciado directo al pozo de vaciados en caso de necesidad.

Todos los laterales del recinto de desarenado son transitables a través de una pasarela en voladizo, constituida por un trámex de PRFV apoyado en perfiles metálicos. El acceso se realiza desde la zona de salida del desarenado.

El cálculo del canal para desarenado y desengrasado se ha realizado según el siguiente procedimiento:

1. Se establecen los parámetros de buena práctica para el diseño de estas unidades y con ellos se calculan las dimensiones mínimas:
   a. Velocidad ascensional a Qmed y Qmax menor o igual a 12 y 24 m/h.
   b. Tiempo de retención a Qmed y Qmax mayor o igual a 20 y 8 minutos
   c. Relación anchura-longitud mayor a 5
2. Por motivos operativos el ancho no debe ser inferior a 80 cm y la profundidad no superior a 5 metros. Se ha considerado una inclinación de las paredes inferiores de 80^0.
3. Se comprueba que la velocidad horizontal sea inferior a la crítica de arrastre de las partículas de tamaño igual o superior a 200 micras (27 cm/s).
4. El caudal de aire necesario está en función de la sección transversal. Se calcula además el caudal límite que establece las condiciones de septicidad.
5. Para la producción de arenas y grasas se consideran los valores recogidos en la bibliografía.

Desarenador-desengrasador aireado

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Coeficiente de estacionalidad	-	1.26	1.26	1.26	1.26
Nº de líneas	ud	2	2	2	2
Caudal máximo petratamiento	m³/h	213.46	268.60	284.06	358.28
Caudal medio	m³/h	42.69	53.72	56.81	71.66
Carga superficial Qmed	m³/m²/h	12.00	12.00	12.00	12.00
Carga superficial Qmax	m³/m²/h	24.00	24.00	24.00	24.00
Tiempo de retención Qmed	min	20.00	20.00	20.00	20.00
Tiempo de retención Qmax	min	8.00	8.00	8.00	8.00
Dimensiones necesarias					
Relación largo-ancho	-	5.20	5.20	5.20	5.20
Profundidad recta útil	m	1.75	1.75	1.75	1.75
Profundidad troncopiramidal	m	1.50	1.50	1.50	1.50
Ancho total	m	2.40	2.40	2.40	2.40
Ancho zona desengrasado	m	0.70	0.70	0.70	0.70
Ancho base inferior acumulación	m	0.40	0.40	0.40	0.40
Largo	m	8.80	8.80	8.80	8.80
Ancho base superior acumulación	m	0.93	0.93	0.93	0.93
Superficie acumulación	m²	1.00	1.00	1.00	1.00
Superficie desarenado	m²	3.12	3.12	3.12	3.12
Superficie horizontal	m²	21.12	21.12	21.12	21.12
Comprobaciones					
Relación ancho-profundidad	-	1.37	1.37	1.37	1.37
Carga superficial Qmed	m³/m²/h	1.01	1.27	1.34	1.70
Carga superficial Qmax	m³/m²/h	5.05	6.36	6.72	8.48
Tiempo de retención Qmed	min	103.89	82.56	78.07	61.90
Tiempo de retención Qmax	min	20.78	16.51	15.61	12.38
Velocidad máxima horizontal	cm/s	0.71	0.89	0.94	1.18

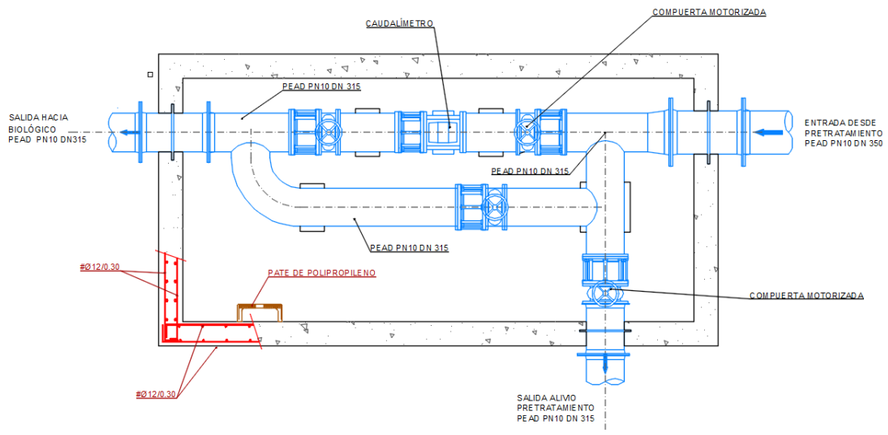
Desarenador-desengrasador aireado

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Necesidades de aire					
Caudal mínimo septicidad	m³/h/m	2.00	2.00	2.00	2.00
Caudal de aire septicidad	m³/h	17.60	17.60	17.60	17.60
Forma inyección aire			Compresor-inyector		
Caudal de aire por elemento	m³/h	14.00	14.00	14.00	14.00
Número de difusores necesarios	ud	1.26	1.26	1.26	1.26
Número total de equipos adoptado	ud	2.00	2.00	2.00	2.00
Distancia entre difusores	m	3.00	3.00	3.00	3.00
Producción de arena y grasa					
Producción unitaria arenas	l/hab/año	18.00	18.00	18.00	18.00
Producción total arenas	m³/día	0.20	0.25	0.26	0.33
Concentración arenas	%	1.30%	1.30%	1.30%	1.30%
Caudal arena y agua a extraer	m³/día	15.24	19.18	20.28	25.58
Carga de grasas diaria	kg/d	8.20	10.31	10.91	13.76
Densidad grasas	kg/m³	800.00	800.00	800.00	800.00
Caudal grasas y agua a extraer	m³/dia	0.01	0.01	0.01	0.02

5.2.4 Medida de caudal a tratamiento secundario

A la salida del desarenador, el agua pretratada (5 Qmed) es vehiculada mediante una tubería de PEAD PN10 DN350 hasta una arqueta de medida de caudal mediante caudalímetro electromagnético DN 300. En esta se realizará asimismo el alivio del caudal superior al máximo de diseño del biológico (2.8 Qmed).

Para esto se han dispuesto unas válvulas de compuerta motorizadas, cuya apertura estará consignada en función de las medidas del propio caudalímetro, ubicado en el tubo de reparto a biológico, así como de las de otro caudalímetro ubicado en la red de alivio.



5.2.5 Reactor biológico

El tratamiento biológico, de **aireación prolongada**, se conforma por **dos tanques tipo carrusel**, con un volumen total de 1.986 m³ (993 m³ por línea), presentando cada uno 15 metros de longitud recta, 4,5 metros de semiancho y 5 metros de calado útil. El volumen ha sido calculado para una temperatura de diseño mínima de 10ºC y con una carga másica máxima de 0,10 kg DBO_5/kg SSVLM/día. La edad de fango mínima será de 26 días permitiendo así la estabilización del fango aeróbicamente.

Reactor biológico EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

En el diseño se ha tenido en cuenta la necesidad de evitar zonas muertas en el interior de los vasos, para lo que se han previsto muros curvos en los extremos y una configuración que favorece el régimen turbulento en su interior. Para esto último además se instalarán dos **aceleradores de corriente sumergibles**, uno por cada reactor, para generación de flujo en el tanque de aireación. Estos apoyan sobre un dado de hormigón ubicado en la solera del reactor y unidos a una pértiga para su elevación. Esta se anclará al perfil IPE-140 de la pasarela a través de una placa de apoyo, según se define en los planos.

La aireación, que se detallará más adelante, se realizará mediante **soplantes en configuración 2+1R** de caudal unitario 994 m³/h, que suministrarán aire a una **parrilla de difusores de burbuja fina**, formada por dos planchas de 140 difusores cada una, a ubicar en cada reactor. Esta permite mantener las condiciones aerobias en el recinto además de homogeneizar la mezcla para evitar su sedimentación.

Sala soplantes EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

Se ha previsto la posibilidad de conducir el agua de cada uno de los reactores a cualquiera de los decantadores, mediante la instalación de arquetas de desvío con válvulas de corte. El vaciado tendrá lugar desde el otro extremo del recinto, habiéndose previsto para ello una arqueta anexa con válvulas de corte.

El reactor se ha diseñado para **eliminar la contaminación carbonada, así como para la reducción de nitrógeno y fósforo**. Con relación a esto último, cabe destacar que el vertido no se realiza a zona sensible, pues tiene lugar al rio Hozgarganta, el cual desemboca 4 km aguas abajo en el rio Guadiaro. No obstante, sabiendo que aproximadamente la mitad de la cuenca pertenece a una zona declarada vulnerable a la contaminación por nitratos de origen agrario (zona número 21: Guadiaro-Genal-Hozgarganta) y en previsión de que en un futuro el río Guadiaro pueda ser declarado zona sensible, se ha dimensionado el proceso contemplando la reducción de nutrientes.

Para la reducción de fósforo se ha previsto **dosificación de cloruro férrico a la salida**. Por su parte, la reducción de nitrógeno será posible gracias a la zona de anoxia reservada en el reactor o bien a través del **control de la aireación en el mismo**. Esto último se realizará según consignas en las mediciones de oxígeno y potencial redox o según registros de amonio o nitratos. El automatismo se ha

proyectado para todas las posibilidades con objeto de que el explotador pueda optar por la más óptima según las condiciones de operación de la planta. Las soplantes estarán accionadas mediante variadores de frecuencia, para que de este modo el sistema de suministro de aire sea lo suficientemente flexible y se pueda adaptar a las diversas demandas de oxígeno necesario.

En el caso de la regulación mediante oxígeno, las soplantes se activarán en función de la señal de la sonda situada en la zona óxica. Se establecerá un punto de consigna en el entorno de 1,5 mg/l y un rango entre niveles mínimo y máximo de O2. Por su parte, en el caso de la regulación mediante la consigna de amonio o nitratos, las soplantes se activarán en función de la señal de las sondas, situadas a la salida del reactor en la zona óxica, estableciéndose un punto de consigna en el amonio de entre 8 y 10 mg/l, por encima del cual se activará la aireación y por debajo del cual habrá una parada. Estos valores son orientativos y deberán ser ajustados en explotación según las cargas del afluente así como los parámetros de vertido exigidos (según lo cual podrá o bien operarse con amonio o nitratos). Cabe destacar que la regulación cuenta también con un control del tiempo de parada, aconsejándose una limitación a un máximo de 2 horas.

Al haberse contemplado la reducción de nitrógeno en el diseño, se está evitando la desnitrificación en el decantador, lo cual redunda en una mejor clarificación al reducirse la posibilidad de que se generen gases que impidan la sedimentación de los sólidos. Asimismo, se puede asumir un cierto ahorro energético, pues una parte importante de la DBO_5 se oxida empleando el oxígeno contenido en los nitratos, por lo que el oxígeno correspondiente a esa fracción de la DBO_5 no tendría que aportarse a través del sistema de aireación.

La aireación prolongada es una variante dentro de los procesos de fangos activos y se caracteriza por **operar con altas edades de fango y bajas cargas másicas**, es decir, la relación comida-microorganismo es reducida (kg DBO_5/kg SSLM). La edad corresponde al tiempo de retención de los microorganismos en el sistema (medido en días).

Tras un cierto tiempo de permanencia en el reactor (tiempo de retención hidráulico), el licor mezcla pasa al decantador o clarificador (en este caso independiente) cuya función es separar el efluente depurado de los fangos. Parte de los fangos son recirculados al reactor para mantener en este una concentración adecuada de microorganismos.

El cálculo de un reactor de fangos activos se puede realizar tomando como base de partida las dimensiones y comprobando cargas, o ajustando las dimensiones a las cargas. En este caso se ha optado por esto último, dividiéndose el cálculo en tres partes: determinación del volumen necesario cumpliendo los criterios de carga, obtención de la producción de fangos generada y cálculo de las necesidades de oxígeno. La **edad del fango** y la **carga másica** son los parámetros fundamentales de diseño. A continuación, se expone paso por paso el procedimiento de cálculo, así como los resultados obtenidos:

5.2.5.1 Cálculo del volumen de reactor

En primer lugar, se determina el volumen mínimo del reactor en función de la concentración de microorganismos en el reactor y por otro lado en función de la relación comida-microorganismo. Se adopta el mayor de ambos. Siguiendo la formulación recogida en el Metcalf&Eddy, el volumen expresado según la concentración de microorganismos se define a partir de la siguiente expresión:

$$V = \frac{Q_0 \cdot \mathrm{Y} \cdot \theta_c \cdot (S_0 - S_e)}{X \cdot (1 + \theta_c \cdot K_d)}$$

siendo,

Q_0, el caudal medio diario de entrada a la planta

θ_c, el tiempo medio de retención celular o edad del fango. Según Metcalf&Eddy los valores típicos oscilan entren 20 y 30 días.

Y, el coeficiente biocinético de crecimiento. Definido como la relación entre la masa de células formadas y la masa de substrato consumido, refleja la producción máxima medida durante cualquier periodo finito de la fase de crecimiento. Según Metcalf&Eddy los valores típicos oscilan entren 0.4 y 0.8 kg/kg, siendo habitual 0.6 kg/kg.

S_0, Concentración de sustrato en el afluente (DBO_5)

S_e, Concentración de sustrato en el efluente (DBO_5)

X, Concentración de microorganismos en el reactor. Según Metcalf&Eddy los valores típicos oscilan entren 3000 y 6000 mg/l. Lo normal es que este valor sea inferior a 4000 mg/l para aireación prolongada.

K_d, coeficiente biocinético de mortandad, refleja la descomposición endógena. Según Metcalf&Eddy los valores típicos oscilan entren 0.025 y 0.075 d^{-1}, siendo habitual 0.06 d^{-1}.

Por otro lado, considerando la carga másica (relación comida-microorganismo), el volumen viene dado por la siguiente expresión. De acuerdo con Metcalf&Eddy los valores típicos oscilan entren 0.05 y 0.15 kgDBO_5/kg SSVLM. Para el diseño se ha considerado que el valor sea menor a 0.10 kgDBO_5/kg SSVLM.

$$V = \frac{Q_0 \cdot S_0}{X \cdot C_m}$$

A continuación, se presentan los cálculos, dimensiones adoptadas y comprobación de cargas y tiempos.

Cálculo del volumen de reactor

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal medio	m³/h	42.69	53.72	56.81	71.66
Caudal máximo	m³/h	119.54	150.42	159.07	200.63
Concentración DBO afluente	mg/l	235.29	235.29	235.29	235.29
Concentración DBO efluente	mg/l	25.00	25.00	25.00	25.00
Concentración DBO soluble efluente	mg/l	8.00	8.00	8.00	8.00
Concentración SS afluente	mg/l	188.24	188.24	188.24	188.24
Concentración SS efluente	mg/l	30.00	30.00	30.00	30.00
Concentración microorganismos (SSLM)	mg/l	3900.00	3900.00	3500.00	3500.00
Relación SSV/SS	-	0.80	0.80	0.80	0.80
Eficacia necesaria para tratamiento biológico	%	97%	97%	97%	97%
Eficacia conjunta de la planta	%	89%	89%	89%	89%
Cálculo del volumen reactor					
Temperatura media del agua	ºC	10.00	27.00	10.00	27.00
Coeficiente biocinético de crecimiento	kg/kg	0.50	0.50	0.50	0.50
Coeficiente biocinético de mortandad	$dias^{-1}$	0.07	0.07	0.07	0.07
Tiempo medio de retención celular	dias	25.00	25.00	25.00	25.00
Carga másica máxima	kg DBO_5/kg SSVLM/dia	0.10	0.10	0.10	0.10
Nº unidades a implantar	ud	1.00	1.00	2.00	2.00
Volumen total necesario	m³	284.35	357.81	421.65	531.81
Volumen mínimo según carga másica	m³	772.69	972.31	1145.79	1445.14
Volumen por reactor	m³	772.69	972.31	572.89	722.57
Dimensiones del reactor					
Volumen por reactor adoptado	m³	993.09	993.09	993.09	993.09
Resguardo	m	0.40	0.40	0.40	0.40
Altura	m	5.00	5.00	5.00	5.00
Longitud	m	15.00	15.00	15.00	15.00
Ancho	m	4.50	4.50	4.50	4.50
Comprobación de cargas y tiempos					
Carga másica (relación comida-alimento)	kg DBO_5/kg SSVLM/dia	0.08	0.10	0.06	0.07
Carga volúmica	kg DBO_5/m³/día	0.31	0.39	0.21	0.25
Tiempo hidráulico de residencia	h	23.26	18.49	34.96*	27.72
Tiempo medio de retención celular real	días	33.28	26.44	44.90*	35.59

**Para el invierno a futuro se podría operar con un solo reactor biológico y con concentraciones de 4000 mg/l, con lo que se lograría reducir la edad del fango y el tiempo de residencia.*

5.2.5.2 Cálculo de la producción de fangos

A continuación, se calcula la producción de fango. Esta tendrá dos componentes: los fangos en exceso producidos por la eliminación de la materia carbonosa y los producidos por la eliminación del fósforo. En este caso, y con objeto de que pueda aplicarse esta última solo en el caso de que el cauce receptor sea declarado como sensible, se ha previsto una precipitación química mediante la adición de cloruro férrico, en lugar de una biológica mediante cámara anaerobia.

En primer lugar, para determinar los fangos producidos por la eliminación de DBO, se debe calcular la producción específica de fangos, que según el modelo de Huisken viene dada por:

$$P_{esp} = 1.2 \cdot {C_m}^{0.23} + 0.5 \cdot \frac{SS_0}{S_o} - 0.6$$

siendo,

C_m, la carga másica o relación comida-microorganismo

S_0, la concentración de DBO_5 afluente a la planta

SS_0, la concentración de SS afluente a la planta

Por otro lado, tal y como se ha mencionado, la producción de fangos como consecuencia de la eliminación de fosfatos se compone de los sólidos producidos en la eliminación biológica de fosfatos y de los producidos en la eliminación simultánea.

Según se indica en la norma ATV-A131, para la eliminación biológica de fosfatos se pueden calcular 3 gramos de SST por cada gramo de fósforo eliminado biológicamente. Por su parte, la producción de fangos en la precipitación simultánea depende del tipo de precipitante (2,5 kg SST por cada kg de hierro dosificado o 4 kg SST por cada kg de aluminio dosificado). Todo esto se traduce en un total de fangos en exceso a causa de la eliminación de fosfatos de:

$$FE_{d.P} = \frac{Q_d \cdot (3 \cdot X_{P,BIOP} + 6{,}8 \cdot X_{P.PRE,Fe} + 5{,}3 \cdot X_{P.PRE,Al})}{1000} \; en \; kg/día$$

siendo,

$FE_{d.P}$, fangos en exceso a causa de la eliminación de fosfatos
Q_d, caudal medio diario
$X_{P,BIOP}$, fósforo unido bioquímicamente en la eliminación biológica del fósforo
$X_{P.PRE,Fe}$, fosforo eliminado por la precipitación mediante sulfato o cloruro férrico
$X_{P.PRE,Al}$, fósforo eliminado por la precipitación mediante sulfato o cloruro de aluminio

Para determinar la concentración de fósforo eliminado mediante precipitación se sabe que se deberá cumplir el balance de fósforo en el reactor:

$$X_{P,PRE} = C_{P,ER} - C_{P,SDS} - X_{P,BM} - X_{P,BIOP} \; en \; mg/l$$

siendo,

$X_{P,PRE}$, concentración de fósforo eliminada por precipitación

$C_{P,ER}$, concentración de fósforo a la entrada del reactor
$C_{P,SDS}$, concentración de fósforo deseada a la salida del decantador
$X_{P,BM}$, concentración de fósforo en la biomasa (se considera igual a 0,01 la de DBO_5 de entrada al reactor)
$X_{P,BIOP}$, concentración de fósforo unido bioquímicamente en la eliminación biológica del fósforo

Producción de fangos

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Producción específica de fangos					
Producción específica de fangos	kg MS/kgDBO_5	0.77	0.81	0.73	0.75
Producción mínima a considerar	kg MS/kgDBO_5	0.80	0.81	0.80	0.80
Fangos en exceso	kg MS/dia	186.31	236.37	247.93	312.71
Producción fangos por eliminación química del fósforo					
Tipo de eliminación			química		
Concentración P afluente	mg/l	3.80	3.80	3.80	3.80
Concentración P efluente	mg/l	0.76	0.76	0.76	0.76
Concentración P en biomasa	mg/l	2.35	2.35	2.35	2.35
Concentración P tomado de eliminación biológica	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00
Fósforo eliminado biológicamente	mg/l	2.35	2.35	2.35	2.35
Fósforo eliminado químicamente	mg/l	0.69	0.69	0.69	0.69
Fangos en exceso por eliminación de P	kgMS/día	12.02	15.12	15.99	20.17
Producción total de fangos en exceso					
Fangos en exceso por eliminación de DBO	kgMS/día	186.31	236.37	247.93	312.71
Fangos en exceso por eliminación de P	kgMS/día	12.02	15.12	15.99	20.17
Total fango producido	kgMS/día	198.33	251.50	263.92	332.88

5.2.5.3 Cálculo de la nitrificación-desnitrificación

Antes de calcular las necesidades de oxígeno se debe caracterizar la cinética de los procesos biológicos que tendrán lugar en el reactor. Respecto al proceso de nitrificación y desnitrificación, el objetivo es determinar la máxima concentración de nitrógeno amoniacal que se va a oxidar (nitrificar) así como la máxima concentración de nitratos que podrían desnitrificarse. El NTK a oxidar será igual al NTK de entrada al reactor menos:

a. NTK insoluble decantable, que se supone un 10% del NTK de entrada
b. NTK soluble no biodegradable, que se supone un 2% del NTK de entrada
c. NTK soluble biodegradable no amonizable, que se supone un 2% del NTK de entrada
d. NTK eliminado en fangos en exceso, se considera del 10% de los fangos correspondientes a la fracción volátil
e. NTK que no se nitrifica o fugas de amoniaco. Estas se determinan siguiendo las experiencias de Van Haandel, Dold y Marais de la UCT (Universidad de Cape Town, Sudáfrica). Según estos investigadores, el N-NH_4 que no se nitrifica (Na) debido a la configuración del sistema viene dada por la expresión:

$$Na = \frac{K_{\mathrm{nT}} \cdot (b_{\mathrm{nT}} + \frac{1}{\theta_c})}{\mu_{nT} \cdot (1 - f_x) - (b_{\mathrm{nT}} + \frac{1}{\theta_c})}$$

siendo,

K_{nT}, coeficiente de saturación para la nitrificación para una temperatura dada según la expresión

$$K_{\mathrm{nT}} = 1.123^{(T-20)},$$

b_{nT}, coeficiente de decrecimiento de organismos nitrificantes para una temperatura dada según la expresión

$$b_{\mathrm{nT}} = 0.04 \cdot 1.029^{(T-20)},$$

θ_c, el tiempo medio de retención celular o edad del fango

μ_{nT}, coeficiente de crecimiento de las bacterias nitrificantes para una temperatura dada y en función del coeficiente de crecimiento de organismos heterótrofos, U_{20} (igual a 0.4 o 0.5 para condiciones desfavorables y favorables respectivamente)

$$\mu_{\mathrm{nT}} = u_{20} \cdot 1.123^{(T-20)},$$

f_x, fracción de SSLM en la zona anóxica

Por su parte, para la máxima concentración de nitratos que podrían desnitrificarse se considera la debida a la configuración del sistema, cuyo cálculo se apoya en las experiencias de Van Haandel, Dold y Marais de la UCT (Universidad de Cape Town, Sudáfrica) y se realiza según la siguiente expresión:

$$Dc = S_{bi}\left(\frac{f_{\mathrm{bs}} \cdot (1 - P \cdot Y)}{2.86} + \frac{Y \cdot \theta_c \cdot K_{2T} \cdot fa}{1 + b_{ht} \cdot \theta_c}\right)$$

siendo,

S_{bi}, la concentración de DQO biodegradable del afluente

f_{bs}, relación entre DQO rápidamente biodegradable y DQO degradable

P, relación DQO/SSV de la masa de fangos

Y, coeficiente de crecimiento de organismos heterótrofos

K_{2T}, coeficiente de desnitrificación para una temperatura dada según la expresión

$$K_{\mathrm{nT}} = 0.1 \cdot 1.08^{(T-20)}$$

fa, fracción de fangos del reactor anóxico con relación a la masa total de fangos

b_{ht}, coeficiente de decrecimiento de organismos heterótrofos para una temperatura dada según:

$$b_{\mathrm{nT}} = 0.24 \cdot 1.029^{(T-20)}$$

θ_c, edad del fango

Características del proceso de nitrificación. Formulación de Van Haandel, Dol y Marais

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Temperatura media del agua	ºC	10.00	27.00	10.00	27.00
Edad del fango crítica para nitrificación	días	13.75	1.91	13.75	1.91
Edad del fango mínima para nitrificación	días	21.43	2.98	21.43	2.98
Edad del fango	días	33.28	26.44	44.90	35.59
Tipo de nitrificación	-	Estable	Estable	Estable	Estable
Factor de seguridad	-	1.20	1.20	1.20	1.20
Coeficiente de saturación para la nitrificación	d^{-1}	0.31	2.25	0.31	2.25
Coeficiente decrecimiento bacterias nitrificantes	d^{-1}	0.03	0.05	0.03	0.05
Coeficiente crecimiento bacterias nitrificantes	d^{-1}	0.13	0.90	0.13	0.90
Fracción de SSLM en zona anóxica	-	0.42	0.88	0.50	0.90
Fracción de SSLM teórica adoptada	-	0.30	0.30	0.30	0.30
Concentración DQO biodegradable afluente	mg/l	265.00	265.00	265.00	265.00
DQO rápidamente biodegradable / DQO biodegradable	-	0.24	0.24	0.24	0.24
Relación DQO/SSV de la masa de fangos	-	1.45	1.45	1.45	1.45
Coeficiente de crecimiento organismos heterótrofos	kgSS/kgDQO	0.45	0.45	0.45	0.45
Coeficiente de desnitrificación	mgN-NO_3/mgSSV/d	0.05	0.17	0.05	0.17
Coeficiente de decrecimiento organismos heterótrofos	-	0.18	0.29	0.18	0.29
Nitrógeno amoniacal que no se nitrifica	mg N-NH_3/l	0.68	0.36	0.46	0.31
Nitrato con posibilidad de desnitrificar	mgN-NO_3/l	15.60	26.25	15.91	26.81
NTK afluente	mg/l	67.00	67.00	67.00	67.00
Nitrógeno orgánico insoluble	mg/l	6.70	6.70	6.70	6.70
Nitrógeno orgánico soluble no biodegradable	mg/l	1.34	1.34	1.34	1.34
Nitrógeno orgánico soluble biodegradable no amonizable	mg/l	1.34	1.34	1.34	1.34
Nitrógeno eliminado en fangos en exceso	mg/l	14.55	14.67	14.55	14.55
Nitrógeno que puede ser oxidado	mg/l	42.39	42.59	42.61	42.76
Carga de nitrógeno a oxidar	kg/día	43.43	54.92	58.10	73.54
Carga nitrógeno desnitrificar	kg/día	15.99	33.85	21.69	46.11
Concentración Nitrógeno NO3 en decantación 2ª	mg/l	27.83	28.66	42.19	46.72
Concentración Nitrógeno total en decantación 2ª	mg/l	10.06	9.74	9.84	9.69

5.2.5.4 Cálculo de las necesidades de oxígeno

Una vez se conoce la cinética de los procesos de nitrificación y desnitrificación, se puede calcular la cantidad de oxígeno que demandará el sistema como la suma del necesitado por la materia carbonosa para sus procesos de síntesis (creación de nuevas células bacterianas) y endogénesis (respiración celular), más el de la materia nitrogenada menos el recuperado por la desnitrificación. El oxígeno necesario para la síntesis y endogénesis de nuevas células es proporcional al peso de la DBO_5 eliminada y se ha determinado siguiendo el modelo de Eckenfelder, Vant Hoff y Arrhenius:

$$\text{Oxígeno síntesis} = \mathrm{a} \cdot \mathrm{Q} \cdot (S_0 - S_e)$$

$$\text{Oxígeno endogénesis} = \mathrm{b} \cdot \frac{\mathrm{Q} \cdot (S_0 - S_e)}{C_m}$$

siendo a y b unos coeficientes tabulados dependientes de la carga másica, donde a es 0.5 si $C_m > 0.5$ y si no:

$$\mathrm{a} = 101.96 \cdot {C_m}^5 - 154.28 \cdot {C_m}^4 + 86.164 \cdot {C_m}^3 - 21.241 \cdot {C_m}^2 + 1.7649 \cdot C_m + 0.6135$$

$\mathrm{b} = b_{20} \cdot {\theta_T}^{(T-20)}$, siendo θ_T un coeficiente de temperatura con valor entre 1 y 1.03

$b_{20} = -0.156 \cdot {C_m}^4 + 0.6364 \cdot {C_m}^3 - 0.8685 \cdot {C_m}^2 + 0.5018 \cdot C_m + 0.0201$ si C_m es menor a 1

$b_{20} = C_m \cdot 0.136$, si C_m es mayor a 1

Por su parte, respecto al oxígeno debido a la nitrificación, se recomienda adoptar un valor de 4.6 mgO_2/mg N-NH_4 (basado en experiencias de laboratorio). Con relación al oxígeno recuperado por la desnitrificación, un valor habitual es el de 2.8 mgO_2/mg N-NO_3.

Necesidades de oxígeno

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Demanda nitrogenada de oxígeno y recuperación de oxígeno por desnitrificación					
Necesidades de oxígeno teóricas para nitrificación	kg O_2/día	199.80	252.61	267.25	338.26
Aporte de oxígeno por desnitrificación	kg O_2/día	44.77	94.77	60.73	129.11
Necesidades globales de oxígeno					
Factor punta de oxigenación	-	2.00	2.76	2.00	2.76
Oxígeno para la síntesis	kg O_2/día	152.98	190.29	204.42	257.58
Oxígeno para la endogénesis	kg O_2/día	145.01	195.57	220.84	306.52
Nitrificación espontánea	kg O_2/día	199.80	252.61	267.25	338.26
Recuperación de oxígeno por desnitrificación	kg O_2/día	44.77	94.77	60.73	129.11
Necesidad teórica media de oxígeno	kg O_2/día	453.02	543.70	631.79	773.27
Necesidad teórica punta de oxígeno	kg O_2/día	761.03	1154.66	1042.73	1592.40
Aportación teórica media de oxígeno	kg O_2/kg DBO_5 eliminada	1.95	1.86	2.04	1.98
Aportación teórica punta de oxígeno	kg O_2/kg DBO_5 eliminada	3.27	3.94	3.36	4.07

5.2.5.5 Capacidad real de oxígeno requerida

El aporte específico de los sistemas de aireación se establece en condiciones estándar de laboratorio, por lo que es necesario calcular la capacidad real de oxigenación requerida, que viene dada por la siguiente expresión:

$$OC = OR \cdot CS_{10} \cdot (0.95 \cdot CST - CL)^{-1} \cdot \left(\frac{D10}{DT}\right)^{0.5} \cdot \frac{P_0}{P_h} \cdot a^{-1}$$

siendo,

OR, necesidades de oxígeno en condiciones reales

CS_{10}, concentración de la saturación de oxígeno de agua pura a 10 ^{0}C

CST, concentración de la saturación de oxígeno en agua pura a 1 atm y a la temperatura del licor mezcla

CL, concentración de oxígeno a mantener en el licor mezcla

D10 y DT, coeficientes de difusión de oxígeno a 10 ^{0}C y a temperatura dada

P_0, presión atmosférica a nivel del mar

P_h, presión atmosférica a la altura de la EDAR (1 mm Hg menos por cada 11 metros de altura sobre el mar)

A, coeficiente de intercambio entre SSLM y agua pura (en función del tipo de aireación)

Capacidad real de oxígeno necesaria

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Capacidad real de oxígeno necesaria					
Concentración saturación O_2 a 10 grados	mg/l	11.33	11.33	11.33	11.33
Concentración saturación a temperatura LM	mg/l	10.37	10.37	10.37	10.37
Concentración de oxígeno a mantener	mg/l	2.00	2.00	2.00	2.00
Relación coeficiente de difusión de oxígeno $(D10/DT)^5$	m²/s	0.93	0.93	0.93	0.93
Presión atmosférica a nivel del mar	mm Hg	760.00	760.00	760.00	760.00
Altura EDAR	msnm	39.50	39.50	39.50	39.50
Presión atmosférica a nivel de la EDAR	mm Hg	756.41	756.41	756.41	756.41
Coeficiente de intercambio	-	0.65	0.65	0.65	0.65
Coeficiente de transferencia	-	0.48	0.48	0.48	0.48
Capacidad de oxigenación media	kg O_2/día	937.74	1125.45	1307.79	1600.65
Capacidad de oxigenación punta	kg O_2/día	1575.32	2390.14	2158.45	3296.25

5.2.5.6 Cálculo de las necesidades de los equipos de aireación

Para determinar la capacidad de los equipos de aireación (soplantes y difusores) se necesita transformar estas cantidades de oxígeno en aire. Se sabe que el aire atmosférico contiene un 23.9% de oxígeno en peso (20.9 % de oxígeno en volumen). Por su parte, la densidad del aire a 10 grados y presión atmosférica es de 1.248 kg/m³. A esta necesidad de airea hay que aplicarle el rendimiento de los equipos de difusión, el cual varía según la capacidad unitaria de los mismos y la sumergencia.

Necesidades aireación

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Equipos de aireación necesarios					
Cantidad de oxígeno en aire	kg/kg	0.24	0.24	0.24	0.24
Cantidad de oxígeno en aire	m³/m³	0.21	0.21	0.21	0.21
Densidad del aire	kg/m³	1.25	1.25	1.25	1.25
Tipo de difusor		Burbuja fina			
Rendimiento difusores	%	23.50	23.50	23.50	23.50
Necesidades medias de aire	Nm³/h	557.43	669.01	777.40	951.49
Necesidades punta de aire	Nm³/h	936.43	1420.80	1283.07	1959.42
Caudal máximo de aire por difusor	Nm³/h	7.00	7.00	7.00	7.00
Nº de difusores a instalar en cada reactor	ud	140.00	140.00	140.00	140.00
Nº total de difusores a instalar	ud	280.00	280.00	280.00	280.00

Respecto a las soplantes, se instalarán tres compresores de émbolo rotativo en configuración 2+1R, con un caudal máximo unitario de 994 Nm³/h, una presión de trabajo de 6 mca y potencia unitaria del motor de 30 kW.

Sabiendo que los equipos de aireación, por su potencia y frecuencia de uso, representan el mayor consumo de la instalación, se ha tenido en cuenta la implementación de una lógica de control que permita optimizar la producción y distribución de aire mediante el control de los aireadores y válvulas de regulación existentes en función de los niveles de amonio y nitratos en cada reactor. Considerando casos similares, se prevé, en comparación a la no incorporación de un sistema de control avanzado, un ahorro relacionado con el aporte de aire de entre 15% y el 20%.

5.2.6 Decantación secundaria

El efluente de los reactores se conduce a dos decantadores (decantador secundario o clarificador) donde se separarán los flóculos biológicos del agua. Se han proyectado dos tanques de planta circular y alimentación central, con 12 metros de diámetro y 3,5 de calado recto útil. El fondo se configura con pendiente para facilitar la recogida de los fangos. Estos se concentran en la parte central gracias a la acción de un sistema de rasquetas de fondo sujetadas por un puente radial de tracción periférica. Posteriormente, se aspirarán desde una arqueta externa para su bombeo mediante bombas sumergidas hasta el espesador de fangos.

La extracción de lodos se debe realizar con una frecuencia tal que se evite la fermentación, lo cual generaría gases que ascenderían a superficie contaminando el efluente ya depurado.

En la superficie del decantador se dispone un vertedero perimetral de recogida del agua clarificada, con una chapa deflectora previa para evitar la salida de sobrenadantes. Esta tolva colectora cuenta con una toma de agua y válvula para poder llevar a cabo el lavado de la misma.

Decantador EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

Para el dimensionamiento se han tomado los siguientes parámetros, cumpliendo con los requisitos habitualmente establecidos por el futuro explotador:

- Carga hidráulica superficial a caudal medio ≤ 0,3 m³/h/m²
- Carga hidráulica superficial a caudal máximo ≤ 0,7 m³/h/m²
- Carga de sólidos a caudal medio ≤ 2 kg SST/m²/h
- Carga de sólidos a caudal máximo ≤ 4 kg SST/m²/h
- Calado mínimo sobre borde ≥ 2.7 m

Los pasos para determinar el diámetro y calado necesario son:

1. Establecer las cargas a emplear y con el caudal determinar la superficie y diámetro necesarios cumpliendo carga hidráulica y carga de sólidos.
2. Seleccionar el mayor diámetro y rehacer los cálculos a la inversa comprobando las cargas de funcionamiento real.
3. Seleccionar el calado necesario atendiendo al tiempo de retención recomendado.

Respecto a la cantidad de fangos producida, y como buena práctica, no se considerará menos de 0,8 kg producidos por cada kg de DBO_5 eliminada.

Decantador secundario

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal medio	m³/h	42.69	53.72	56.81	71.66
Caudal máximo	m³/h	119.54	150.42	159.07	200.63
Carga hidráulica máxima a Qmed	m³/h/m²	0.50	0.50	0.50	0.50
Carga hidráulica máxima a Qmax	m³/h/m²	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga de sólidos a Qmed	kg SST/m²/h	2.00	2.00	2.00	2.00
Carga de sólidos a Qmax	kg SST/m²/h	4.00	4.00	4.00	4.00
Carga hidráulica sobre vertedero Qmed	m³/h/m	12.00	12.00	12.00	12.00
Carga hidráulica sobre vertedero Qmax	m³/h/m	15.00	15.00	15.00	15.00
Calado sobre borde mínimo	m	3.50	3.50	3.50	3.50
Tiempo de retención a Qmed	h	5.00	5.00	5.00	5.00
Tiempo de retención a Qmax	h	2.50	2.50	2.50	2.50
Concentración sólidos entrada (SSLM)	kg/m³	3.50	3.50	3.50	3.50
Nº de líneas	ud	2.00	2.00	2.00	2.00
Superficie necesaria según carga hidráulica					
Superficie Qmed	m²	42.69	53.72	56.81	71.66
Diámetro Qmed	m	7.37	8.27	8.51	9.55
Superficie Qmax	m²	59.77	75.21	79.54	100.32
Diámetro Qmax	m	8.72	9.79	10.06	11.30
Superficie necesaria según carga de sólidos					
Superficie Qmed	m²	37.35	47.01	49.71	62.70
Diámetro Qmed	m	6.90	7.74	7.96	8.93
Superficie Qmax	m²	52.30	65.81	69.59	87.78
Diámetro Qmax	m	8.16	9.15	9.41	10.57
Diámetro necesario según carga sobre vertedero					
Longitud Qmed	m	1.78	2.24	2.37	2.99
Diámetro Qmed	m	0.57	0.71	0.75	0.95
Longitud Qmax	m	3.98	5.01	5.30	6.69
Diámetro Qmax	m	1.27	1.60	1.69	2.13
Dimensiones elegidas					
Diámetro adoptado	m	12.00	12.00	12.00	12.00
Superficie resultante	m²	113.10	113.10	113.10	113.10
Volumen y calado					
Volumen para Qmed	m³	106.73	134.30	142.03	179.14
Calado para Qmed	m	0.94	1.19	1.26	1.58
Volumen para Qmax	m³	149.42	188.02	198.84	250.79
Calado para Qmax	m	1.32	1.66	1.76	2.22
Calado seleccionado	m	3.50	3.50	3.50	3.50
Volumen final	m³	395.84	395.84	395.84	395.84

Decantador secundario

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Comprobación cargas					
Carga hidráulica máxima a Qmed	$m^3/h/m^2$	0.19	0.24	0.25	0.32
Carga hidráulica máxima a Qmax	$m^3/h/m^2$	0.53	0.66	0.70	0.89
Carga de sólidos a Qmed	kg SST/m^2/h	0.66	0.83	0.88	1.11
Carga de sólidos a Qmax	kg SST/m^2/h	1.85	2.33	2.46	3.10
Carga hidráulica sobre vertedero Qmed	$m^3/h/m$	0.57	0.71	0.75	0.95
Carga hidráulica sobre vertedero Qmax	$m^3/h/m$	1.59	1.99	2.11	2.66
Tiempo de retención Qmed	h	18.54	14.74	13.94	11.05
Tiempo de retención Qmax	h	6.62	5.26	4.98	3.95

Los lodos decantados se purgarán desde los decantadores hacia una cántara de bombeo, desde la que se podrán o bien purgar hacia el espesador para su deshidratación o bien recircular al reactor para asegurar que la concentración de biomasa activa es la adecuada para el desarrollo de todos los procesos de oxidación y reducción.

5.2.7 Desinfección del efluente

El efluente de la decantación secundaria es adecuado para el vertido en términos de materia orgánica, sólidos y nutrientes. Sin embargo, en ninguno de los procesos anteriores se consigue eliminar en gran medida el contenido de microorganismos perjudiciales para el ser humano tales como bacterias, virus, amebas y otros. Uno de los indicadores de medida más conocido es el de los coliformes totales.

La destrucción o inactivación de estos componentes se denomina desinfección y la total eliminación, esterilización. Para el caso que nos compete, se plantea un sistema simple de desinfección que permita extraer un efluente de buenas condiciones para el medio como es la cloración.

El cloro permanece en el agua durante largos periodos de tiempo, actuando sobre contaminaciones posteriores al tratamiento, es lo que se llama cloro residual. En el diseño del proceso se deberá prestar especial atención a la dosificación, de manera que el cloro residual en el efluente no sea perjudicial para el medio (la mezcla de cloro con ácidos húmicos procedentes de materia orgánica en el suelo es un producto cancerígeno).

Para que el cloro y el efluente tratado permanezcan el suficiente tiempo en contacto como para que se dé la desinfección (mínimo de 15 minutos) se proyectan tanques de contactos con planta sinuosa o laberíntica. El almacenamiento, preparación y dosificación del reactivo se efectúa en un edificio anexo al laberinto, con ventilación independiente.

El dimensionado del tanque de cloración se ha realizado partiendo de un volumen (calado, ancho y largo) y comprobando que el tiempo de retención fuera el adecuado. El número de canales y la disposición de estos se obtiene de forma que la relación L/B esté entre 10 y 40, siendo L la longitud total que recorre el agua y B el ancho de cada canal.

Se ha optado por un recinto de planta laberíntica, conformada por cuatro canales de 1,25 metros de ancho y 5,50 de largo.

Laberinto de cloración EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

Laberinto de Cloración

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal medio diario	m^3/día	1024.59	1289.28	1363.49	1719.72
Caudal máximo	m^3/h	119.54	150.42	159.07	200.63
Dimensiones necesarias del tanque					
Calado en el tanque	m	1.90	1.90	1.90	1.90
Ancho estimado	m	5.00	5.00	5.00	5.00
Longitud seleccionada	m	5.50	5.50	5.50	5.50
Volumen del tanque	m^3	52.25	52.25	52.25	52.25
Comprobación velocidad y tiempo retención					
Nº de canales	m	4.00	4.00	4.00	4.00
Ancho de cada recinto	m	1.25	1.25	1.25	1.25
Largo del recorrido total	m	27.00	27.00	27.00	27.00
Relación L/a	-	21.60	21.60	21.60	21.60
Tiempo de retención a Qmax	min	26.23	20.84	19.71	15.63

Laberinto de Cloración

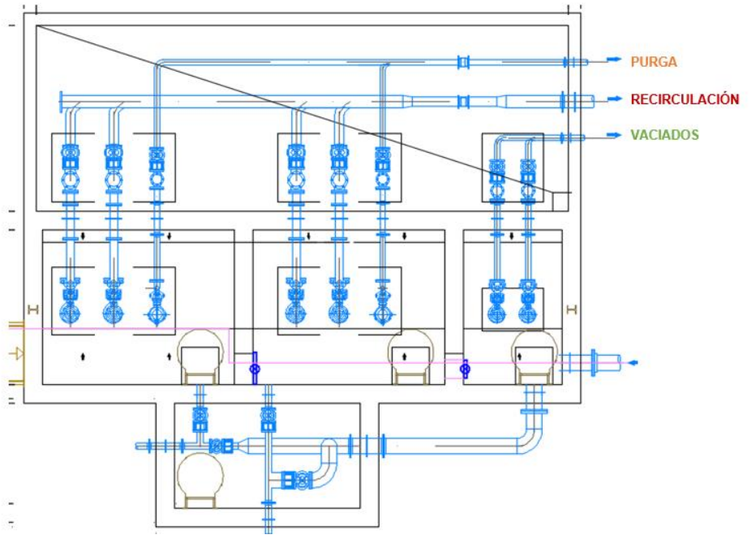
		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Tiempo de retención a Qmed	min	73.43	58.36	55.18	43.75
Dimensiones externas del tanque					
Resguardo	m	0.45	0.45	0.45	0.45
Altura total	m	2.35	2.35	2.35	2.35
Espesor tabiques de separación	m	0.20	0.20	0.20	0.20
Espesor externo muros	m	0.30	0.30	0.30	0.30
Largo total tanque	m	6.10	6.10	6.10	6.10
Ancho total tanque	m	6.20	6.20	6.20	6.20
Desinfectante					
Agente químico		Hipoclorito sódico			
Riqueza	g/l	122.00	122.00	122.00	122.00
Dosis	mg/l	6.00	6.00	6.00	6.00
Caudal de dosificación máximo	l/h	5.88	7.40	7.82	9.87
Consumo medio de solución	l/día	50.39	63.41	67.06	84.58
Autonomía a caudal medio necesaria	días	15.00	15.00	15.00	15.00
Volumen necesario	l	755.85	951.11	1005.85	1268.65
Número de depósitos adoptados	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Volumen necesario por depósito	l	755.85	951.11	1005.85	1268.65
Volumen adoptado por depósito	l	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00
Máximo porcentaje llenado	%	60.00	70.00	75.00	85.00
Autonomía a caudal medio final	días	23.81	22.08	22.37	20.10
Bomba dosificadora tanque cloración					
Capacidad dosificación máxima necesaria	l/h	5.88	7.40	7.82	9.87
Número de bombas activas	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Número de bombas reserva	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Capacidad unitaria necesaria	l/h	5.88	7.40	7.82	9.87
Capacidad unitaria adoptada	l/h	11.00	11.00	11.00	11.00

Se ha dispuesto un aljibe de servicios, de planta rectangular, desde el que poder dar suministro de agua para los riegos y baldeos de la planta, así como dos grupos de presión: uno para filtrar y llenar el aljibe y otro para dar suministro a esta red de agua de uso industrial y servicios. Se ha previsto dosificación de cloro tanto en el aljibe como en el laberinto.

5.2.8 Bombeo de recirculación del fango

Se ha previsto una arqueta independiente al reactor y decantador para el bombeo de fangos y vaciados. Con objeto conseguir una mayor versatilidad se ha dispuesto el bombeo de fangos en dos cántaras que podrán aislarse mediante una compuerta de 500x500 mm. De esta forma, si se detecta algún problema de contaminación en los fangos procedentes de uno de los decantadores, se podrá aislar ese pozo, recirculándose los fangos hacia cualquiera de los reactores desde el otro. Para ello, es necesario disponer un equipo de recirculación adicional, de forma que en condiciones de operación normal (cántaras comunicadas) se tendrá una configuración para la recirculación de 2+2R.

Tanto la purga de fangos de los decantadores, como el vaciado de estos, podrá controlarse desde una cámara de llaves anexa al pozo de bombeo. La medida de los caudales purgado y recirculado se realiza mediante unos caudalímetros electromagnéticos (DN80 y DN150 respectivamente) dispuestos en una cámara seca, contigua a la de bombeo.



Para el cálculo de caudal a recircular es preciso estimar la tasa de recirculación, definida como el cociente entre el caudal recirculado y el caudal medio, o lo que es lo mismo, entre las cargas. Cabe tener en cuenta que la recirculación entrará en la zona anóxica del reactor, para que con la ayuda de los aceleradores de corriente se controle la desnitrificación. La capacidad de la línea se dimensionará para una máxima del doble del caudal medio.

Recirculación de fangos a reactor

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal medio diario	m³/h	42.69	53.72	56.81	71.66
Carga de SSV en el reactor	kg/m³	3.90	3.90	3.50	3.50
Carga de sólidos en fangos recirculados	kg/m³	8.00	8.00	8.00	8.00
Relación de recirculación	-	0.95	0.95	0.78	0.78
Caudal de recirculación necesario	m³/h	40.61	51.10	44.19	55.73
Relación de recirculación diseño línea	-	2.00	2.00	2.00	2.00
Caudal máximo de diseño línea recirculación	m³/h	85.38	107.44	113.62	143.31

Para la recirculación se emplearán 2 bombas centrífugas sumergibles con capacidad unitaria de 73 m³/h, impulsor contrablock, 1439 rpm y motor de 2.53 kW de potencia. El bombeo se operará y controlará mediante un variador de frecuencia flotante entre las unidades de bombeo.

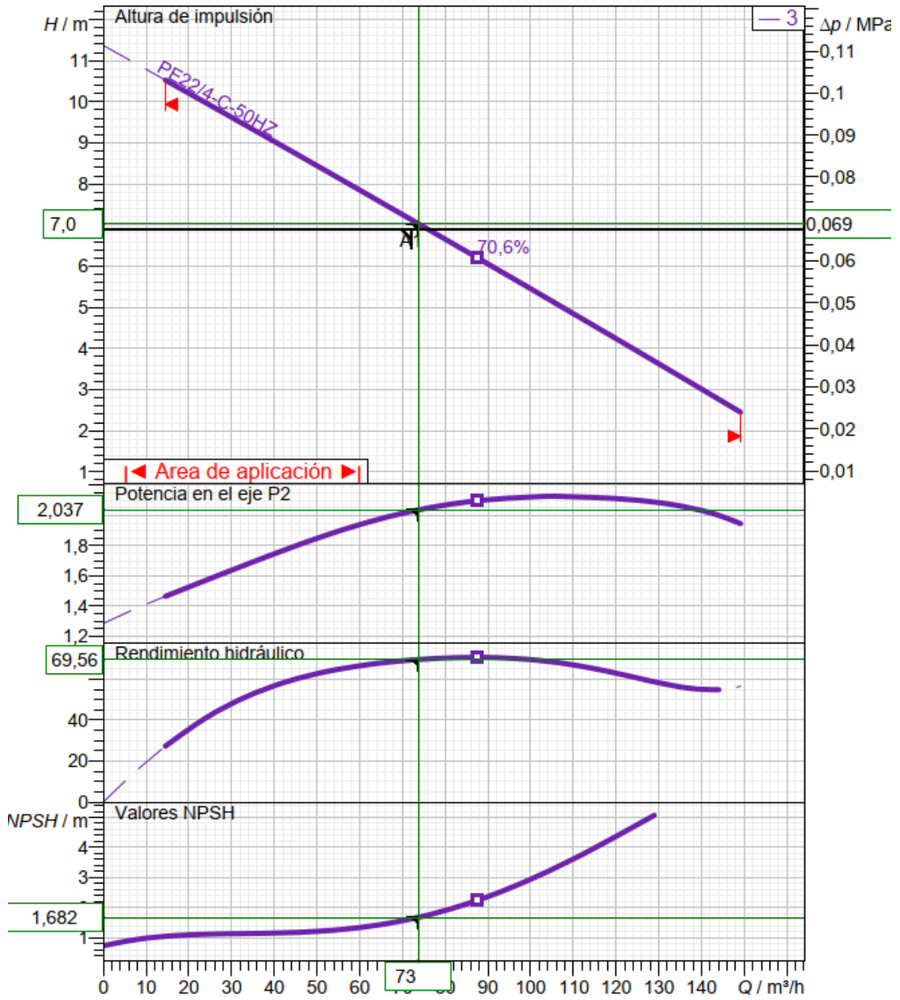
Para controlar el nivel alcanzado en la cántara de bombeo se dispondrá un sensor de nivel de tipo ultrasónico aunque se ubicará adicionalmente un sistema de control con boyas indicadores de nivel máximo y mínimo, como medida de seguridad. El nivel mínimo de agua en la cámara de aspiración será de 30 cm. La medida de caudal recirculado se realizará en la arqueta contigua al bombeo, prevista para alojar la valvulería.

A continuación, se presenta el cálculo de esta impulsión, siguiendo la formulación indicada en el anteriormente.

- Caudal de impulsión total: 143.31 m³/h (71.65 m³/h por bomba)
- Altura geométrica de impulsión: 5.72 metros
- Altura manométrica de impulsión: 6.38 metros. El cálculo de las pérdidas es el siguiente:

Cálculo pérdidas impulsión recirculación		
Longitud conducción	m	4.50
Diámetro interior conducción	m	0.15
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	1.13
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	168951.81
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.03
Válvula de corte totalmente abierta		1.00
Válvula de retención		1.00
Derivación en T		1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	4.50
Pérdidas localizadas totales	m	0.29
Pérdidas totales	m	0.33
Longitud conducción	m	15.50
Diámetro interior conducción	m	0.20
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	1.27
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	253427.72
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.11
Estrechamiento		1.00
Ensanchamiento		1.00
Caudalímetro		1.00
Codo a 90º	ud	3.00

Cálculo pérdidas impulsión recirculación		
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.75
Pérdidas localizadas totales	m	0.23
Pérdidas totales	m	0.33



Curva característica bombeo recirculación (Fuente: fabricante)

5.2.9 Bombeo de purga del fango

Para la purga hacia el espesador se ha considerado que los 41.61 m³/día producidos en el año horizonte se purguen en unas 2 horas al día, disponiéndose para ellos dos bombas en configuración 1+1R de 24 m³/h de caudal unitario.

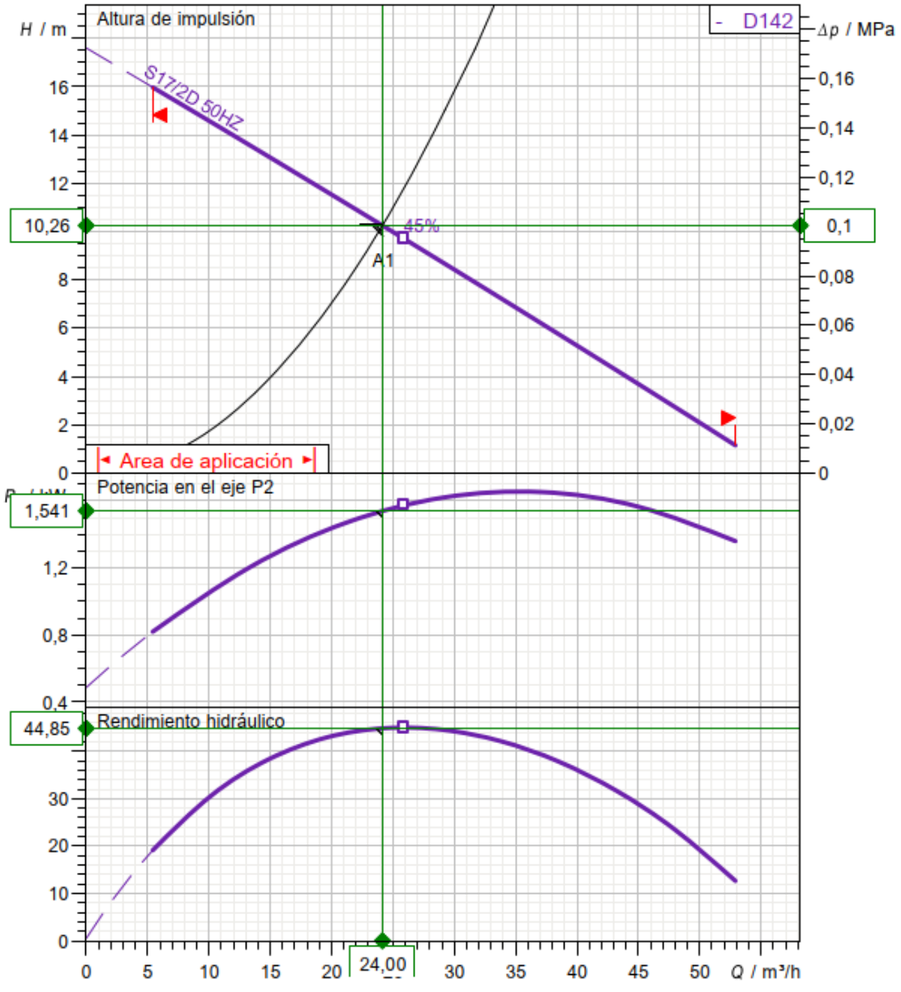
A continuación, se presenta el cálculo de esta impulsión, siguiendo la formulación indicada anteriormente.

- Caudal de impulsión total: 24 m³/h
- Altura geométrica de impulsión: 7.70 metros
- Altura manométrica de impulsión: 10.26 metros. El cálculo de las pérdidas es el siguiente:

Cálculo pérdidas impulsión purga

Longitud conducción	m	4.50
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	1.38
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	110524.27
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.11
Válvula de corte totalmente abierta		1.00
Válvula de retención		1.00
Derivación en T		1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	4.50
Pérdidas localizadas totales	m	0.44
Pérdidas totales	m	0.55
Longitud conducción	m	70.00
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	1.38
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	110524.27
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	1.71
Estrechamiento		1.00
Ensanchamiento		1.00
Caudalímetro		1.00
Codo a 45º		2.00
Codo a 90º	ud	3.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	3.15
Pérdidas localizadas totales	m	0.31
Pérdidas totales	m	2.01

Para controlar el nivel alcanzado en la cántara de bombeo se dispondrá un sensor de nivel de tipo ultrasónico, aunque se ubicará adicionalmente un sistema de control con boyas indicadores de nivel máximo y mínimo, como medida de seguridad. El nivel mínimo de agua en la cámara de aspiración será de 30 cm. La medida de caudal recirculado se realizará en la arqueta contigua al bombeo, prevista para alojar la valvulería.



Curva característica bombeo purga (Fuente: fabricante)

5.2.10 Espesamiento del fango

A la salida del decantador secundario los lodos presentan una concentración de 8 kg/m³. De ahí hasta las concentraciones de 200 kg/m³ que se pueden obtener en el proceso de deshidratación, es posible reducir algo más el contenido del agua en el fango para conseguir un proceso de deshidratación más eficiente. Por ello se proyecta un espesador por gravedad, con el que se consigue alcanzar una concentración de hasta 30 kg/m³ (valor máximo de cálculo recomendado). En general el proceso de cálculo se basa en establecer las cargas usuales de trabajo y determinar con ellas la superficie mínima necesaria.

Con todo esto resulta un espesador de 3.50 metros de calado útil y 4.50 metros de diámetro, capaz de almacenar los fangos generados durante al menos 5 días para el año horizonte.

Espesador de fangos por gravedad

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Producción específica de fangos	kg MS/kgDBO$_5$	0.80	0.81	0.80	0.80
Carga diaria de fangos	kg MS/día	198.33	251.50	263.92	332.88
Concentración del fango de entrada	%	0.80	0.80	0.80	0.80
Volumen diario de fangos	m³/día	24.79	31.44	32.99	41.61
Caudal de fangos a espesador	m³/h	1.03	1.31	1.37	1.73
Carga hidráulica	m³/m²/h	0.50	0.50	0.50	0.50
Carga de sólidos	kg/m²/día	30.00	30.00	30.00	30.00
Concentración del fango de salida	%	3.00	3.00	3.00	3.00
Dimensiones necesarias del tanque					
Nº de unidades	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Superficie por carga de solidos	m²	6.61	8.38	8.80	11.10
Diámetro por carga de sólidos	m	2.90	3.27	3.35	3.76
Superficie por carga hidráulica	m²	2.07	2.62	2.75	3.47
Diámetro por carga hidráulica	m	1.62	1.83	1.87	2.10
Dimensiones seleccionadas					
Altura útil	m	3.50	3.50	3.50	3.50
Diámetro adoptado	m	4.50	4.50	4.50	4.50
Diámetro cono inferior	m	4.50	4.50	4.50	4.50
Ángulo del cono	grados	60.00	60.00	60.00	60.00
Altura troncocónica	m	0.00	0.00	0.00	0.00
Altura parte cilíndrica	m	3.50	3.50	3.50	3.50
Volumen parte troncocónica	m³	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen parte cilíndrica	m³	55.67	55.67	55.67	55.67
Volumen total	m³	55.67	55.67	55.67	55.67
Superficie	m²	15.90	15.90	15.90	15.90
Parámetros de funcionamiento					
Carga de sólidos	kg/m²/día	12.47	15.81	16.59	20.93
Carga hidráulica	m³/m²/h	0.06	0.08	0.09	0.11
Caudal de lodos espesado	m³/día	6.61	8.38	8.80	11.10
Tiempo de retención	días	8.42	6.64	6.33	5.02
Caudal de sobrenadante	m³/día	18.18	23.05	24.19	30.51

El espesador contará con una cubierta de PRFV y una escalera vertical con carril y jaula anticaídas para el acceso a la misma.

Espesador EDAR Aznalcóllar (Fuente: fabricante)

Desde el espesador se bombearán los fangos hacia la deshidratación mediante una bomba de tornillo helicoidal con caudal nominal de 9 m³/h, altura máxima de bombeo de 10 metros, velocidad de trabajo de 450 rpm y potencia de 1.3 kW. Se colocará un equipo de reserva y el accionamiento será mediante variador de frecuencia.

Para el control de caudal de lodo enviado a deshidratación, se instalará un caudalímetro DN80 en el interior de edificio de instalaciones, antes de la adición del polielectrolito.

5.2.11 Deshidratación del fango

Se ha proyectado un proceso de deshidratación basado en el empleo de una decantadora centrífuga, pues es la que más eficiencia puede aportar en el proceso de reducción de volumen del fango.

La centrífuga se ha dimensionado de manera que el contenido en materia seca sea superior al 22% con la máquina trabajando 2 días a la semana y 5 horas al día. Se ha considerado un equipo en reserva.

Así pues, dada la cantidad de fangos purgada del espesador, las concentraciones de entrada y salida y el rango de funcionamiento, se estima el caudal horario a tratar y la carga horaria. Con ello se escoge la centrífuga adecuada. El volumen de fangos deshidratados se obtiene tras aplicar las concentraciones antes indicadas (del 3% al 22%), con lo que se selecciona el sistema de almacenamiento adecuado.

Deshidratación de fangos

		Año actual (2018)		*Año horizonte (2033)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Carga de fangos mixtos	kg/día	198.33	251.50	263.92	332.88
Concentración de fangos entrada	%	3.00	3.00	3.00	3.00
Concentración de fangos salida	%	22.00	22.00	22.00	22.00
Días de funcionamiento por semana	días/semana	2.00	2.00	2.00	2.00
Hora de funcionamiento al día	h/día	5.00	5.00	5.00	5.00
Parámetros de funcionamiento					
Caudal de fangos a tratar	m³/h	4.63	5.87	6.16	7.77
Carga de fangos a tratar	kg/h	138.83	176.05	184.75	233.02
Densidad fango deshidratado	t/m³	1.05	1.05	1.05	1.05
Volumen de fangos deshidratados	m³/día	3.16	4.00	4.20	5.30
Peso fango deshidratado	t/día	3.31	4.20	4.41	5.56
Equipo deshidratación adoptado					
Tipo		Separadora centrífuga			
Carga máxima de sólidos por centrífuga	kg/h	250.00	250.00	250.00	250.00
Número de centrífugas necesario	ud	0.56	0.70	0.74	0.93
Número de centrífugas activas	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Caudal de fango adoptado por centrífuga	m³/h	9.00	9.00	9.00	9.00
Horas de funcionamiento día adoptadas	h	2.57	3.26	3.42	4.32
Potencia unitaria del motor	kW	22.00	22.00	22.00	22.00
Acondicionamiento químico					
Agente		Polielectrolito catiónico			
Dósis máxima	kg/t MS	7.00	7.00	7.00	7.00
Concentración de preparación	g/l	4.00	4.00	4.00	4.00
Volumen de solución a preparar diariamente	l/h	242.95	308.09	323.31	407.78
Consumo anual	kg/año	505.33	640.82	672.48	848.18
Transporte de fangos deshidratados					
Tipo equipo transporte		Tornillo sin fin			
Número equipos elevación	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Número equipos reserva	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Caudal unitario necesario	m³/h	0.63	0.80	0.84	1.06
Caudal unitario adoptado	m³/h	2.00	2.00	2.00	2.00
Potencia unitaria del motor	kW	0.55	0.55	0.55	0.55
Accionamiento		Eléctrico			
Almacenamiento de fango deshidratado					
Tipo		Tolva			
Autonomía mínima	días	10.00	10.00	10.00	10.00
Número de unidades adoptadas	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Volumen unitario necesario	m³	9.01	11.43	12.00	15.13
Volumen unitario adoptado	m³	20.00	20.00	20.00	20.00
Autonomía real	días	22.19	17.50	16.67	13.22

5.2.12 Desodorización

Se ha previsto una desodorización para la sala de deshidratación y la atmosfera del espesador y la tolva, extrayendo el aire del interior y conduciéndolo hacia un filtro de carbón activo. El caudal de aire se ha calculado a partir de las renovaciones por hora estableciendo un valor de 10.

La sala de deshidratación tiene una superficie de 48,19 m² y una altura de 4,25 m, lo que resulta un volumen de aire a renovar de 204,83 m³ para dicha sala.

Por su parte, el volumen de aire a extraer del espesador y la tolva es de 13,21 m³.

Esto hace un total de aire a extraer de todas las zonas de 218.04 m³. Y el caudal de aire extraído por la desodorización de las diferentes zonas es de 2.180.4 m³/h.

Así pues, el equipo de desodorización seleccionado según los datos del fabricante es capaz de tratar dicho caudal con un ventilador habilitado hasta una presión de 1176 Pa.

RED DE EXTRACCIÓN DE AIRE SALA DE DESHIDRATACIÓN

NODO INIC	NODO FINAL	CAUD. (m3/h)	LONGITUD (m)	TIPO COND. MAT	TIPO COND. COND.	REAL D (mm)	De (mm)	VEL (m/s)	f	P.C.L. (Pa/m)	P. LOC. (Pa) Rejillas	P. T. (Pa)	P. AC. (Pa)
4	**Sala deshidrat.**	**2096**	15	C	C	250	250,0	**11,9**	0,9	6,3	58,0	152,3	152,3
4	**Centrifuga**	**90**	10	C	C	80	80,0	**5,0**	0,9	5,2		51,9	51,9

5.2.13 Bombeo de vaciados

El bombeo de vaciados se encuentra en una arqueta contigua a la de bombeo de fangos, y su objetivo es impulsar el agua procedente de los vaciados de los recintos hasta la cabecera de planta. Los requerimientos de diseño para el dimensionamiento de este bombeo son:

- Caudal de impulsión: 104.00 m³/h (se consideran dos unidades de 52 m³/h)
- Altura geométrica de impulsión: 7.40 m
- Altura manométrica de impulsión: 8.26 m. El cálculo de las perdidas es el siguiente:

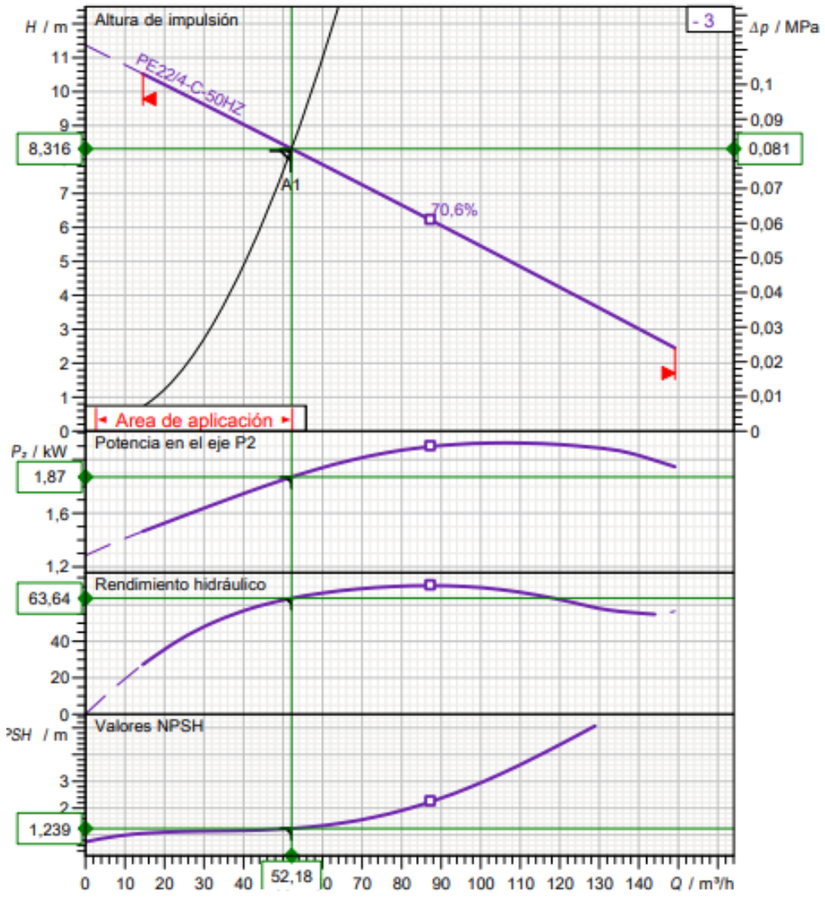
Cálculo pérdidas impulsión vaciados

Longitud conducción	m	4.50
Diámetro interior conducción	m	0.15
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	0.94
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	141471.06
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.02
Válvula de corte totalmente abierta		1.00
Válvula de retención		1.00
Derivación en T		1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	4.50
Pérdidas localizadas totales	m	0.20
Pérdidas totales	m	0.23

Longitud conducción	m	100.00
Diámetro interior conducción	m	0.20
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	1.06
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	212206.59
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.49
Estrechamiento		1.00
Ensanchamiento		1.00
Caudalímetro		1.00
Codo a 45º		1.00
Codo a 90º	ud	2.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.55
Pérdidas localizadas totales	m	0.15
Pérdidas totales	m	0.63

Se ha optado por una configuración de dos equipos (en funcionamiento según 1+1R o 2+0R, a criterio del explotador), con unas bombas centrífugas sumergibles cuyas características y punto de funcionamiento se detallan en la siguiente figura. Considerando que los equipos arranquen 10 veces a la hora, se necesitaría un volumen mínimo de almacenamiento de 2.6 m³. Estableciendo unas dimensiones mínimas en planta de 2.50x1.60 metros, se necesitaría un calado de 0.65 m. Las bombas deben aspirar desde un nivel mínimo de 28 cm desde la solera del pozo.

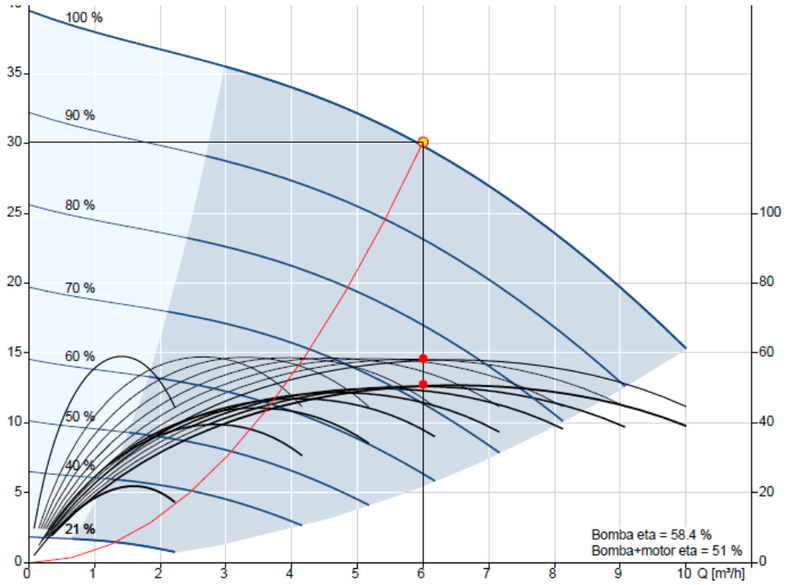
Este pozo recibe el vaciado del pretratamiento, los reactores, decantadores y laberinto, así como los sobrenadantes del decantador y espesador, el saneamiento de los edificios y el agua del drenaje profundo de recintos.



Curva característica bombeo vaciados (Fuente: fabricante)

5.2.14 Bombeo aguas de servicio

El bombeo de las aguas de servicio se realizará mediante un grupo de presión dispuesto en una arqueta contigua a la de salida del efluente, de la cual se abastecerá para su suministro. Se ha previsto un grupo capaz de bombear 6m³/h con una presión de 30 mca, cuyas características y punto de funcionamiento se detallan en la siguiente figura.



Curva característica grupo de presión (Fuente: fabricante)

5.3. REDES

5.3.1 Red de aire

5.3.1.1 Formulación empleada

A continuación, se justifican los cálculos de la línea de aire para el conducto de distribución a la parrilla de difusores del reactor.

Las fórmulas de cálculo que se han utilizado son las expuestas en el manual ASHRAE HANDBOOK . FUNDAMENTALS 1997 editado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. de las cuales reproducimos las más importantes:

Pérdidas de presión por fricción:

$\Delta P_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$ y utilizando la ecuación de Blasius $f = 0{,}173 \alpha \cdot \mathrm{Re}^{-0.18} \cdot Dh^{-0.04}$

se obtiene la ecuación para el aire húmedo:

$$\Delta P_f = \alpha \cdot 14{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{v^{1{,}82}}{Dh^{1{,}22}}$$

Esta ecuación es válida para temperaturas comprendidas entre 15,0 °C y 40,0 °C, presiones inferiores a la correspondiente a una altitud de 1.000,00 m. Y humedades relativas comprendidas entre 0% y 90%.

Siendo:

ΔPf: Pérdidas de presión por fricción en Pa.
f: Factor de fricción (adimensional).
ε:: Rugosidad absoluta del material en mm.
Dh: Diámetro hidráulico en m.
v: Velocidad en m/s.
Re: Número de Reynolds (adimensional).
L: Longitud total en m.
α: Factor que depende del material utilizado (adimensional).

Pérdidas de presión por singularidades:

$$\Delta P_s = Co \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Siendo:

ΔPs: Pérdidas de presión por singularidades en Pa.
Co: coeficiente de pérdida dinámica (adimensional).
v: Velocidad en m/s.
ρ: Densidad del aire húmedo kg/m³.

Los coeficientes Co de pérdida de carga dinámica se tienen tabulados para los distintos tipos de accesorios normalmente utilizados en las redes de conductos.

El circuito de impulsión se ha calculado usando el método de Rozamiento constante.

Método de Rozamiento Constante:

Consiste en calcular los conductos de forma que la pérdida de carga por unidad de longitud en todos los tramos del sistema sea idéntica. El área de la sección de cada conducto está relacionada

únicamente con el caudal de aire que transporta, por tanto, a igual porcentaje de caudal sobre el total, igual área de conductos.

La presión estática necesaria en el ventilador se calcula teniendo en cuenta la pérdida de carga en el tramo de mayor resistencia y la ganancia de presión debida a la reducción de la velocidad desde el ventilador hasta el final de este tramo

5.3.1.2 Resultados del cálculo

Se han previsto dos soplantes y una de reserva para suministrar aire a los dos reactores biológicos. Cada reactor constará de una red independiente de distribución de aire, como aparece reflejada en los planos. Ambas se encuentran situadas en el edificio de soplantes y grupo electrógeno, por lo que hay que transportar el aire desde el mismo hasta las parrillas de difusores de los reactores biológicos, situadas a 5 metros de profundidad.

El caudal de aire a impulsar por soplante será de 994 m³/h, habiendo una presión disponible de 0,6 bar. A continuación, se detallan los cálculos realizados para obtener las pérdidas de carga en los conductos de impulsión, así como sus singularidades, comprobando que la presión sea asumible por el equipo de la soplante.

Partimos de la base que la parrilla de difusores se encuentra sumergida a una profundidad de 5 metros y según los cálculos del fabricante la presión necesaria a la entrada tiene que ser de 5,48 mca, que convertidos a pascales nos da 53739 Pascales. Por otro lado, el valor de la perdida de carga en la red de conductos que se calcula posteriormente es de 1.116 Pa. Así pues, la presión necesaria que tiene que vencer la soplante es de 54855 Pascales. Según los datos del fabricante de la soplante disponemos de una presión de 600 mbar que pasados a pascales son 60000 Pascales.

Se concluye que el equipo de la soplante utilizado es capaz de vencer la perdida de carga necesaria para poder impulsar el aire desde el edificio de soplantes hasta el reactor biológico.

A continuación, se justifican los cálculos

Características del ventilador

- Caudal de aspiración y descarga: 994,0 m³/h.
- Presión estática necesaria: 1116,12 Pa.
- Presión total necesaria: 1116,12 Pa.
- Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.
- Velocidad de descarga: 15,6 m/s.

Conductos de impulsión

La red de conductos de impulsión consta de 1 conductos y 1 bocas de distribución. Los resultados detallados tramo a tramo se exponen en los anejos de cálculo incluidos en esta memoria. A continuación, se detallan los resultados más importantes:

- Caudal de impulsión 994,0 m³/h.
- Pérdida de carga en el conducto principal 19,32 Pa/m.
- La mayor pérdida de carga se produce en la boca Boca impulsión [2] y alcanza el valor 1116,12 Pa.
- La menor pérdida de carga se produce en la boca Boca impulsión [2] y alcanza el valor 1116,12 Pa.
- La máxima velocidad se alcanza en el conducto Conducto [1-2] y tiene el valor 15,6 m/s.
- La mínima velocidad se alcanza en el conducto Conducto [1-2] y tiene el valor 15,6 m/s.

Detalle del cálculo de las unidades terminales

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	ΔPs Pa	ΔPb Pa	ΔPe Pa	ΔPc Pa	ΔPv Pa
Boca impulsion [2]	Conexión Biológico	994,00	994,00	20	0,018	6,25	1,29	400	0	0	1.116,12

Q Nom.: Caudal nominal;
Q real: Caudal real;
Nivel s.: Nivel sonoro;
S Ent.: Sección a la entrada;
V Sal.: Velocidad a la salida;
Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;
Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;
Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;
Δ Pe.: Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;
Δ Pv: Presión total necesaria desde el ventilador.

Detalle del cálculo de los conductos

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) o Ø (mm)	Área m²	Ø eqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	ΔPs. Pa	ΔPf. Pa	ΔPt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-2]	Ø 150	0,01767	150	34,68	1,8	994,00	15,6	43,94	670,89	714,83	401,29

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;
Long.: Longitud de conducto recto;
Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;
Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;
Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;
Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;
Pt. final: Presión total al final del conducto.

5.3.2 Red de drenaje superficial

Se ha realizado un estudio de la red de drenaje superficial tanto de la escorrentía generada en el interior de la EDAR, como de la exterior que discurre hacia la parcela y del camino de acceso a la EDAR.

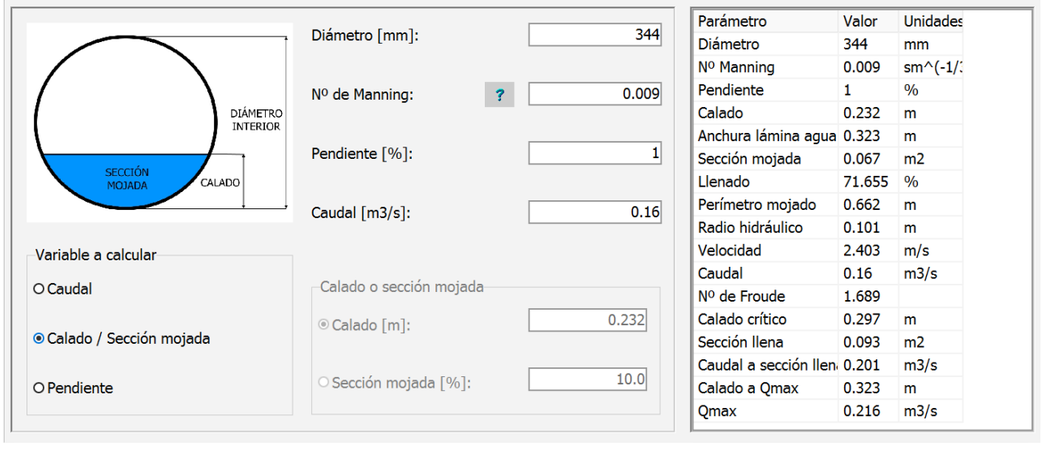
Para la estimación de los caudales se sigue la metodología propuesta en la Instrucción de drenaje 5.2 IC, la cual se encuentra detallada en el *Anejo 7. Estudio de inundabilidad*.

5.3.2.1 Drenaje del interior de la parcela de la EDAR

La parcela de la EDAR tiene una superficie de 4825 m² y una longitud máxima de escorrentía de 50 metros. Los viales estarán dotados de pendiente a dos aguas y la pendiente longitudinal será despreciable.

Se tiene que el caudal de pluviales para un periodo de retorno de 10 años será de 160 l/s.

Para su evacuación será necesario disponer de distintos puntos de captación o imbornales a lo largo de la planta. Estos imbornales desembocarán en una red de 400 mm de diámetro en polietileno corrugado, con una pendiente mínima del 1%. A continuación, se justifica la capacidad hidráulica de estas conducciones según los datos de partida mencionados.



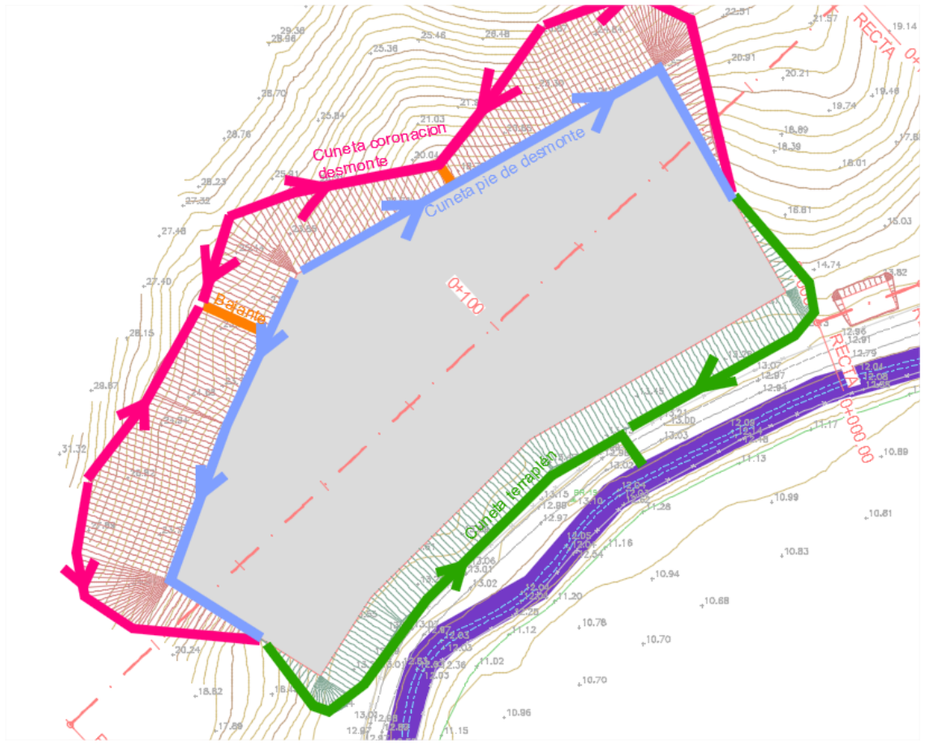
Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	344	mm
Nº Manning	0.009	sm^(-1/3
Pendiente	1	%
Calado	0.232	m
Anchura lámina agua	0.323	m
Sección mojada	0.067	m2
Llenado	71.655	%
Perímetro mojado	0.662	m
Radio hidráulico	0.101	m
Velocidad	2.403	m/s
Caudal	0.16	m3/s
Nº de Froude	1.689	
Calado crítico	0.297	m
Sección llena	0.093	m2
Caudal a sección llen	0.201	m3/s
Calado a Qmax	0.323	m
Qmax	0.216	m3/s

5.3.2.2 Drenaje del exterior de la parcela de la EDAR

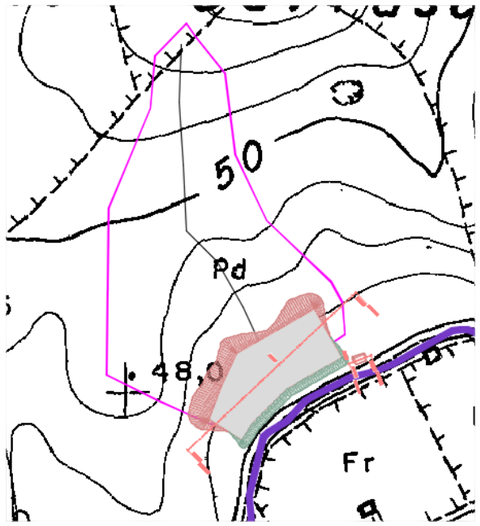
La EDAR se encuentra situada en la parte inferior de una ladera, por donde el agua procedente de la escorrentía discurrirá de manera difusa hacia el canal de riego existente en la parte inferior de la parcela.

El esquema del drenaje exterior está constituido por una cuneta de guarda del desmonte, triangular revestida, que conduce el agua de escorrentía hacia los puntos bajos de la coronación del desmonte. En estos puntos, es evacuada por unas bajantes prefabricadas hasta la cuneta de pie de desmonte. Esta cuneta rodeará la parcela hasta alcanzar el terreno natural, donde se ejecuta una cuneta de pie de terraplén, de la misma tipología y dimensiones que la cuneta de desmonte. Finalmente, la escorrentía exterior desemboca en una obra de paso bajo el camino de la EDAR, que vierte al canal de riego.

El esquema de drenaje diseñado se observa en el siguiente croquis:



La cuenca exterior principal, tiene una superficie de 35.332 m2, y la línea de máxima pendiente una longitud de 283 m y un desnivel de 55 m, tal y como se observa en las siguientes figuras:

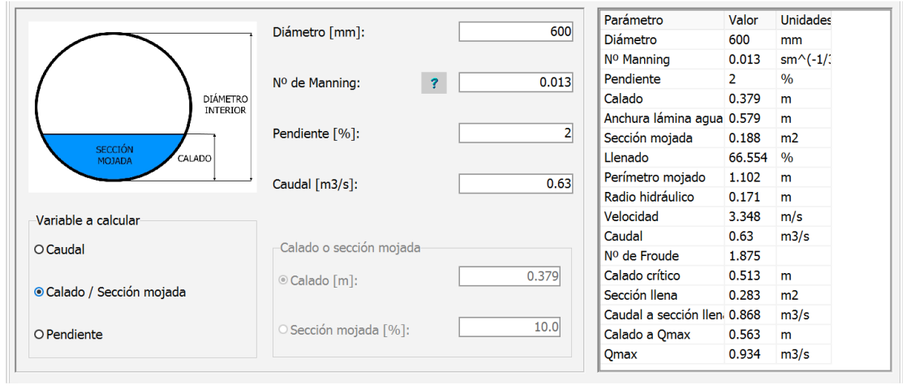


Siguiendo la metodología de la instrucción indicada anteriormente, el caudal máximo que corresponde a esta cuenca de matorral subarbustivo poco denso, para un período de retorno de 25 años, considerando flujo difuso es de 0.63 m³/s.

C01 ext

Periodo de retorno T (años)	AREA Km^2.	Lc Km	Hmax m	Hmin m	Jc m/m.	Pd mm	Ka mm.	tc horas	I1/Id	Id mm	I mm/hrs	Fint	C cálculo	Kt	CAUDAL Punta lluvias m3/s
25	0.035	0.28	75.0	20.0	0.1943	181.81	1.000	0.329	8.00	7.58	105.35	13.91	0.612	1.02	0.63

Este caudal será el evacuado por la obra de paso bajo el camino de la EDAR, que estará constituida por un tubo de hormigón armado de 600 mm de diámetro y 2 % de pendiente. En la siguiente imagen se resumen el cálculo hidráulico de este tubo, con un porcentaje de llenado del 66 % para el caudal indicado:

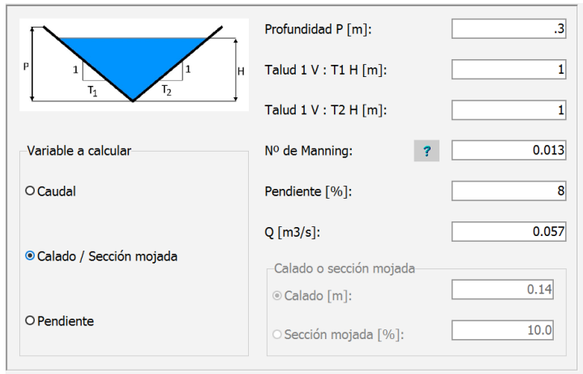


Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	600	mm
Nº Manning	0.013	sm^(-1/3
Pendiente	2	%
Calado	0.379	m
Anchura lámina agua	0.579	m
Sección mojada	0.188	m2
Llenado	66.554	%
Perímetro mojado	1.102	m
Radio hidráulico	0.171	m
Velocidad	3.348	m/s
Caudal	0.63	m3/s
Nº de Froude	1.875	
Calado crítico	0.513	m
Sección llena	0.283	m2
Caudal a sección llen	0.868	m3/s
Calado a Qmax	0.563	m
Qmax	0.934	m3/s

La cuneta de guarda de desmonte intercepta caudales difusos de cuencas de reducido tamaño. En el caso más desfavorable, la cuenca vertiente tendrá un área de 2189 m^2 y una longitud de recorrido de 87 m. Se calcula un caudal máximo de 57 l/s.

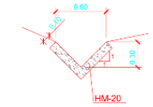
Periodo de retorno T (años)	AREA Km^2.	Lc Km	Hmax m	Hmin m	Jc m/m.	Pd mm	Ka mm.	tc horas	I1/Id	Id mm	I mm/hrs	Fint	C cálculo	Kt	CAUDAL Punta lluvias m3/s
25	0.002	0.09	50.0	30.0	0.2299	181.81	1.000	0.145	8.00	7.58	152.74	20.16	0.612	1.01	0.0572

La cuneta de guarda tendrá una pendiente mínima del 8-10 %, colocándose una cuneta triangular revestida de 0.30 m de calado y taludes 1H/1V.

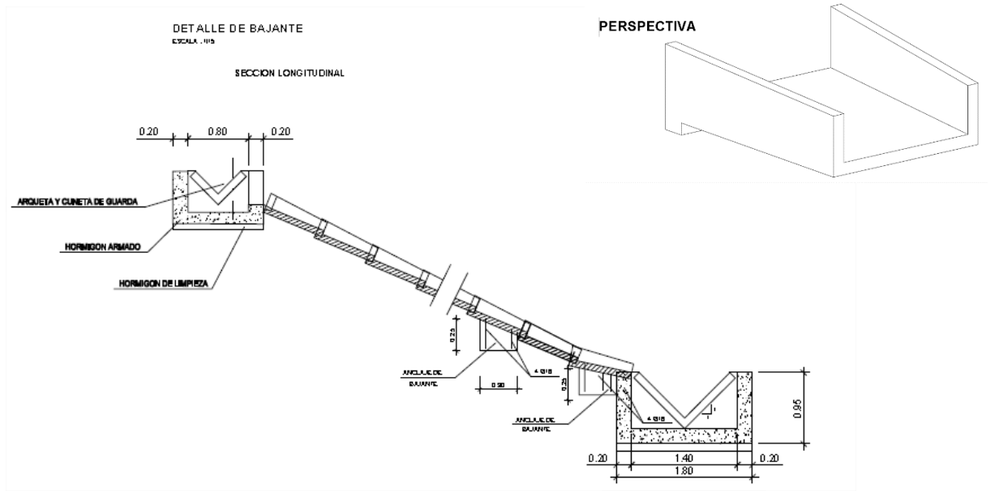


Parámetro	Valor	Unidades
Profundidad	0.3	m
Talud 1 V : T1 H	1	m
Talud 1 V : T2 H	1	m
Nº de Manning	0.013	sm^(-1/3
Pendiente	8	%
Calado	0.14	m
Anchura lámina agua	0.279	m
Sección mojada	0.019	m2
Llenado	21.639	%
Perímetro mojado	0.395	m
Radio hidráulico	0.049	m
Velocidad	2.927	m/s
Caudal	0.057	m3/s
Nº de Froude	3.538	
Calado crítico	0.231	m
Sección llena	0.09	m2
Caudal a sección llen	0.439	m3/s

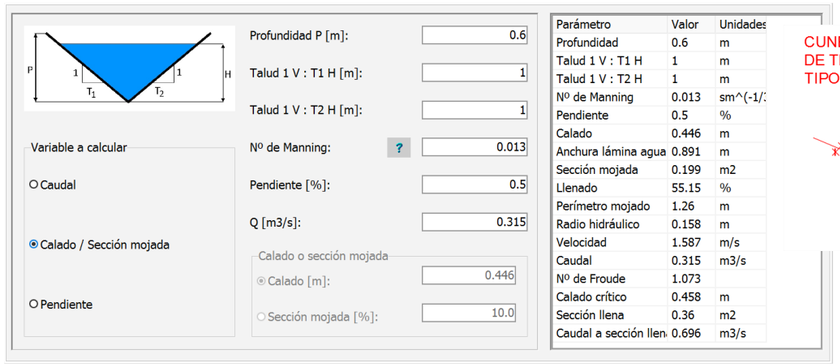
CUNETA REVESTIDA DE GUARDA. TIPO 1



La cuneta de guarda conduce la escorrentía hasta dos bajantes, de talud de desmonte, de piezas prefabricadas, hasta la cuneta de pie de desmonte :



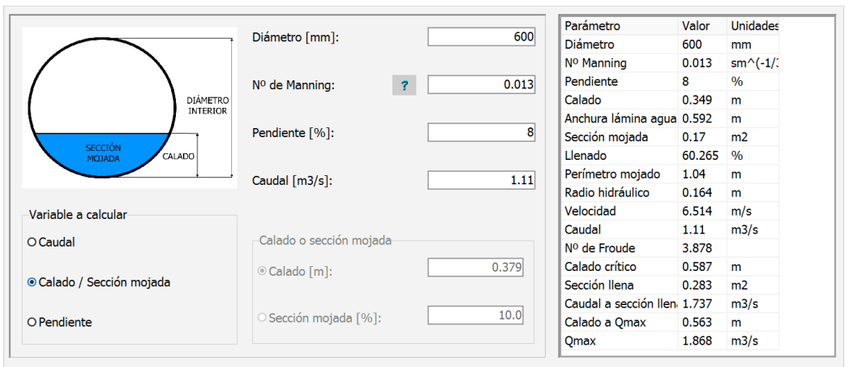
La cuneta de pie de desmonte y de terraplén conduce la escorrentía hacia la obra de paso. Se estima que el caudal que transportan es del orden de la mitad de la cuenca completa (0.63 $m^3/s/2$). Esta cuneta tendrá una pendiente reducida, del 0.5%, disponiéndose una cuenta triangular revestida de 0.60 m de calado y taludes 1H/1V.



5.3.2.3 Drenaje del camino de acceso a la parcela de la EDAR

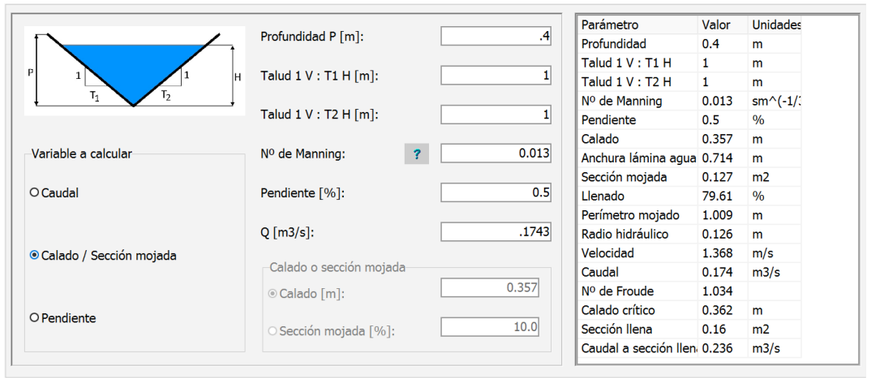
Para el drenaje del camino de acceso a la parcela de la EDAR se dispondrá una obra de drenaje transversal y una cuneta triangular en el lado aguas arriba del mismo.

La cuenta vertiente a la obra de drenaje transversal tiene un área de 48120 m^2, un desnivel de 57 m y una longitud de recorrido de 447 m. Para un periodo de retorno de 100 años, se obtiene un caudal de 1.11 m^3/s. Se dispone una obra de drenaje transversal compuesta por un colector de hormigón de 600 mm de diámetro y 8% de pendiente.



A continuación, hasta el cauce natural, se ejecutará un canal trapecial de 0.5 m de base y 0.5 m de calado máximo.

La cuneta será triangular, revestida con hormigón, de 0.40 m de calado y 0.8 m de ancho. Esta cuneta admite un caudal máximo de 0.236 m^3/s, para una pendiente mínima del 0.5 %, caudal inferior al caudal de escorrentía máximo estimado (0.1743 m^3/s)



5.4. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

Partiendo de la cota de restitución a cauce y estudiando las pérdidas de carga en las distintas conducciones y singularidades aguas arriba, se ha calculado la cota mínima que podrá alcanzar el fluido en el pozo de salida de la EDAR. Con esto, se ha comprobado que la red general de alivio llegue al pozo de salida a una cota igual o superior a esta. Por su parte, estableciendo la lámina de agua deseada en el canal de salida, y calculando las pérdidas en cada elemento aguas arriba del mismo, se ha calculado la altura de descarga de las impulsiones en cabecera de planta.

Debido a la naturaleza del terreno (presencia de arcillas con cierto grado de expansividad) se ha procurado que la cimentación de los recintos o sea superficial (nivel de explanación) o quede por debajo de los dos primeros metros. No obstante, tampoco se recomiendan excavaciones mayores a 6 metros. También hay que vigilar la integración paisajística de la instalación en su entorno así como la comodidad de explotación, procurando que los primeros depósitos no tengan más de 3 metros de altura respecto a la cota de explanación.

Con todo ello, se ha establecido la piezométrica de funcionamiento, Como podrá comprobarse en los cálculos, la rasante de salida de la cloración se encuentra a una cota superior a la lámina de inundación correspondiente a 100 años de período de retorno, por lo que el funcionamiento normal de la planta no se verá comprometido ante posibles crecidas del río Hozgarganta. No obstante, se ha previsto la instalación de una clapeta en la obra de entrega a cauce.

5.4.1 Parámetros de cálculo

5.4.1.1 Pérdidas de carga en singularidades

Las pérdidas de carga ocurridas en las piezas especiales de la red de tuberías se han calculado utilizando la relación:

$$h_L = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo,

K, el coeficiente de pérdidas de carga (adimensional)
v, la velocidad media del fluido en el tramo de tubería adyacente a la pieza especial (m/s)
g, aceleración de la gravedad (m/s²)

A continuación, se resumen en la siguiente tabla los coeficientes de pérdidas empleados:

Elemento	Coeficiente K
Codo a 180°	0.45
Codo a 90º	0.4
Codo a 45º	0.2
Derivación en T	1.8
Flujo en línea en T	0.6
Estrechamiento	0.5
Ensanchamiento	0.8
Embocadura arista viva	0.5
Desembocadura arista viva	1.0
Válvula de compuerta totalmente abierta	0.2
Válvula de retención totalmente abierta	2.5
Entrada en pozo	0.2
Salida de pozo	0.3

5.4.1.2 Pérdidas de carga en conducciones

Para el cálculo de las pérdidas producidas en tuberías a sección llena se ha optado por considerar la formulación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D}\frac{v^2}{2g}$$

siendo,

f, el coeficiente de rozamiento
L, longitud de la tubería
D, diámetro de la tubería
g, aceleración de la gravedad

El coeficiente de rozamiento depende del tipo de régimen de turbulencia, de la rugosidad de la tubería, de la viscosidad del fluido y del diámetro. Se propone emplear las simplificaciones llevadas a cabo por Colebrook en las que el factor de fricción se obtiene de forma implícita a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot log\left(\frac{2.51}{R_e \cdot \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot D}\right)$$

siendo,

f, el coeficiente de rozamiento
R_e, el número de Reynolds $R_e = {v \cdot D}/{\vartheta}$, con ϑ como viscosidad cinemática del agua (a 10º es de $1.31 \cdot 10^{-6}$ m²/s)
k, la rugosidad absoluta de la pared (0.005 mm para PE y 0.04 mm para acero inoxidable soldado)
D, diámetro de la tubería

En el caso de secciones parcialmente llenas, se ha adoptado la formulación de Manning, la cual se detalla en el siguiente punto.

5.4.1.3 Pérdidas de carga en canales

Por la simplicidad y por el considerable volumen de datos experimentales disponibles para estimar el coeficiente de rozamiento, se ha optado por emplear la formulación de Manning para el cálculo de flujo en canales abiertos:

$$v = \frac{{R_h}^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

siendo,

v, la velocidad en la sección
R_h, el radio hidráulico de la sección
S, la pendiente de la solera (asumiendo flujo uniforme)

n, coeficiente de pérdidas establecido en función del material del canal o tubería (0.013 para hormigón y 0.009 para PVC)

5.4.1.4 Dimensionamiento de vertederos

Con objeto de simplificar los cálculos, se han diseñado todos los vertederos de la instalación como vertederos libres, es decir, que la altura de la lámina de agua aguas abajo del mismo es inferior a 2/3 de la altura aguas arriba. Por su parte, se han considerado dos tipos o geometrías de vertido: vertedero lineal para la mayoría de los recintos y vertedero circular de dientes (Vertedero Thompson) para el decantador secundario.

En el lineal, el caudal aliviado viene dado por la siguiente expresión:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

siendo,

μ, el coeficiente de caudal del vertedero

L, la longitud de vertedero

g, aceleración de la gravedad

h, sobreelevación de la lámina de flujo aguas arriba del vertedero

Por su parte, en el vertedero triangular se tiene que el caudal desaguado viene dado por la expresión de Thomson, que considera ángulo de 90° y coeficiente de descarga de 0.593 y su expresión final es la siguiente:

$$q = 1.42 \cdot h^{5/2}$$

siendo,

q, el caudal unitario por cada diente

h, sobreelevación de la lámina de flujo aguas arriba del vertedero

5.4.2 Comprobación

A continuación, se tabulan los cálculos realizados y resultados obtenidos. Todos los valores mostrados en azul corresponden a datos de entrada y el resto, a los obtenidos mediante operaciones con los anteriores. Los caudales de cálculo de cada tramo son los indicados al comienzo del presente anejo.

Datos de partida		
Cota explanación EDAR	m	16.50
Cota rasante colector llegada	m	16.50
Caudal máximo afluente	m³/h	393.00
Caudal máximo pretratamiento	m³/h	358.28
Caudal máximo biológico	m³/h	200.63
Llegada a planta		
Alivio seguridad EDAR		
Longitud labio	m	1.50
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.12
Cota labio alivio	m	18.40
Cota solera recinto alivio	m	17.20
Lámina de agua en recinto alivio	m	17.40
Niveles en depósito de retención		
Cota solera depósito retención	m	17.20
Nivel agua en tanque	m	18.34
Tramo tanque-desbaste		
Longitud conducción	m	4.00
Diámetro interior conducción	m	0.31
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	1.34
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	411675.96
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.01
Pérdidas continuas totales	m	0.02
Válvula de compuerta posición intermedia	ud	1.00
Codo a 90º	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	1.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.13
Pérdidas totales	m	0.14
Niveles en canales de desbaste		
Lámina de agua aguas arriba reja de finos	m	18.20
Desbaste de finos		
Nivel agua antes reja	m	0.41
Nivel agua después de reja	m	0.41
Pérdida de carga	m	0.01

Niveles en canales de desbaste

Lámina de agua aguas abajo reja de finos	m	18.19

Pérdidas de carga entre desbaste y desarenado

Paso por compuerta

Nº huecos	ud	2.00
Caudal por hueco	m³/h	179.14
Anchura del hueco	m	0.40
Altura del hueco	m	0.40
Sección de paso	m²	0.16
Velocidad de circulación	m/s	0.31
Coeficiente μ	-	0.683
Pérdida de carga	m	0.011

Lámina de agua en desarenador	m	18.18

Longitud aliviadero	m	2.40
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.08
Resguardo sobre vertedero	m	0.24

Lámina de agua en arqueta salida desarenador	m	17.86

Pérdidas de carga en conducción desarenador-reactor

Tramo desarenador-caudalímetro

Longitud conducción	m	7.00
Diámetro interior conducción	m	0.31
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	1.34
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	411675.96
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.01
Pérdidas continuas totales	m	0.03
Desembocadura arista viva	ud	1.00
Codo a 90º	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	1.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.13
Pérdidas totales	m	0.16

Tramo caudalímetro

Longitud conducción	m	4.00
Diámetro interior conducción	m	0.28
Rugosidad absoluta	mm	0.04

Pérdidas de carga en conducción desarenador-reactor

Velocidad	m/s	0.92
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	255618.74
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.01
Caudalímetro	ud	1.00
Válvula de compuerta posición intermedia	ud	1.00
Válvula de compuerta totalmente abierta	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	1.45
Pérdidas localizadas totales	m	0.06
Pérdidas totales	m	0.07

Tramo caudalímetro-reactor

Longitud conducción	m	52.00
Diámetro interior conducción	m	0.28
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.92
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	255618.74
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.12
Codo a 90º	ud	3.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	1.20
Pérdidas localizadas totales	m	0.05
Pérdidas totales	m	0.17

Lámina de agua en arqueta reparto reactor	m	17.46

Pérdidas de carga en reactor

Paso por compuerta

Nº huecos	ud	2.00
Caudal por hueco	m³/h	100.32
Anchura del hueco	m	0.50
Altura del hueco	m	0.50
Sección de paso	m²	0.25
Velocidad de circulación	m/s	0.11
Coeficiente μ	-	0.683
Pérdida de carga unitaria	m	0.001
Entrada a cámara	ud	2.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	0.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.01
Resguardo	m	0.13

Pérdidas de carga en reactor		
Lámina de agua en reactor	m	17.32
Longitud aliviadero	m	3.00
Coeficiente escurrimiento	-	1.83
Altura sobre vertedero	m	0.07
Resguardo sobre vertedero	m	0.18
Lámina de agua en arqueta salida reactor	m	17.07

La línea del reactor al decantador ha sido dimensionada teniendo en cuenta el caudal máximo de recirculación.

Pérdidas de carga en conducción reactor-decantador		
Longitud conducción	m	24.50
Nº conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.25
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	1.00
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	246445.11
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.08
Codo a 45°	ud	1.00
Codo a 90º	ud	2.00
Válvula de compuerta totalmente abierta	ud	1.00
Desembocadura arista viva	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.12
Pérdidas totales	m	0.20
Lámina de agua en entrada a decantador	m	16.87

Pérdidas de carga en decantador secundario		
Vertederos triangulares		
Longitud vertedero	m	37.70
Vertederos triangulares	ud/m	2.38
Caudal unitario por vertedero	m³/h/vert.	1.12
Ángulo vertedero	º	90.00
Factor de corrección empírico	m	0.13
Altura lámina de agua	m	0.05
Altura adoptada	m	0.05

Pérdidas de carga en decantador secundario		
Resguardo	m	0.20
Lámina de agua en punto alto canal salida	m	16.62
Canal de salida		
Ancho canal	m	0.40
Calado	m	0.10
Sección mojada	m²	0.04
Perímetro mojado	m	0.60
Radio hidráulico	m	0.07
Longitud del canal	m	18.85
Velocidad	m/s	0.70
Coeficiente de velocidad según Bazin	$m^{1/2}/s$	53.71
Pendiente según Chezy	m/m	2.52E-03
Pérdidas	m	4.76E-02
Pérdidas adoptadas	m	0.05
Resguardo	m	0.10
Lámina de agua en salida de decantador	m	16.47

Pérdidas de carga en conducción decantador secundario-tanque cloración		
Tramo decantador-nodo de unión		
Longitud conducción	m	10.20
Nº de conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.22
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.73
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	160979.50
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.02
Codo a 90°	ud	2.00
Derivación en T	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.60
Pérdidas localizadas totales	m	0.07
Pérdidas totales	m	0.09
Tramo nodo de unión-laberinto		
Longitud conducción	m	3.70
Diámetro interior conducción	m	0.28
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.92
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06

Pérdidas de carga en conducción decantador secundario-tanque cloración		
Nº de Reynolds	-	255618.74
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.01
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	0.00
Pérdidas localizadas totales	m	0.00
Pérdidas totales	m	0.01

Lámina de agua en entrada tanque cloración	m	16.37

Pérdidas de carga en tanque cloración		
Longitud	m	27.00
Pendiente	m	0.001
Perdidas continuas	m²	0.03
Vertedero salida		
Longitud aliviadero	m	1.25
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.09
Resguardo sobre vertedero	m	0.00
Cota labio vertido	m	16.25

Cota solera tanque cloración	m	14.50
Lámina de agua en salida tanque cloración	m	15.00

Tal y como se ha comentado anteriormente, se ha fijado la lámina de agua en el laberinto de forma que:

- La línea de procesos no se vea comprometida por las avenidas para periodos de retorno de hasta 100 años.
- Las excavaciones de los principales recintos queden cimentadas por debajo de la capa activa de las arcillas o bien en superficie. Además, se debe procurar que las excavaciones no sean superiores a 6 metros, preferiblemente no mayores a 4.5

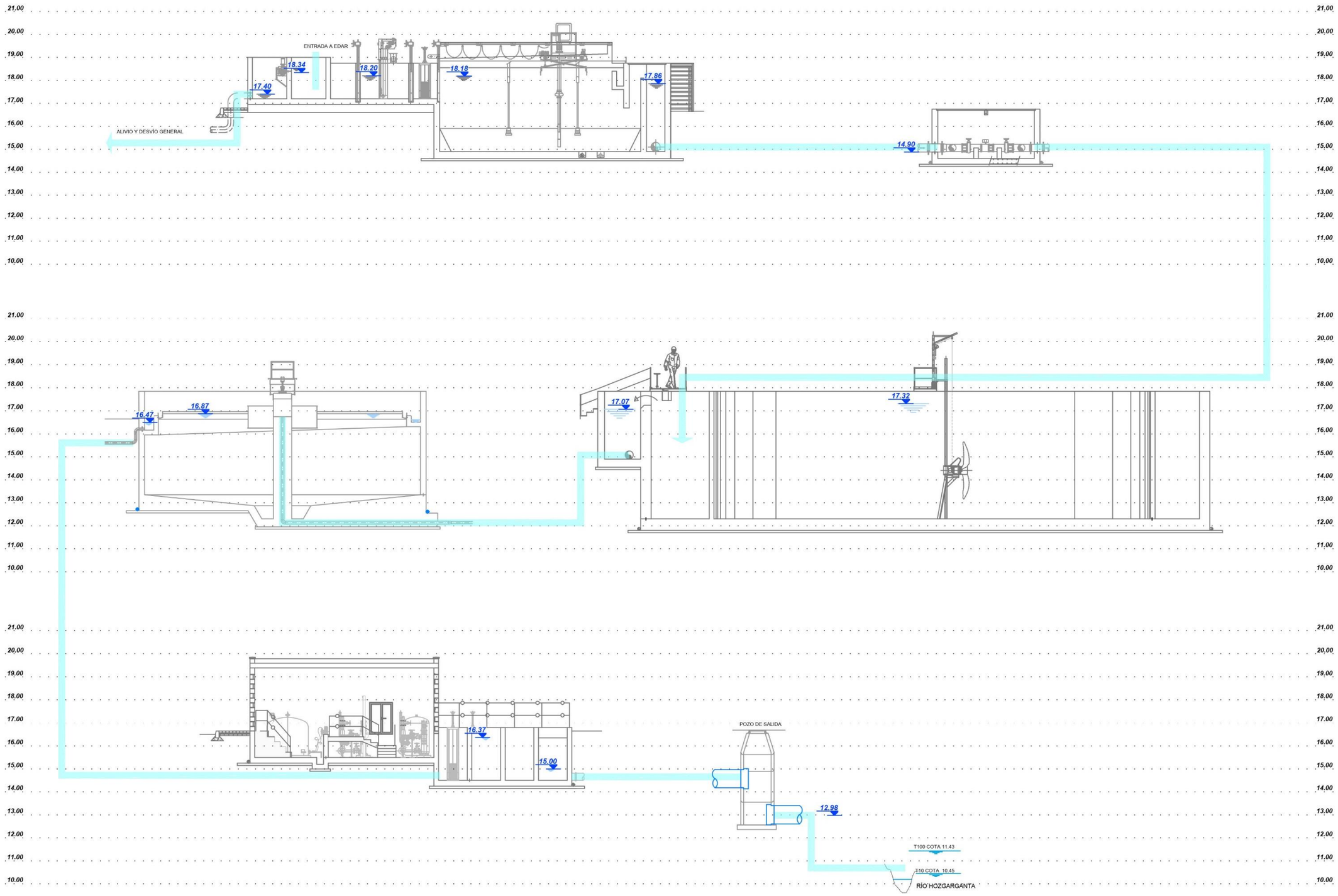
A continuación, se presentan las pérdidas en la conducción desde el laberinto hasta el pozo de salida de la EDAR, así como desde este último a cauce. Debido a la diferencia de cotas entre la explanación (16.50) y el terreno natural a la salida de la EDAR (13), es necesario disponer un pozo de resalto antes del terraplén. Para minimizar la caída, se ha aumentado la pendiente del tramo entre el laberinto y el pozo de salida, así como el del pozo de salida al pozo ubicado ya fuera de la depuradora.

6.15 Pérdidas en salida EDAR (desde laberinto hasta pozo de salida)		
Longitud conducción laberinto-pozo 1	m	6.70
Diámetro interior conducción	m	0.315
Coeficiente Manning		0.009
Área mojada	m²	0.02
Perímetro mojado	m	0.36
Radio hidráulico	m	0.03
Pendiente	m/m	0.075
Ángulo mojado	grados	131.09
Velocidad	m/s	2.94
Calado medio del colector	m	0.09
Porcentaje de llenado	%	29.30
Pérdidas totales	m	0.50
Cota rasante entrada pozo salida	m	14.00
Resalto	m	1.25
Cota rasante salida pozo salida	m	12.75
Lámina de agua salida pozo	m	12.98

Pérdidas de carga en conducción pozo salida EDAR-vertido		
Longitud conducción	m	17.04
Diámetro interior conducción	m	0.452
Coeficiente Manning		0.009
Área mojada	m²	0.03
Perímetro mojado	m	0.48
Radio hidráulico	m	0.07
Pendiente	m/m	0.065
Ángulo mojado	grados	121.79
Velocidad	m/s	4.71
Calado medio del colector	m	0.12
Porcentaje de llenado	%	25.68
Pérdidas totales	m	1.11
Longitud conducción	m	283.00
Diámetro interior conducción	m	0.452
Coeficiente Manning		0.009
Área mojada	m²	0.08
Perímetro mojado	m	0.72
Radio hidráulico	m	0.12
Pendiente	m/m	0.005
Ángulo mojado	grados	183.25
Velocidad	m/s	1.86
Calado medio del colector	m	0.23
Porcentaje de llenado	%	51.42
Pérdidas totales	m	1.42

Pérdidas de carga en conducción pozo salida EDAR-vertido

Cota rasante del tubo en vertido	m	10.22
Lámina de agua en vertido	m	10.46
Lámina de agua para T100	m	11.13
Lámina de agua para T10	m	10.45


ENTRADA A EDAR
ALIVIO Y DESVÍO GENERAL
18.34
18.20
18.18
17.86
17.40
14.90
16.47
16.87
17.07
17.32
16.37
15.00
POZO DE SALIDA
12.98
T100 COTA 11.43
T10 COTA 10.45
RÍO HOZGARGANTA

APÉNDICE Nº1. RESULTADOS CÁLCULO MECÁNICO TUBOS PVC

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 315. TIPO I. MÁX
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 315 mm
Espesor: e=15 mm
Diámetro interior: di= 285 mm
Radio medio: Rm= 150 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1.4 m
Anchura de la zanja: B1=1.2 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=71.56°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90°
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas solo en la zona del tubo
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=22.58884 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=22.58884 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=15.22431 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=0.66696 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.13926 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.1418 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.15959 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.01369 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.01369 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.01369 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.062 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.07125 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.062 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.00198 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.00229 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.00303kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.00709 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.0082kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.01083 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.07264 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.06736 kN m/m
En Base: M (Base)=0.09777kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.17958 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-3.38833 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.17958 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.36503 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.36503 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-1.31766 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-1.31766 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.01049 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.04949 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.01049kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.15007 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.04837 kN m/m
En Base: Na (Base)=0.29992 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-1.34255 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-3.38944 kN m/m
En Base: N (Base)=-1.57284kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 1.91207 kN/mm2
En Riñones: -1.96225 kN/mm2
En Base: 2.58919 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 26.14962 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 25.48096 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 19.31107 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 52.38056 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :576.71904 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 48.01921 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 315. TIPO I. MÍN
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 315 mm
Espesor: e=15 mm
Diámetro interior: di= 285 mm
Radio medio: Rm= 150 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=0.385 m
Anchura de la zanja: B1=1.2 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=71.56º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas solo en la zona del tubo
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

AseTUB

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=7.11248 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=7.11248 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=4.81022 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=0.21073 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.04385 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.04465 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.05025 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.00419 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.00419 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.00419 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.01959 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.02251 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.01959 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.00198 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.00229 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.00303kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.00709 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.0082kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.01083 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.02914 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.02844 kN m/m
En Base: M (Base)=0.04034kN m/m

AseTUB

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.05654 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-1.06687 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.05654 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.11164 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.11164 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-0.41632 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-0.41632 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.01049 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.04949 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.01049kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.15007 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.04837 kN m/m
En Base: Na (Base)=0.29992 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-0.31086 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-1.06798 kN m/m
En Base: N (Base)=-0.29507kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 0.78223 kN/mm2
En Riñones: -0.8044 kN/mm2
En Base: 1.09194 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 63.91965 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 62.15828 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 45.79013 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 166.35779 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :576.71904 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 129.11411 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 315. TIPO II (III). MÁX
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 315 mm
Espesor: e=15 mm
Diámetro interior: di= 285 mm
Radio medio: Rm= 150 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=4.95 m
Anchura de la zanja: B1=1.1 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Zanja entibada
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=45.8834 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=45.8834 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=30.89468 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=1.35346 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.28287 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.28803 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.32417 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.02803 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.02803 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.02803 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.12582 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.14459 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.12582 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.00198 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.00229 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.00303kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.00709 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.0082kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.01083 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.13809 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.12591 kN m/m
En Base: M (Base)=0.18419kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.36477 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-6.88251 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.36477 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.74734 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.74734 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-2.67393 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-2.67393 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.01049 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.04949 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.01049kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.15007 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.04837 kN m/m
En Base: Na (Base)=0.29992 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-2.89593 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-6.88362 kN m/m
En Base: N (Base)=-3.49661kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 3.61222 kN/mm2
En Riñones: -3.70468 kN/mm2
En Base: 4.84234 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 13.84192 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 13.49643 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 10.32558 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 25.78745 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :576.71904 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 24.68374 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 315. TIPO II (III). MÍN
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 315 mm
Espesor: e=15 mm
Diámetro interior: di= 285 mm
Radio medio: Rm= 150 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=3.02 m
Anchura de la zanja: B1=1.1 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Zanja entibada
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=36.09616 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=36.09616 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=24.31688 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=1.06529 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.22253 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.22659 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.25502 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.02196 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.02196 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.02196 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.09903 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.1138 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.09903 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.00198 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.00229 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.00303kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.00709 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.0082kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.01083 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.11061 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.10133 kN m/m
En Base: M (Base)=0.1479kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.28696 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-5.41442 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.28696 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.58549 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.58549 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-2.10463 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-2.10463 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.01049 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.04949 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.01049kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.15007 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.04837 kN m/m
En Base: Na (Base)=0.29992 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-2.24259 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-5.41553 kN m/m
En Base: N (Base)=-2.68765kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 2.89851 kN/mm2
En Riñones: -2.97303 kN/mm2
En Base: 3.89629 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 17.25022 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 16.81783 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 12.83271 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 32.77956 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :576.71904 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 31.01663 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 500. TIPO I. MÁX
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 500 mm
Espesor: e=24 mm
Diámetro interior: di= 452 mm
Radio medio: Rm= 238 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=2.55 m
Anchura de la zanja: B1=1.54 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=71.56º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas solo en la zona del tubo
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=39.27586 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=39.27586 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=26.19823 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=1.1466 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.60958 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.6207 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.69857 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.05904 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.05904 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.05904 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.2686 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.30867 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.2686 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.00797 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.00923 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.01222kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.02831 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.03276kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.04327 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.31823 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.29499 kN m/m
En Base: M (Base)=0.42643kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.49543 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-9.34766 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.49543 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.99221 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.99221 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-3.5977 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-3.5977 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.02663 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.12563 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.02663kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.37782 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.12178 kN m/m
En Base: Na (Base)=0.75506 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-3.69004 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-9.3515 kN m/m
En Base: N (Base)=-4.3569kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 3.27256 kN/mm2
En Riñones: -3.35917 kN/mm2
En Base: 4.40972 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 15.27857 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 14.88461 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 11.33859 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 30.50631 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :369.59322 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 28.1803 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 500. TIPO I. MÍN
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 500 mm
Espesor: e=24 mm
Diámetro interior: di= 452 mm
Radio medio: Rm= 238 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=0.35 m
Anchura de la zanja: B1=1.54 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=71.56º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas solo en la zona del tubo
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

AseTUB

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=6.6612 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=6.6612 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=4.46109 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=0.19525 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.10338 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.10527 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.11848 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.00967 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.00967 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.00967 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.04574 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.05256 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.04574 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.00797 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.00923 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.01222kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.02831 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.03276kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.04327 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.08426 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.08503 kN m/m
En Base: M (Base)=0.11856kN m/m

AseTUB

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.08402 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-1.58537 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.08402 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.16258 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.16258 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-0.61262 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-0.61262 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.02663 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.12563 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.02663kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.37782 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.12178 kN m/m
En Base: Na (Base)=0.75506 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-0.28674 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-1.58921 kN m/m
En Base: N (Base)=-0.1308kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 0.89525 kN/mm2
En Riñones: -0.92215 kN/mm2
En Base: 1.27106 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 55.85025 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 54.22111 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 39.33718 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 179.87168 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :369.59322 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 120.98926 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 500. TIPO III. MÁX
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 500 mm
Espesor: e=24 mm
Diámetro interior: di= 452 mm
Radio medio: Rm= 238 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=2.19 m
Anchura de la zanja: B1=1.1 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Zanja entibada
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=30.46709 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=30.46709 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=20.36757 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=0.89142 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.47286 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.48149 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.54189 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.04494 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.04494 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.04494 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.20882 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.23997 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.20882 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.00797 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.00923 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.01222kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.02831 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.03276kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.04327 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.25539 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.23857 kN m/m
En Base: M (Base)=0.34363kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.38431 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-7.25117 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.38431 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.75531 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.75531 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-2.797 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-2.797 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.02663 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.12563 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.02663kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.37782 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.12178 kN m/m
En Base: Na (Base)=0.75506 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-2.76355 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-7.25501 kN m/m
En Base: N (Base)=-3.20818kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 2.63456 kN/mm2
En Riñones: -2.70388 kN/mm2
En Base: 3.5661 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 18.97847 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 18.49194 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 14.02094 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 39.32643 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :369.59322 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 35.54435 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 500. TIPO III. MÍN
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 500 mm
Espesor: e=24 mm
Diámetro interior: di= 452 mm
Radio medio: Rm= 238 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1.51 m
Anchura de la zanja: B1=1.1 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Zanja entibada
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

AseTUB

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=23.2936 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=23.2936 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=15.57927 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=0.68185 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.36153 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.36812 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.41431 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.03422 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.03422 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.03422 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.15973 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.18355 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.15973 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.00797 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.00923 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.01222kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.02831 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.03276kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.04327 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.20386 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.19234 kN m/m
En Base: M (Base)=0.27585kN m/m

AseTUB

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.29383 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-5.54388 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.29383 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.57516 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.57516 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-2.13944 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-2.13944 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.02663 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.12563 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.02663kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.37782 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.12178 kN m/m
En Base: Na (Base)=0.75506 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-2.01632 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-5.54772 kN m/m
En Base: N (Base)=-2.27998kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 2.11094 kN/mm2
En Riñones: -2.16734 kN/mm2
En Base: 2.87502 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 23.68609 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 23.06977 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 17.39119 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 51.43737 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :369.59322 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 45.15326 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 600. TIPO I. MÁX
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 630 mm
Espesor: e=20 mm
Diámetro interior: di= 590 mm
Radio medio: Rm= 305 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1.48 m
Anchura de la zanja: B1=1.764 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=71.56°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90°
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas solo en la zona del tubo
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=24.41479 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=24.41479 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=24.98314 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=1.20303 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.6223 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.63366 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.71315 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.06377 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.06377 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.06377 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.42065 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.4834 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.42065 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.01091 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.01263 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.01672kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.05958 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.06895kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.09108 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.20838 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.16807 kN m/m
En Base: M (Base)=0.33653kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.39467 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-7.44651 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.39467 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.83628 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.83628 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-4.39666 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-4.39666 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.02844 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.13416 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.02844kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.62048 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.2 kN m/m
En Base: Na (Base)=1.24002 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-4.18935 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-7.38067 kN m/m
En Base: N (Base)=-4.41601kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 2.98457 kN/mm2
En Riñones: -2.83497 kN/mm2
En Base: 4.93749 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 16.75285 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 17.63688 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 10.1266 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 25.73394 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :136.13471 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 21.64275 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 600. TIPO I. MÍN
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 630 mm
Espesor: e=20 mm
Diámetro interior: di= 590 mm
Radio medio: Rm= 305 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1 m
Anchura de la zanja: B1=1.764 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=71.56º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas solo en la zona del tubo
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=17.30224 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=17.30224 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=17.74162 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=0.85433 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.44101 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.44906 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.5054 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.04445 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.04445 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.04445 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.29873 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.34329 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.29873 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.01091 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.01263 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.01672kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.05958 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.06895kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.09108 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.16833 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.1429 kN m/m
En Base: M (Base)=0.27002kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.27969 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-5.27718 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.27969 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.58296 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.58296 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-3.12226 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-3.12226 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.02844 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.13416 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.02844kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.62048 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.2 kN m/m
En Base: Na (Base)=1.24002 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-2.77662 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-5.21134 kN m/m
En Base: N (Base)=-2.77333kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 2.44137 kN/mm2
En Riñones: -2.35726 kN/mm2
En Base: 4.00013 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 20.48027 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 21.2111 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 12.49958 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 36.31257 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :136.13471 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 28.66616 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 630. TIPO III. MÁX
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 630 mm
Espesor: e=20 mm
Diámetro interior: di= 590 mm
Radio medio: Rm= 305 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1.4 m
Anchura de la zanja: B1=1.5 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Zanja entibada
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=22.43015 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=22.43015 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=23.01014 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=1.10803 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.57172 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.58215 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.65518 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.05742 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.05742 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.05742 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.38743 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.44523 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.38743 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.01091 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.01263 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.01672kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.05958 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.06895kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.09108 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.19737 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.16109 kN m/m
En Base: M (Base)=0.31813kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.36258 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-6.8412 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.36258 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.75299 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.75299 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-4.04944 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-4.04944 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.02844 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.13416 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.02844kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.62048 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.2 kN m/m
En Base: Na (Base)=1.24002 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-3.79093 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-6.77536 kN m/m
En Base: N (Base)=-3.95343kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 2.83564 kN/mm2
En Riñones: -2.70225 kN/mm2
En Base: 4.67859 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 17.63267 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 18.50312 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 10.68699 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 28.0109 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :136.13471 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 23.23093 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número: PVC 630. TIPO III. MÍN
Fecha:
A la atención de D./Dña. :
Empresa/entidad :
Dirección :
Ciudad :
Teléfono/Fax :
Correo electrónico:
Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
Diámetro nominal: Dn = 630 mm
Espesor: e=20 mm
Diámetro interior: di= 590 mm
Radio medio: Rm= 305 mm
Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = 0 bar
Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1.23 m
Anchura de la zanja: B1=1.5 m
Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
Ángulo de apoyo: 2alfa=90º
Tipo de relleno: Cohesivo
Tipo de suelo: Cohesivo

Zanja entibada
Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
Módulos de compresión del relleno: E1=10 N/mm2 E2= 4 N/mm2
Módulos de compresión del terreno: E3=4 N/mm2 E4= 4 N/mm2

Número de ejes de los vehículos: 2
Distancia entre ruedas: a=2 m
Distancia entre ejes: b=3 m
Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
Sobrecarga repartida: Pd= kN
Zona no pavimentada
Firme irregular

AseTUB

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=20.14943 kN/m2
Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m2
Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m2
Presión vertical total sobre el tubo: qvt=20.14943 kN/m2

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: qht=20.68187 kN/m2

2.3. Deformación Relativa: dv=0.99591 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0.51359 kN m/m
En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.52296 kN m/m
En Base: Mqvt (Base)=0.58856 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0.05135 kN m/m
En Riñones: Mqh (Riñones)=0.05135 kN m/m
En Base: Mqh (Base)=-0.05135 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0.34823 kN m/m
En Riñones: Mqht (Riñones)=0.40018 kN m/m
En Base: Mqht (Base)=-0.34823 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0.01091 kN m/m
En Riñones: Mt (Riñones)=-0.01263 kN m/m
En Base: Mt (Base)=0.01672kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0.05958 kN m/m
En Riñones: Ma(Riñones) = -0.06895kN m/m
En Base: Ma (Base)=0.09108 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.1845 kN m/m
En Riñones: M (Riñones)=-0.15301 kN m/m
En Base: M (Base)=0.29678kN m/m

AseTUB

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiles.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0.32572 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-6.14558 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0.32572 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0.67341 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0.67341 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-3.6397 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-3.6397 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0.02844 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0.13416 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0.02844kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0.62048 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0.2 kN m/m
En Base: Na (Base)=1.24002 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-3.33847 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-6.07974 kN m/m
En Base: N (Base)=-3.42724kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 2.66112 kN/mm2
En Riñones: -2.54899 kN/mm2
En Base: 4.37767 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 18.78908 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 19.61562 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 11.42161 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 31.18146 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :136.13471 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 25.3704 --ADMISIBLE: cumple >2.5

APÉNDICE Nº2. RESULTADOS CÁLCULO MECÁNICO TUBOS PEAD

AseTUB

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 05/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 3 PEAD 90 **3**
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo 4
1.2.1.1. prueba de tensión 4
1.2.1.2. Prueba de deformación 4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): 4

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 3 PEAD 90

Descripción del tramo:	Impulsión 3 PEAD 90
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G4		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,53	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{i,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{i,L}$	0,0	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	introducción libre		
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	α_V	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

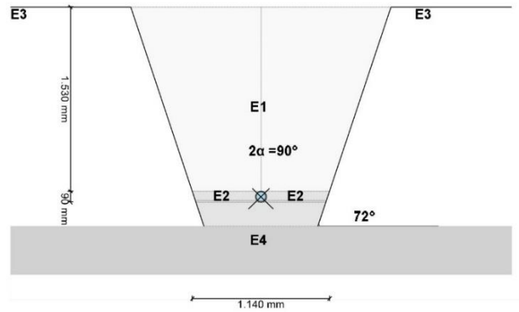
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,14	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A2		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	90°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 90 (8,2 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coeficiente de seguridad exterior	γ	-63,793	467,147	-40,867	[-]
Coeficiente de seguridad interior	γ	145,746	-58,417	64,534	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,21	%
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	116,86	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 05/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 3 PEAD 90 **3**
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo 4
1.2.1.1. prueba de tensión 4
1.2.1.2. Prueba de deformación 4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): 4

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 3 PEAD 90

Descripción del tramo:	Impulsión 3 PEAD 90
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	SI

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:		G4	
Cálculo E1:		tabla 8 (A127)	
Tipo de relleno en la zona del tubo:		G1	
Cálculo E20:		tabla 8 (A127)	
Tipo de suelo natural:		G4	
Cálculo E3:		Densidad Proctor	
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:		Si	

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	0,94	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{i,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{i,L}$	0,0	bar
Sección llena:		Si	
Densidad del fluido:	γF	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:		introducción libre	
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	αV	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

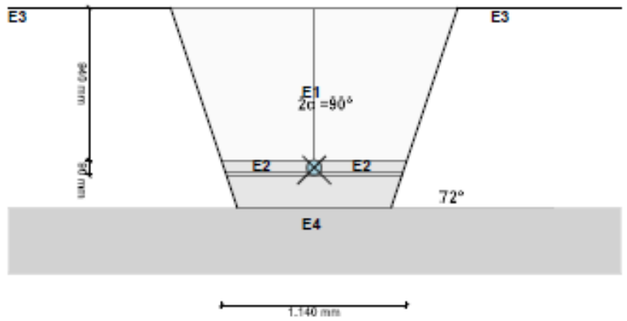
Instalación:		Zanja	
Ancho de zanja:	b	1,14	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:		A2	
Condiciones de la instalación:		B1	
Tipo de apoyo:		suelto	
Ángulo de apoyo:		90°	
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 90 (8,2 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coeficiente de seguridad exterior	γ_a	-66,795	240,507	-46,503	[-]
Coeficiente de seguridad interior	γ_i	112,584	-61,616	63,423	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,17	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ_i	155,62	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stb}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 05/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 3 PEAD 90 **3**
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo 4
1.2.1.1. prueba de tensión 4
1.2.1.2. Prueba de deformación 4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): 4

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 3 PEAD 90

Descripción del tramo:	Impulsión 3 PEAD 90
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:		G4	
Cálculo E1:		tabla 8 (A127)	
Tipo de relleno en la zona del tubo:		G1	
Tipo de suelo natural:		G4	
Cálculo E3:		Densidad Proctor	
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:		Si	

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,27	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	0,0	bar
Sección llena:		Si	
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:		introducción libre	
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	α_V	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

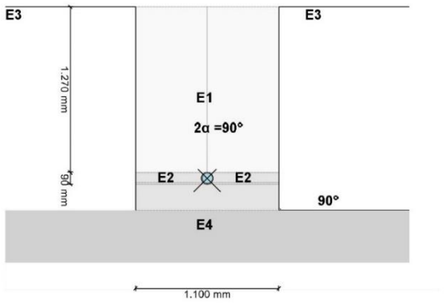
Instalación:		Zanja	
Ancho de zanja:	b	1,10	m
Ángulo del talud:	β	90	°
Condiciones de relleno:		A2	
Condiciones de la instalación:		B1	
Tipo de apoyo:		suelto	
Ángulo de apoyo:		90°	
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 90 (8,2 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coeficiente de seguridad exterior	γ	-66,062	327,075	-43,322	[-]
Coeficiente de seguridad interior	γ	128,310	-59,947	64,038	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,19	%
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	133,74	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 04/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 3 PEAD 90 **3**
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo 4
1.2.1.1. prueba de tensión 4
1.2.1.2. Prueba de deformación 4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): 4

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 3 PEAD 90

Descripción del tramo:	Impulsión 3 PEAD 90
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G4		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,01	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	0,0	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	introducción libre		
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	α_V	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

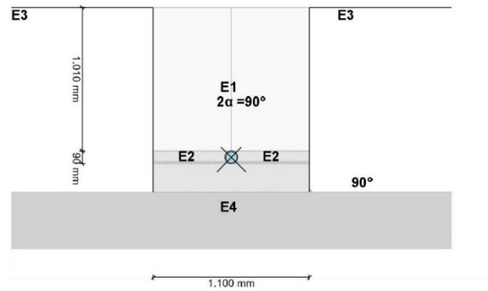
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,10	m
Ángulo del talud:	β	90	°
Condiciones de relleno:	A2		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	90°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 90 (8,2 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coeficiente de seguridad exterior	γ	-68,282	253,414	-45,879	[-]
Coeficiente de seguridad interior	γ	115,288	-61,321	63,552	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,17	%
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	154,10	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 04/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 1 PEAD 250 3
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo 4
1.2.1.1. prueba de tensión 4
1.2.1.2. Prueba de deformación 4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): 4

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 1 PEAD 250

Descripción del tramo:	Impulsión 1 PEAD 250
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G4		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,40	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	0,0	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	introducción libre		
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	α_V	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

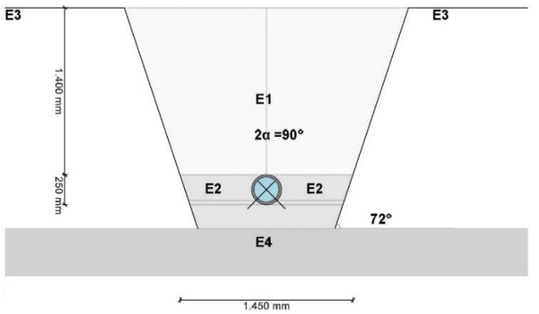
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,45	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A2		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	90°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 250 (22,7 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coeficiente de seguridad exterior	γ	-60,649	301,985	-38,486	[-]
Coeficiente de seguridad interior	γ	123,099	-54,655	56,130	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,21	%
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	119,42	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 04/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 1 PEAD 250 3
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. resultados intermedios del tubo 4
1.2.1.1. propiedades del material 4
1.2.1.2. Factores de seguridad 4
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga 5
1.2.2.1. geometría del tubo 5
1.2.2.2. Teoría del silo 5
1.2.2.3. Carga 5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 6
1.2.2.8. relación de rigidez 6
1.2.2.9. Coeficientes 6
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 7
1.2.3. Sección fuerzas clave 8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 8
1.2.5. Sección fuerzas base 9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo 10
1.2.6.1. prueba de tensión 10
1.2.6.2. Prueba de deformación 11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): 11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo 12
1.2.7.1. prueba de tensión 12
1.2.7.2. Prueba de deformación 13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): 14

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 1 PEAD 250

Descripción del tramo:	Impulsión 1 PEAD 250
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G4		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,01	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	0,0	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	introducción libre		
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	α_V	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

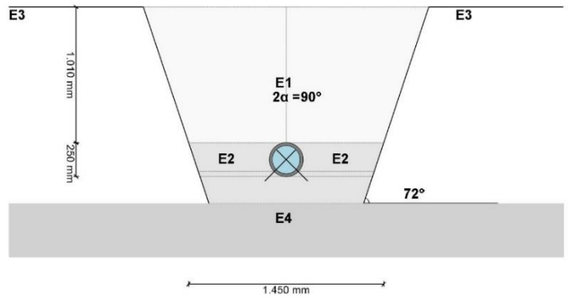
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,45	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A2		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	90°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 250 (22,7 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	204,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	250,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	113,7	mm
Wall thickness:	s	22,7	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	5,007	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,067	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,933	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superficie axialmente afectado:	A_{ax}	22,7	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	22,7	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	11,4	mm
Momento de inercia:	I	974,8	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	85,9	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	85,9	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

AseTUB

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	113,7	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,067	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,933	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): K 0,968 [-]

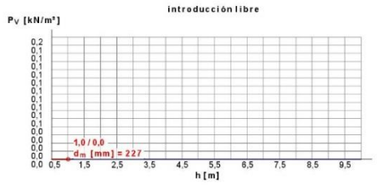
$$K = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): K_0 0,938 [-]

$$K_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.05)$$

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	19,56	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	19,56	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	11,00	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,00	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	1,50	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	3,91	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	15,00	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,000 [-]

$$\zeta = \frac{1{,}667}{\Delta f + (1{,}667 - \Delta f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \qquad (6.17)$$

AseTUB

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0{,}982 + 0{,}283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1{,}667 \qquad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el angulo de talud de la zanja es < 90º se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	9,600	N/mm²

$$S_{Bh} = 0{,}6 \cdot \zeta \cdot E_2 \qquad (6.16)$$

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	16,000	N/mm²

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \qquad (6.12)$$

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	90	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	0,260	[-]

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0{,}26 \qquad (6.05)$$

Ángulo de fricción interna:	φ'	20,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	6,667	°

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	559,9	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	19,5	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	19,5	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	796,837	371,794	132,806	kN/m²

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} \qquad (6.10a)$$

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0830	0,0387	0,0138	[-]

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \qquad (6.15)$$

Relación de rigidez	V_S	0,8217	0,5340	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,640	0,902	---	[-]

AseTUB

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,061	-0,044	---	[-]

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,037	1,037	---	[-]

$$\max\lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,762	0,705	---	[-]

$$K' = -\frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}}\cdot c_{v,qh^*}\cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*}\cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	0,661	0,578	---	[-]

$$\lambda_R = \frac{\max\lambda \cdot V_s + a'\cdot\frac{4\cdot K_2\cdot K'}{3}\cdot\frac{\max\lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a'\cdot\frac{3 + K_2\cdot K'}{3}\cdot\frac{\max\lambda - 1}{a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	0,661	0,578	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \quad (6.21b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,849	3,849	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,524	0,524	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	0,661	0,578	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	1,113	1,141	---	[-]

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:		I/(A·rm²)	0,00332	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κQ	0,00332	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0966	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6970	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3890	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A\cdot r_m^2}\cdot[c^N + 2(1+\nu)\cdot\kappa_Q\cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1025	0,0841	0,0654	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0978	-0,0886	-0,0698	[-]

	corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo	largo plazo otro

AseTUB

			cargas de tráfico	Cargas	
Carga vertical total	q_v	23,94	22,30	---	kN/m²

$$q_v = \lambda_{RG}\cdot p_E + p_V \quad (6.24)$$

Presion lateral	q_h	9,71	9,93	---	kN/m²

$$q_h = K_2\cdot\left(\lambda_B\cdot p_E + \gamma_B\cdot\frac{d_a}{2}\right) \quad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	9,69	12,00	---	kN/m²

$$q^*_h = \frac{c_{h,qv}\cdot q_v + c_{h,qh}\cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (7.02a)$$

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,51	0,94	---	kN/m²

$$q^*_{hw} = \frac{c_{hw}\cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (7.02b)$$

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,085	0,079	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,031	-0,032	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,023	-0,028	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,002	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_W	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,000	0,000	kNm/m

$$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_W + M_{pw}$$

Momentos totales	ΣM	0,034	0,021	kNm/m

$$\Sigma_{Mqv,qh,qh^*} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh}$$

Momentos totales debidos a las cargas del suelo y tráfico	Σ_{Mqv,qh,qh^*}	0,031	0,019	kNm/m

$$\Sigma_{Msonst} = M^*_{qw} + M_g + M_W + M_{pw}$$

Momentos totales debidos a otras cargas	Σ_{Msonst}	0,003	0,002	kNm/m

$$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$$

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,032	0,020	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,144	0,134	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,103	-1,128	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,636	-0,787	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,034	-0,061	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,008	0,008	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_W	0,086	0,086	kN/m
Fuerza normal debida a la presión del agua	N_{pw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	-1,534	-1,748	kN/m
Fuerzas normales totales debidas a las cargas del suelo y del tráfico	Σ_{Nqv,qh,qh^*}	-1,595	-1,780	kN/m
Fuerzas normales totales debidas a otras cargas	Σ_{Nsonst}	0,061	0,033	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-1,587	-1,772	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,086	-0,080	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,031	0,032	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,026	0,032	kNm/m

AseTUB

Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,001	0,003	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_W	-0,004	-0,004	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_W + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	-0,032	-0,018	kNm/m
$\Sigma_{Mqv,qh,qh^*} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh}$				
Momentos totales debidos a las cargas del suelo y tráfico	Σ_{Mqv,qh,qh^*}	-0,029	-0,016	kNm/m
$\Sigma_{Msonst} = M^*_{qw} + M_g + M_W + M_{pw}$				
Momentos totales debidos a otras cargas	Σ_{Msonst}	-0,004	-0,002	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,030	-0,017	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-2,721	-2,535	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,038	-0,038	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_W	0,028	0,028	kN/m
Fuerza normal debida a la presión del agua	N_{pw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	-2,731	-2,545	kN/m
Fuerzas normales totales debidas a las cargas del suelo y del tráfico	Σ_{Nqv,qh,qh^*}	-2,721	-2,535	kN/m
Fuerzas normales totales debidas a otras cargas	Σ_{Nsonst}	-0,010	-0,010	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,759	-2,573	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,097	0,090	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,031	-0,032	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,023	-0,028	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,002	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_W	0,005	0,005	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_W + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,048	0,035	kNm/m
$\Sigma_{Mqv,qh,qh^*} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh}$				
Momentos totales debidos a las cargas del suelo y tráfico	Σ_{Mqv,qh,qh^*}	0,043	0,030	kNm/m
$\Sigma_{Msonst} = M^*_{qw} + M_g + M_W + M_{pw}$				
Momentos totales debidos a otras cargas	Σ_{Msonst}	0,005	0,004	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,045	0,032	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,144	-0,134	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,103	-1,128	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,636	-0,787	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,034	-0,061	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,008	-0,008	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_W	0,172	0,172	kN/m
Fuerza normal debida a la presión del agua	N_{pw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	-1,753	-1,946	kN/m

AseTUB

Fuerzas normales totales debidas a las cargas del suelo y del tráfico	Σ_{Nqv,qh,qh^*}	-1,883	-2,049	kN/m
Fuerzas normales totales debidas a otras cargas	Σ_{Nsonst}	0,131	0,103	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-1,891	-2,057	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \quad (9.01c)$$

$$\alpha_{ki} = 1 + \frac{s}{3 \cdot r_m} \quad (8.14a)$$

Factor de corrección de la curvatura interior: α_{ki} 1,067 [-]

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a las cargas del suelo y del tráfico	σ_{qv,qh,qh^*}	0,311	-0,478	0,452	N/mm²

$$\sigma_{qv,qh,qh^*} = \alpha_{ki} \cdot \frac{\Sigma_{Nqv,qh,qh^*}}{A_{rad}} + \frac{\Sigma_{Mqv,qh,qh^*}}{W_i} \quad (8.13)$$

Tensiones debidas a otras cargas	σ_{sonst}	0,040	-0,044	0,071	N/mm²

$$\sigma_{sonst} = \alpha_{ki} \cdot \frac{\Sigma_{Nsonst}}{A_{rad}} + \frac{\Sigma_{Msonst}}{W_i} \quad (8.13)$$

Tensión total	σ	0,352	-0,523	0,523	N/mm²

$\sigma = \sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}$

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Coeficiente de seguridad para tensión por flexión:	γ_{BZ}	65,430	---	43,947	[-]
Coeficiente de seguridad para compresión por flexión:	γ_{BD}	---	44,003	---	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

$$\alpha_{ka} = 1 - \frac{s}{3 \cdot r_m} \quad (8.14b)$$

Factor de corrección de la curvatura exterior: α_{ka} 0,933 [-]

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a las cargas del suelo y del tráfico	σ_{qv,qh,qh^*}	-0,404	0,194	-0,551	N/mm²

AseTUB

$$\sigma_{qv,qh,qh^*} = \alpha_{ka} \cdot \frac{\Sigma N_{qv \cdot qh \cdot qh^*}}{A_{rad}} + \frac{\Sigma M_{qv \cdot qh \cdot qh^*}}{W_a} \quad (8.13)$$

Tensiones debidas a otras cargas	σ_{sonst}	-0,030	0,038	-0,052	N/mm²

$$\sigma_{sonst} = \alpha_{ka} \cdot \frac{\Sigma N_{sonst}}{A_{rad}} + \frac{\Sigma M_{sonst}}{W_a} \quad (8.13)$$

Tensión total	σ	-0,434	0,232	-0,603	N/mm²

$$\sigma = \sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}$$

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Coeficiente de seguridad para tensión por flexión:	γ_{BZ}	---	99,205	---	[-]
Coeficiente de seguridad para compresión por flexión:	γ_{BD}	52,950	---	38,155	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:	erf γ_{RBZ}			2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:	erf γ_{RBD}			2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:			lineal		
Relación:			l/(A·rm²)	0,00332	[-]
Relación 'l/(A·rm²)·κq':			l/(A·rm²)·κ_Q	0,00332	[-]
		q_V	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_V	-0,0966	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_V	-0,6970	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_V	-0,3890	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \left[c^N + 2(1+\nu) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q\right] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_V	-0,1025	0,0841	0,0654	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0978	-0,0886	-0,0698	[-]

$$\Delta d_V = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \left(c_{v,qv} \cdot q_V + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*\right) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \left(c_{h,qv} \cdot q_V + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*\right) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_V	0,29	mm	
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,23	mm	

$$\delta_V = \frac{\Delta d_V}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,13	%	
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%	

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_V	23,94	kN/m²	
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	K_{V2}	0,86	[-]	

AseTUB

Carga vertical total crítica:	krit q_V	4.765,7	kN/m²	

krit $q_V = 2 \cdot \kappa_{V2} \cdot (8 S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5}$ (9.06a)

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	199,09	[-]	
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]	

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \quad (9.01c)$$

$$\alpha_{ki} = 1 + \frac{s}{3 \cdot r_m} \quad (8.14a)$$

Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,067	[-]	

Interior:	clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base

Tensiones debidas a las cargas del suelo y del tráfico	σ_{qv,qh,qh^*}	0,155	-0,311	0,287	N/mm²

$$\sigma_{qv,qh,qh^*} = \alpha_{ki} \cdot \frac{\Sigma N_{qv \cdot qh \cdot qh^*}}{A_{rad}} + \frac{\Sigma M_{qv \cdot qh \cdot qh^*}}{W_i} \quad (8.13)$$

Tensiones debidas a otras cargas	σ_{sonst}	0,027	-0,030	0,058	N/mm²

$$\sigma_{sonst} = \alpha_{ki} \cdot \frac{\Sigma N_{sonst}}{A_{rad}} + \frac{\Sigma M_{sonst}}{W_i} \quad (8.13)$$

Tensión total	σ	0,182	-0,342	0,345	N/mm²

$$\sigma = \sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}$$

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	19,19	19,30	19,15	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	19,19	19,30	19,15	N/mm²
Coeficiente de seguridad para tensión por flexión:	γ_{BZ}	105,251	---	55,578	[-]
Coeficiente de seguridad para compresión por flexión:	γ_{BD}	---	56,520	---	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:	erf γ_{RBZ}			2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:	erf γ_{RBD}			2,50	[-]

$$\alpha_{ka} = 1 - \frac{s}{3 \cdot r_m} \quad (8.14b)$$

Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,933	[-]	

AseTUB

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a las cargas del suelo y del tráfico	σ_{qv,qh,qh^*}	-0,283	0,063	-0,420	N/mm²

$$\sigma_{qv,qh,qh^*} = \alpha_{ka} \cdot \frac{\Sigma N_{qv,qh,qh^*}}{A_{rad}} - \frac{\Sigma M_{qv,qh,qh^*}}{W_a} \quad (8.13)$$

Tensiones debidas a otras cargas	σ_{sonst}	-0,021	0,026	-0,042	N/mm²

$$\sigma_{sonst} = \alpha_{ka} \cdot \frac{\Sigma N_{sonst}}{A_{rad}} - \frac{\Sigma M_{sonst}}{W_a} \quad (8.13)$$

Tensión total	σ	-0,304	0,089	-0,462	N/mm²

$$\sigma = \sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}$$

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	19,34	18,91	19,30	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	19,34	18,91	19,30	N/mm²
Coeficiente de seguridad para tensión por flexión:	γ_{BZ}	---	213,216	---	[-]
Coeficiente de seguridad para compresión por flexión:	γ_{BD}	63,651	---	41,747	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:	erf γ_{RBZ}			2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:	erf γ_{RBD}			2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal		
Relación:		l/(A·rm²)	0,00332	[-]
Relación 'l/(A·rm²)·κq':		l/(A·rm²)·κ_Q	0,00332	[-]

		q_V	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_V	-0,0966	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_V	-0,6970	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_V	-0,3890	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} [c^N + 2(1+\nu) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_V	-0,1025	0,0841	0,0654	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0978	-0,0886	-0,0698	[-]

$$\Delta d_V = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} (c_{V,qV} \cdot q_V + c_{V,qh} \cdot q_h + c_{V,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} (c_{h,qV} \cdot q_V + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_V	0,41	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,28	mm

$$\delta_V = \frac{\Delta d_V}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,18	%

AseTUB

Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_V	22,30	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{V2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_V	3.279,3	kN/m²

$$\text{krit } q_V = 2 \cdot \kappa_{V2} \cdot (8 S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	147,04	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 04/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 2 PEAD 400 **3**
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo 4
1.2.1.1. prueba de tensión 4
1.2.1.2. Prueba de deformación 4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): 4

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 2 PEAD 400

Descripción del tramo:	Impulsión 2 PEAD 400
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G4		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	2,84	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	0,0	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	introducción libre		
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	α_V	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

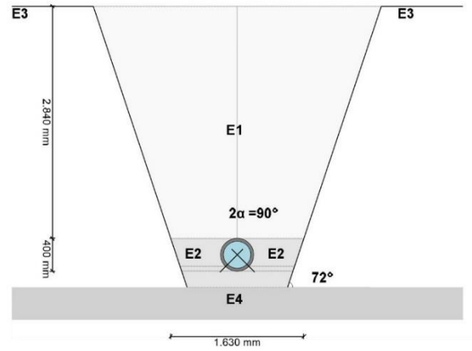
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,63	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A2		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	90°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 400 (36,3 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coeficiente de seguridad exterior	γ	-48,037	994,221	-28,307	[-]
Coeficiente de seguridad interior	γ	181,460	-43,231	49,098	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,31	%
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	64,97	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 04/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 2 PEAD 400 3
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo 4
1.2.1.1. prueba de tensión 4
1.2.1.2. Prueba de deformación 4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): 4

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 2 PEAD 400

Descripción del tramo:	Impulsión 2 PEAD 400
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G4		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	0,91	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	0,0	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	introducción libre		
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	α_V	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

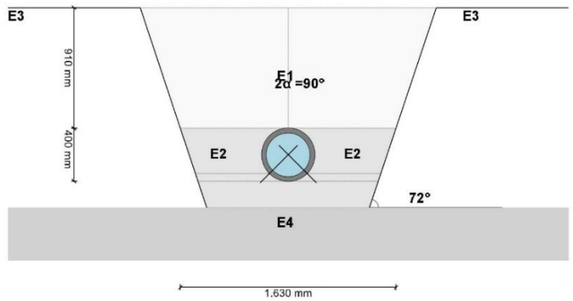
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,63	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A2		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	90°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 400 (36,3 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coeficiente de seguridad exterior	γ	-53,747	128,428	-36,003	[-]
Coeficiente de seguridad interior	γ	75,402	-46,284	43,476	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,20	%
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	132,06	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 04/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 2 PEAD 400 **3**
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo 4
1.2.1.1. prueba de tensión 4
1.2.1.2. Prueba de deformación 4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): 4

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 2 PEAD 400

Descripción del tramo:	Impulsión 2 PEAD 400
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G4		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,82	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	0,0	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	introducción libre		
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	α_V	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

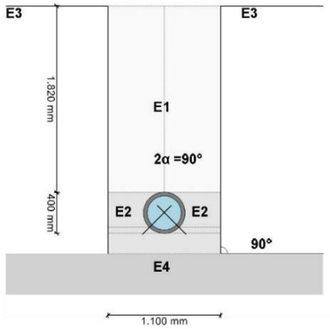
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,10	m
Ángulo del talud:	β	90	°
Condiciones de relleno:	A2		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	90°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 400 (36,3 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coeficiente de seguridad exterior	γ	-34,422	81,347	-23,534	[-]
Coeficiente de seguridad interior	γ	49,575	-29,248	29,409	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,41	%
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	58,43	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: COLECTORES PEAD BAJO GUADIARO
Fecha: 04/03/2019

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 2 PEAD 400 **3**
1.1. Entrada de datos: 3
1.1.1. Opciones de seguridad 3
1.1.2. Suelo 3
1.1.3. Carga 3
1.1.4. Instalación 3
1.1.5. Tubo de la base de datos 3
1.2. Resultados: 4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo 4
1.2.1.1. prueba de tensión 4
1.2.1.2. Prueba de deformación 4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): 4

AseTUB

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Impulsión 2 PEAD 400

Descripción del tramo:	Impulsión 2 PEAD 400
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G4		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	95,0	%
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	0,99	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	0,0	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	0,0	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	introducción libre		
Carga de tráfico al nivel de la clave:	P	11,00	kN/m²
Factor de impacto:	φ	1,00	[-]
Factor de reducción por carga dinámica:	α_V	1,00	[-]

1.1.4. Instalación

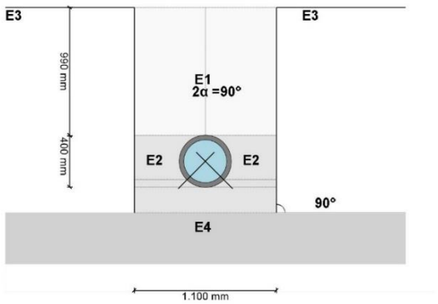
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,10	m
Ángulo del talud:	β	90	°
Condiciones de relleno:	A2		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	90°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
Diámetro nominal:	DN 400 (36,3 mm)

AseTUB

Carga de tráfico al nivel de la clave: 11,0 kN/m²



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coeficiente de seguridad exterior	γ	-41,805	77,286	-29,546	[-]
Coeficiente de seguridad interior	γ	51,321	-34,711	33,393	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,28	%
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	91,22	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

APÉNDICE Nº3. RESULTADOS CÁLCULO MECÁNICO ANCLAJES

	PK	Tipo de Anclaje	Altura anclaje (m)	Peso anclaje (t)	Ángulo en planta	Presión máxima (m.c.a)	Empuje (t)	Rozamiento (CS=1,5)(t)	Empuje pasivo del terreno (t)	Ángulo de rozamiento hormigón-terreno	Ángulo rozamiento interno terreno	Densidad suelo	E ≤ R + Eh
IMPULSIÓN 1	0+160	HI	0.70	0.38	69	2.18	0.121	0.09	0.92	19.2	22	1.6	OK
IMPULSIÓN 2	0+063	HII	0.80	0.35	48	15	0.116	0.08	1.21	19.2	22	1.6	OK
	0+118	HII	0.80	0.35	90	15.17	1.053	0.08	1.21	19.2	22	1.6	OK
	0+330	HII	0.80	0.35	67	15.81	0.857	0.08	1.21	19.2	22	1.6	OK
	0+960	HII	0.80	0.35	45	17.71	0.665	0.08	1.21	19.2	22	1.6	OK
	0+985	HII	0.80	0.35	47	17.78	0.696	0.08	1.21	19.2	22	1.6	OK
	1+170	HII	0.80	0.35	81	18.34	1.169	0.08	1.21	19.2	22	1.6	OK
	1+200	HII	0.80	0.35	90	18.43	1.279	0.08	1.21	19.2	22	1.6	OK
	1+430	HII	0.80	0.35	71	19.13	1.091	0.08	1.21	19.2	22	1.6	OK
	1+638	HII	0.80	0.35	73	19.75	1.153	0.08	1.21	19.2	22	1.6	OK
	2+237	HII	0.80	0.35	71	21.56	1.229	0.08	1.63	19.2	24	1.95	OK
	2+270	HII	0.80	0.35	63	21.66	1.111	0.08	1.47	19.2	22	1.95	OK
	2+360	HII	0.80	0.35	83	21.93	1.427	0.08	1.63	19.2	24	1.95	OK
	3+601	HII	0.80	0.35	84	25.65	1.685	0.08	1.63	19.2	24	1.95	OK
IMPULSIÓN 3	0+010	HIII	0.70	0.44	47	4.56	0.179	0.10	1.24	19.2	24	1.95	OK
	0+018	HIII	0.70	0.44	79	4.66	0.291	0.10	1.24	19.2	24	1.95	OK
	0+320	HIII	0.70	0.44	49	8.08	0.329	0.10	1.24	19.2	24	1.95	OK
	0+850	HIII	0.70	0.44	86	14.09	0.943	0.10	0.92	19.2	22	1.6	OK
	0+960	HIII	0.70	0.44	48	15.33	0.612	0.10	1.24	19.2	24	1.95	OK
	1+080	HIII	0.70	0.44	90	16.69	1.159	0.10	1.24	19.2	24	1.95	OK

ANEJO Nº10. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN ... 3
2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS ... 3
3. BASES DE CÁLCULO ... 3
3.1 NORMATIVA ... 3
3.2 PROGRAMAS DE CÁLCULO ... 4
3.3 ESTADOS LÍMITES ... 4
3.3.1 Estados límite de servicio (ELS) ... 4
3.3.2 Estado límite último (ELU) ... 5
3.4 VALORES CARACTERÍSTICOS ACCIONES ... 5
3.4.1 Acciones permanentes ... 5
3.4.2 Acciones variables ... 6
3.4.3 Acciones climáticas. ... 6
3.5 VALORES REPRESENTATIVOS ... 8
3.5.1 Acciones permanentes ... 8
3.5.2 Acciones variables ... 8
3.5.3 Acción accidental sísmica ... 8
3.6 VALORES DE CÁLCULO DE LA ACCIONES ... 8
3.6.1 Estados límite últimos (E.L.U.) ... 8
3.6.2 Estados límite de servicio (E.L.S.) ... 8
3.7 COMBINACIÓN DE ACCIONES ... 8
3.7.1 Estados límite últimos (E.L.U.) ... 8
3.7.2 Estados límite de servicio (E.L.S.) ... 9
3.8 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ... 10
3.8.1 Materiales ... 10
3.8.2 Coeficientes de minoración ... 10
3.8.3 Niveles de control ... 10
3.9 DURABILIDAD ... 10
4. EDIFICIO DE CONTROL Y TALLER ... 11
4.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO ... 11
4.2 ACCIONES ... 11
4.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS ... 12
4.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO ... 12
5. EDIFICIO DE SOPLANTES Y GRUPO ELECTRÓGENO ... 12
5.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO ... 12
5.2 ACCIONES ... 13
5.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS ... 13
5.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO ... 13
6. EDIFICIO DE INSTALACIONES ... 13
6.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO ... 13
6.2 ACCIONES ... 14
6.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS ... 14
6.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO ... 14
7. REACTOR BIOLOGICO ... 14
7.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO ... 14
7.2 ACCIONES ... 15
7.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS ... 15
7.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO ... 15
7.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO ... 16
7.4.2 ARMADOS ... 19
8. DECANTADOR SECUNDARIO ... 27
8.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO ... 27
8.2 ACCIONES ... 27
8.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS ... 28
8.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO ... 28
8.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO ... 28
8.4.2 ARMADOS VASO CENTRAL ... 30
9. PRETRATAMIENTO, DESARENADOR Y DESENGRASADOR ... 31
9.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO ... 32
9.2 ACCIONES ... 32
9.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS ... 34
9.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO ... 34
9.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO ... 34
9.4.2 ARMADOS ... 37
10. BOMBEO DE FANGOS Y VACIADO ... 43
10.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO ... 43
10.2 ACCIONES ... 43
10.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS ... 44
10.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO ... 44
10.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO ... 44
10.4.2 ARMADOS ... 48
11. LABERINTO DE CLORACIÓN Y GRUPO DE PRESIÓN ... 54
11.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO ... 54
11.2 ACCIONES ... 54
11.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS ... 55
11.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO ... 56
11.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO ... 56
11.4.2 ARMADOS ... 57
12. ESPESADOR DE FANGO ... 60

12.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO 60
12.2 ACCIONES 60
12.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS 61
12.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO 61
12.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO 61
12.4.2 ARMADOS VASO CENTRAL 63
13. ARQUETA MEDIDA CAUDAL BIOLÓGICO Y ALIVIO PRETRATAMIENTO. 64
13.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO 64
13.2 ACCIONES 64
13.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS 65
13.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO 65
13.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO 65
13.4.2 ARMADOS 66
14. CUBETO DE DEPOSITO DE REACTIVO 69
14.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO 69
14.2 ACCIONES 69
14.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS 70
14.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO 70
14.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO 70
14.4.2 ARMADOS 72
15. EBAR SECADERO 74
15.1 EDIFICIO DE LA EBAR 74
15.1.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO 74
15.1.2 ACCIONES 75
15.1.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS 75
15.1.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO 75
15.2 POZO DE BOMBEO 75
15.2.1 CÁLCULOS EFECTUADOS 75
16. EBAR SAN MARTÍN 83
16.1 EDIFICIO DE LA EBAR 83
16.1.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO 83
16.1.2 ACCIONES 83
16.1.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS 83
16.1.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO 83
16.2 POZO DE BOMBEO 84
16.2.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO 84
16.2.2 ACCIONES 84
16.2.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS 86
16.2.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO 86
17. EBAR MONTENEGRAL 90
17.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO 90
17.2 ACCIONES 90
17.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS 92
17.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO 92
17.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO 92
17.4.2 ARMADOS 94
18. CERCHA DE CRUCE SOBRE EL RÍO GUADIARO 96
18.1 ACCIONES 96
18.2 RESULTADOS DEL CÁLCULO 102
18.3 COMPROBACIONES RELATIVAS A LOS E.L.U. 102
18.4 COMPROBACIONES RELATIVAS A LOS E.L.S. 102
18.5 COMPROBACIONES RELATIVAS A LOS NEOPRENOS 104
Apéndice Nº01. EDIFICIO DE CONTROL Y TALLER 105
Apéndice Nº02. EDIFICIO DE SOPLANTES Y GRUPO ELECTRÓGENO 106
Apéndice Nº03. EDIFICIO DE INSTALACIONES 107
Apéndice Nº04. REACTOR BIOLÓGICO 108
Apéndice Nº05. DECANTADOR SECUNDARIO 109
Apéndice Nº06. PRETRATAMIENTO, DESARENADOR - DE5SENGRASADOR 110
Apéndice Nº07. BOMBEO DE FANGOS Y VACIADO 111
Apéndice Nº08. LABERINTO DE CLORACIÓN Y CASETA DE GRUPO DE PRESIÓN 112
Apéndice Nº09. ESPESADOR DE FANGOS 113
Apéndice Nº10. ARQUETA MEDIDA CAUDAL BIOLÓGICO Y ALIVIO PRETRATAMIENTO 114
Apéndice Nº11. CUBETO DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVO 115
Apéndice Nº12. EBAR SECADERO 116
Apéndice Nº13. EBAR SAN MARTÍN 117
Apéndice Nº14. EBAR MONTENEGRAL 118
Apéndice Nº15. CERCHA DE CRUCE SOBRE EL RÍO GUADIARO 119

Todos los apéndices con el listado de cálculo se presentan en formato digital.

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la descripción de los cálculos estructurales realizados para los elementos diseñados dentro del proyecto de construcción *Contratación de servicios para la redacción del proyecto de saneamiento y depuración de los municipios de la cuenda del bajo Guadiaro, E.D.A.R. y colectores en San Martín del Tesorillo (Cádiz). Saneamiento y depuración del Entorno de Doñana.*

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La E.D.A.R. y colectores en San Marín del Tesorillo (Cádiz), requiere para el correcto funcionamiento la ejecución de diversos edificios, tanques, depósitos y arquetas, según queda recogido en el pliego de bases técnicas.

Los elementos que han sido sometidas a cálculo en el presente anejo son:

1.- Edificio de control y taller.

2.- Edificio de soplantes y grupo electrógeno.

3.- Edificio de instalaciones: Sala de Pretratamiento

4.- Reactor biológico.

5.- Decantador secundario.

6.- Pretratamiento, desarenador y desengrasador.

7.- Bombeo de fangos y vaciado.

8.- Laberinto de cloración y caseta de grupo de presión.

9.- Espesador de fango.

10.- Arqueta medida caudal biológico y alivio pretratamiento.

11.- Cubeto de depósito de reactivo.

12.- EBAR Secadero.

13.- EBAR San Martín.

14.- EBAR Montenegral.

15.- Cercha sobre cruce río Guadiaro

3. BASES DE CÁLCULO

La comprobación estructural de los elementos requiere:

- Establecer las situaciones de dimensionado que resulten determinantes;
- Determinar las acciones que deben tenerse en cuenta y los modelos adecuados para la estructura;
- Realizar el análisis estructural, adoptando métodos de cálculo adecuados a cada problema;
- Verificar que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los estados límite.

En las verificaciones se tendrán en cuenta los efectos del paso del tiempo (acciones químicas, físicas y biológicas; acciones variables repetidas) que pueden incidir en la capacidad portante o en la aptitud al servicio, en concordancia con el periodo de servicio.

Las situaciones de dimensionado deben englobar todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una. Para cada situación de dimensionado, se determinarán las combinaciones de acciones que deban considerarse.

3.1 NORMATIVA

Las normativas vigentes de aplicación y recomendaciones seguidas en la elaboración del presente anejo son:

- EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.
- EAE-11. Instrucción de Acero Estructural.
- NCSE-02. Norma de Construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación
- CTE DB-SE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural.
- CTE DB-SE-C. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Cimientos.
- CTE DB-SE-AE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación.
- CTE DB-SE-F. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Fábrica.
- CTE. DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural. Acero.

- ENV-1992-3: Estructuras de retención o contención de líquidos
- IAP-11, Instrucción de acciones en puentes de carreteras
- Guía de cimentaciones en obras de carretera.
- RC-08. Instrucción para la recepción de Cementos.

3.2 PROGRAMAS DE CÁLCULO

Para el dimensionamiento de las estructuras se ha utilizado los siguientes programas de cálculo:

- CYPECAD. Programa de diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálicas, con 6 grados de libertad por nudo, incluyendo el dimensionamiento y optimización de secciones.
- CYPE 3D. Programa de diseño de estructuras tridimensionales de barras, incluyendo la cimentación y el sistema de arriostramiento frente a acciones horizontales. Diseño de uniones y placas de anclaje para estructura metálica.
- SAP 2000. Programa de cálculo mediante elementos finitos.
- Prontuario Informático de Hormigón Armado (EHE), versión 3.0 (IECA). Programa de comprobación y armado de secciones de hormigón armado.
- STR Cálculos de estructural. Programa de cálculo tridimensional de barras.
- Hojas de cálculo de comprobación de armado para secciones rectangulares según instrucción EHE.

3.3 ESTADOS LÍMITES

Se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido.

3.3.1 Estados límite de servicio (ELS)

Se incluyen bajo la denominación de estados límite de servicio todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requisitos predefinidos de funcionalidad, confort, durabilidad o aspecto de la estructura.

Se consideran los siguientes:

- E.L.S. de fisuración. La fisuración del hormigón por tracción puede afectar a la durabilidad, la impermeabilidad o el aspecto de la estructura. La microfisuración del hormigón por compresión excesiva puede afectar, también, a la durabilidad.

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$w_k \leq w_{máx}$$

Donde:

w_k: Abertura característica de fisura.

$w_{máx}$: Abertura máxima de fisura definida en la tabla 5.1.1.2 de la EHE.

Tabla 5.1.1.2

Clase de exposición, según artículo 8º	$w_{máx}$ [mm]	
	Hormigón armado (para la combinación de acciones cuasi permanentes)	Hormigón pretensado (para la combinación de acciones frecuentes)
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2(1)
IIIa, IIIb, IV, F	0,2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0,1	

- E.L.S. de deformaciones que afecten a la apariencia o funcionalidad de la obra, o que causen daño a elementos no estructurales.

Se considera que las deformaciones no deben afectar a la apariencia o funcionalidad de la obra. Las flechas límites establecidas en para el presente proyecto de ejecución son las siguientes:

- Elementos estructurales horizontales tipo vigas y forjados (según artículo 4.3.3.1 del CTE DB-SE):
  - Para garantizar la integridad de elementos constructivos: bajo cualquier combinación de acciones características, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento susceptible de sufrir daños, se admiten flechas máximas de:

- L/400 para pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.
- L/300 para otros casos.

▪ Para garantizar el confort de los usuarios: se considera un límite admisible de L/350 bajo cualquier combinación de acciones características, considerando sólo las acciones de corta duración.

▪ Para garantizar la apariencia de la obra: se considera un límite admisible de L/300 bajo cualquier combinación de acciones casi permanente.

o Elementos estructurales horizontales tipo puentes o pasarelas (cercha) (según artículo 7.1 de la IAP-11): L/1200 para el valor frecuente de la sobrecarga de uso.

o Elementos estructurales horizontales tipo forjados, canto mínimo (según artículo 50.2.2.1 de la EHE)

o Elementos estructurales verticales bajo acciones no sísmicas (según artículo 4.3.3.2 del CTE DB-SE):

▪ Límite de desplome total = H/500 (siendo H la altura total del edificio)

▪ Límite de desplome local = h/250 (siendo h la altura de cada planta)

o Elementos estructurales verticales bajo acciones sísmicas (según Eurocódigo 8):

▪ Límite de desplome total / local = H/100

3.3.2 Estado límite último (ELU)

La denominación de estados límite últimos engloba todos aquellos correspondientes a una puesta fuera de servicio de la estructura, por colapso o rotura de la misma o de una parte de ella, poniendo en peligro la seguridad de las personas.

Los estados límites últimos que se deben considerar son los siguientes:

- E.L.U. de pérdida de equilibrio, por falta de estabilidad de una parte o de la totalidad de la estructura.
- E.L.U. de agotamiento frente a solicitaciones normales, frente a cortante, torsión y flexión. Se estudian a nivel de sección del elemento estructural.

El desarrollo de los cálculos se ha efectuado mediante la ayuda de programas de cálculo por ordenador, complementados con comprobaciones manuales de tipo aproximado, que garantizan la correspondencia entre el cálculo y la realidad.

3.4 VALORES CARACTERÍSTICOS ACCIONES

El análisis estructural se realiza mediante modelos en los que intervienen las denominadas variables básicas, que representan cantidades físicas que caracterizan las acciones, influencias ambientales, propiedades de materiales y del terreno, datos geométricos, etc. Si la incertidumbre asociada con una variable básica es importante, se considerará como variable aleatoria.

3.4.1 Acciones permanentes

Se consideran acciones permanentes aquellas acciones que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios).

3.4.1.1 Peso propio

El peso propio de la estructura corresponde generalmente a los elementos de hormigón armado, calculados a partir de sus secciones brutas y multiplicadas por 25 kN/m^3 (peso específico del hormigón armado) en pilares, paredes y vigas. En losas macizas será el canto h (cm) x 25 kN/m3. En los elementos metálicos, su peso propio se determina a partir de su sección multiplicada por 78,5 kN/m3 (peso específico del acero).

3.4.1.2 Cargas muertas

Las cargas muertas son las debidas a los elementos no estructurales que gravitan sobre la estructura.

- Faldones de teja sobre tablero y tabiques palomeros 0.300 t/m^2
- Solerías en interiores de edificios 0.100 t/m^2
- Tabiquería 0.100 t/m^2
- Peso propio forjado 25 + 5 (cm), viguetas dobles y bovedilla de hormigón: 0.427 t/m^2
- Peso propio forjado 25 + 5 (cm), viguetas simple y bovedilla de hormigón: 0.378 t/m^2
- Panel sándwich: 0.015 t/m^2

3.4.1.3 Acciones del Agua

Las acciones derivadas del empuje del Agua en los depósitos, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él se han considerado los siguientes parámetros:

- Densidad del Agua: 1.00 t/m^3
- Coeficiente de empuje: 1.00

3.4.1.4 Acciones del terreno

Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el CTE DB-SE C. Para el cálculo los muros de contención del terreno y de las paredes de los depósitos se han considerado los siguientes parámetros:

- Ángulo de rozamiento interno del terreno de relleno: 30 º
- Rozamiento terreno-muro: 0 %
- Cohesión del terreno: 0.00 t/m^2
- Densidad del terreno: 2.00 t/m^3
- Coeficiente de empuje Activo: 0.33
- Coeficiente de empuje Reposo: 0.50
- Coeficiente de empuje Pasivo: 3.00

3.4.1.5 Acciones reológicas

Dado que las dimensiones de los módulos de hormigón armado son en general inferiores a 40 m, según el artículo 3.4.1 del CTE DB-SE-AE, no se han considerado sobre la estructura acciones reológicas.

3.4.2 Acciones variables

Son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas.

3.4.2.1 Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre las estructuras por razón de su uso. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona de este, como valores característicos se adoptan los siguientes valores:

- Cubierta ligera accesible sólo para mantenimiento 0.040 t/m^2
- Cubiertas accesibles únicamente para conservación con inclinación
- inferior a 20º (BS-SE-AE_Tabla 3.1.) 0.10 t/m^2
- Sobrecarga de mantenimiento en plataformas y escaleras 0.40 t/m^2
- Sobrecarga de mantenimiento en cercha sobre el río Guadiaro 0.10 t
- Sobrecarga en urbanización alrededor de elementos (IAP-11_Ap.4.1.6) 1.00 t/m^2
- Sobrecarga en viales (IAP-11_Ap.4.1.2) → Veh. Pesado: 2·30 t + Sb. Unif. 0.90 t/m^{2*}

** Según IAP-11 Apartado 6.2.1., el coeficiente parcial γ_F para las acciones de sobrecarga de uso es de 1.35 en ELU y 1.00 en ELS, mientras que el coeficiente de combinación Ψ_2 es de 0.00 para la carga vehicular y de 0.20 para la sobrecarga uniforme según tabla 6.1.*

La estructura propia de las barandillas, petos, antepechos, o quitamiedos de terrazas, miradores, balcones o escaleras deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida, y cuyo valor característico se obtiene de la Tabla 3.2, aplicada a 1.2 m o sobre el borde superior del elemento, si éste está situado a menos altura.

3.4.3 Acciones climáticas.

3.4.3.1 Viento

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre las estructuras y las fuerzas resultantes dependen de la forma y las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección del viento, de la intensidad y del racheo del viento.

La presión estática que ejerce el viento puede expresarse como: $q_e = q_b \times c_e \times c_p$

La presión dinámica del viento es $q_b = 1/2 \times R \times Vb^2$. Según el anejo D del DB SE-AE, se adopta R = 1.25 kg/m^3. La velocidad del viento se obtiene también del anejo D y puesto que el emplazamiento geográfico de la estructura es la ZONA C, la velocidad básica es de 29 m/s y la presión dinámica resultante es de 0.052 t/m^2.

Para el cálculo del coeficiente de exposición, c_e, se ha considerado que el grado de aspereza del entorno es III: Terreno rural accidentado o llano con obstáculos.

El coeficiente eólico, c_p, depende de la forma y la orientación de la superficie respecto al viento y de la situación del punto respecto a los bordes de la superficie. Para cada caso, los coeficientes eólicos se han determinado según las tablas incluidas en el anejo D del DB SE-AE.

3.4.3.2 Temperatura

La planta y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de estas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y de la exposición de las estructuras, las características de los materiales constructivos y de los acabados o revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.

Las estructuras de hormigón armado proyectadas tienen distancias entre extremos inferior a 40 m, por tanto, según el apartado 3.4 del CTE DB-SE-AE, no se requiere consideran en los cálculos las acciones térmicas.

Para la cercha de cruce del río Guadiaro, al tratarse de una estructura metálica a la intemperie, se ha considerado la variación térmica según la IAP-11. Estas cargas se detallan en el apartado de cálculo de la cercha.

3.4.3.3 Nieve

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre el edificio, en particular sobre su cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n, se ha tomado: $q_n = \mu \cdot S_k$

Siendo:

μ, Coeficiente de forma de la cubierta según el art. 3.5.3 del CTE DB-AE.

S_k, el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según el art. 3.5.2 del CTE DB-AE, que para Sevilla toma un valor de 0.020 t/m^2.

3.4.3.4 Acciones accidentales

Se aplica la Norma de Construcción Sismorresistente, NCSE-02, aprobada en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre.

Esta Norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la realización de los diferentes proyectos.

Se incluyen a continuación todos los parámetros correspondientes:

- Clasificación de la construcción: Construcción de importancia normal (Aquellas cuya destrucción por el terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos)
- Aceleración Sísmica Básica (a_b): 0.06 g (siendo g la aceleración de la gravedad)
- Coeficiente de Contribución (K): 1.10
- Coeficiente adimensional riesgo (ρ): 1,00 (Construcción importancia normal)
- Coeficiente de tipo de terreno (C): 1,7 según cálculos justificativo en Anejo Geotécnico
- Coeficiente de amplificación del terreno (S): Para ($\rho \cdot a_b \leq 0.1g$), por lo que S = C/1,25 = 1,36
- Aceleración sísmica de cálculo (a_c): S x ρ x a_b = 1,36 x 1,0 x 0,06 = 0,0816 g

En este caso resulta para las edificaciones se requiere la aplicación de hipótesis sísmica en el diseño de las estructuras, dado que, aunque éstas se clasifican como de importancia normal y los pórticos se encuentran bien arriostrados entre sí en todas las direcciones, la aceleración sísmica de cálculo es superior a 0,08g.

Los elementos enterrados no requieren de consideraciones sísmicas al movilizarse de forma conjunta con el terreno ante un evento sísmico.

Por otro lado, aquellos elementos que quedan por encima de la rasante, y para las aceleraciones de cálculo a considerar (a_c = 0,0896 g), se comprueba que los esfuerzos obtenidos en las hipótesis sísmicas (acciones mayoradas con coeficientes unitarios), son inferiores que los obtenidos en las combinaciones últimas de cálculo (acciones mayoradas con coeficientes de mayoración de 1,35 y 1,50).

3.5 VALORES REPRESENTATIVOS

Las acciones se definen, en su magnitud, por sus valores representativos. Una misma acción puede tener un único o varios valores representativos, según se indica a continuación, en función del tipo de acción.

3.5.1 Acciones permanentes

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico G_k.

3.5.2 Acciones variables

Cada una de las acciones variables puede considerarse con los siguientes valores representativos:

- Valor característico Q_k: valor de la acción cuando actúa aisladamente.
- Valor de combinación Ψ_0 Q_k: valor de la acción cuando actúa en compañía de alguna otra acción variable.
- Valor frecuente Ψ_1 Q_k: valor de la acción que es sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil de la estructura.
- Valor casi permanente Ψ_2 Q_k: valor de la acción que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil de la estructura.

3.5.3 Acción accidental sísmica

Para las acciones accidentales se considera un único valor representativo coincidente con el valor característico A_k.

3.6 VALORES DE CÁLCULO DE LA ACCIONES

Los valores de cálculo de las diferentes acciones son los obtenidos aplicando el correspondiente coeficiente parcial de seguridad γ, a los valores representativos de las acciones, definidos en el apartado anterior.

3.6.1 Estados límite últimos (E.L.U.)

Para los coeficientes parciales de seguridad γ se tomarán los siguientes valores básicos:

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	γ_G = 1,00	γ_G = 1,35	γ_G = 1,00	γ_G = 1,00
Pretensado	γ_P = 1,00	γ_P = 1,00	γ_P = 1,00	γ_P = 1,00
Permanente de valor no constante	γ_{G^*} = 1,00	γ_{G^*} = 1,50	γ_{G^*} = 1,00	γ_{G^*} = 1,00
Variable	γ_Q = 0,00	γ_Q = 1,50	γ_Q = 0,00	γ_Q = 1,00
Accidental	-	-	γ_A = 1,00	γ_A = 1,00

3.6.2 Estados límite de servicio (E.L.S.)

En este caso los coeficientes parciales de seguridad γ toman los siguientes valores:

TIPO DE ACCIÓN		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		γ_G = 1,00	γ_G = 1,00
Pretensado	Armadura pretesa	γ_P = 0,95	γ_P = 1,05
	Armadura postesa	γ_P = 0,90	γ_P = 1,10
Permanente de valor no constante		γ_{G^*} = 1,00	γ_{G^*} = 1,00
Variable		γ_Q = 0,00	γ_Q = 1,00

3.7 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las hipótesis de carga a considerar se formarán combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea, según los criterios generales que se indican a continuación.

3.7.1 Estados límite últimos (E.L.U.)

- **Situaciones persistentes y transitorias**

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, se realizará de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\ G_{k,j} + \sum_{i\geq 1}\gamma_{G^*,i}\ G^*_{k,i} + \gamma_{Q,1}Q_{K,1} + \sum_{I>1}\gamma_{Q,i}\ \psi_{O,i}\ Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$ = valor representativo de cada acción permanente.

$G^*_{k,j}$ = valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.

$Q_{k,1}$ = valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante.

$\psi_{o,i} \cdot Q_{k,i}$ = valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

- **Situación extraordinaria**

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\cdot G_{k,j} + \sum_{i\geq 1}\gamma_{G^*,i}\ G^*_{k,i} + A_d + \gamma_{Q,1}\cdot\psi_{1,1}\cdot Q_{K,1} + \sum_{I>1}\gamma_{Q,i}\ \psi_{2,i}\ Q_{k,i}$$

donde:

A_d = una acción accidental cualquier, en valor de cálculo, debiendo analizarse sucesivamente con cada una de ellas.

$\gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$ = una acción variable en valor de cálculo frecuente, debiendo adoptarse como tal, una tras otra sucesivamente en distintos análisis con cada acción accidental considerada.

$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$ =el resto de las acciones variables, en valor de cálculo casi permanente.

En situación extraordinaria, todos los coeficientes de seguridad (γ_G y γ_Q), son iguales a cero si su efecto es favorable, o a la unidad si es desfavorable, en los términos anteriores.

- **Situaciones accidentales con sismo**

La combinación de las distintas acciones se realizará de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{i\geq 1}\ G_{k,j} + \sum_{j\geq 1}\ G^*_{k,j} + \psi_{2,1}\cdot Q_{k,1} + \gamma_A \cdot A_k$$

donde:

$G_{k,i}$, $G^*_{k,,j}$ = valores representativos.

$\psi_{2,1}\cdot Q_{k,i}$ = valores casi-permanentes de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental.

A_K = valor característico de la acción sísmica.

3.7.2 Estados límite de servicio (E.L.S.)

Para estos estados se considerarán únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones son:

- Combinación característica (poco probable o rara):

$$\sum_{i\leq 1}\gamma_{G,i}\cdot G_{k,i} + \sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\cdot G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1}\cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\cdot\psi_{0,i}\cdot Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{i\leq 1}\gamma_{G,i}\cdot G_{k,i} + \sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\cdot G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1}\cdot\psi_{1,1\cdot}\ Q_{k,1} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\cdot\psi_{2,i}\cdot Q_{k,i}$$

- Combinación casi-permanente:

$$\sum_{i\leq 1}\gamma_{G,i}\cdot G_{k,i} + \sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\cdot G^*_{k,j} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\cdot\psi_{2,i}\cdot Q_{k,i}$$

3.8 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

3.8.1 Materiales

Los materiales empleados en el proyecto son:

- Hormigón limpieza: HL-150/B/20
- Hormigón en masa: HM-20/B/40/I
- Hormigón armado cimentaciones de edificios (zapatas y vigas de atado): HA-30/B/20/IIa (w_k = 0,30 mm)
- Hormigón armado estructuras edificios (Pilares, vigas y forjados): HA-30/B/20/IV (w_k = 0,20 mm)
- Hormigón armado en depósitos y conducciones de agua residual y en soleras de edificios: HA-30/B/20/IV+Qb (w_k = 0,10 mm)
- Acero de armar: B 500 SD.
- Acero laminado: S-275-JR.
- Acero inoxidable anclajes: AISI-16
- Pernos de anclaje: B 500 SD

3.8.2 Coeficientes de minoración

- Hormigón: Coeficiente de minoración de 1.50 y Nivel de control ESTADISTICO
- Acero de armar: Coeficiente de minoración de 1.15 y Nivel de control NORMAL
- Acero laminado: Según Instrucción de Acero Estructural EAE

3.8.3 Niveles de control

El control de calidad de los elementos abarca el control de materiales y el control de la ejecución.

- **Control de materiales**

El control de la calidad del acero estructural se efectuará según lo establecido en la “Instrucción de Acero Estructural EAE”.

El control de la calidad del hormigón y de sus materiales componentes, así como el control del acero de armar se efectuará según lo establecido en la “Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08”.

El fin del control es verificar que las obras terminadas tienen las características de calidad especificadas en el proyecto, que son las generales de las Instrucciones EAE y EHE. La realización del control se adecuará al nivel adoptado en el proyecto.

- **Control de la ejecución**

El control de la calidad de la ejecución de los elementos del acero estructural se efectuará según lo establecido en la “Instrucción de Acero Estructural, EAE”.

El control de la calidad de la ejecución de los elementos de hormigón se efectuará según lo establecido en la “Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08”.

Existen diferentes niveles de control. La realización del control se adecuará al nivel adoptado para la elaboración del proyecto. Los niveles de control establecidos son:

Acero:	Todos los casos:	Normal
Hormigón:	Todos los casos:	Estadístico
Ejecución:	Todos los casos:	Normal

Corresponde a la Dirección de Obra la responsabilidad de la realización de los controles anteriormente definidos.

3.9 DURABILIDAD

Al objeto de garantizar la durabilidad de la estructura durante su vida útil, el artículo 37 de la EHE establece los siguientes parámetros.

- **Recubrimientos:**

A los efectos de determinar los recubrimientos exigidos en la tabla 37.2.4.1.a. y 37.2.4.1.b de la vigente EHE, se consideran los siguientes ambientes:

- Hormigón armado en cimentaciones de edificios (zapatas y vigas de atado): ambiente IIa, esto es, elementos enterrados. Correspondiéndole un recubrimiento mínimo de 20 mm, lo que requiere un recubrimiento nominal de 30 mm.

- Hormigón armado en estructuras edificios (pilares, vigas y forjados): ambiente IV, esto es, elementos en estaciones de tratamiento de agua. Correspondiéndole un recubrimiento mínimo de 35 mm, lo que requiere un recubrimiento nominal de 45 mm.

- Elementos estructurales en contacto con agua residuales: ambiente IV+Qb, esto es, instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b. Correspondiéndole un recubrimiento mínimo de 40 mm, lo que requiere un recubrimiento nominal de 50 mm.

- Pantallas: independientemente del ambiente, se considera un recubrimiento mínimo de 70 mm.

- **Cantidad mínima de cemento:**

Para los ambientes considerados, la cantidad mínima de cemento requerida es:

Ambiente I:	200 kg/m^3
Ambiente IIa:	300 kg/m^3
Ambiente IV:	325 kg/m^3
Ambiente IV+Qb:	350 kg/m^3

- **Relación agua cemento:**

Para los ambientes considerados, la cantidad máxima de agua se deduce de la relación:

Ambiente I:	a/c ≤ 0,65
Ambiente IIa:	a/c ≤ 0,60
Ambiente IV:	a/c ≤ 0,50
Ambiente IV+Qb:	a/c ≤ 0,50

4. EDIFICIO DE CONTROL Y TALLER

El edificio de control tiene las siguientes dimensiones exteriores: 14,70 m. de largo, 7,40 m de ancho y altura de 3,42 m. hasta forjado. La estructura está resuelta mediante pilares y vigas de apoyo de forjado de viguetas autoportantes.

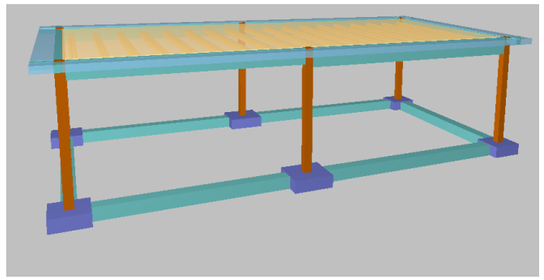
Las dimensiones de los pilares son 30 x 30 cm, mientras que las vigas están en función de la longitud y cargas de cálculo. El forjado de doble viguetas y bovedillas de hormigón tiene un canto de 25 cm, más una capa de compresión ejecutada in situ de 5 cm.

La cubierta de teja árabe será a cuatro aguas y un vuelo perimetral de 50 cm. El cerramiento se realizará mediante bloques de hormigón armado. Se dispone acerado perimetral de 1.50 m. con un a pendiente del 2 %.

La cimentación se resuelve a través de zapatas aisladas sobre pozos de cimentación de 2.00 m. de hormigón en masa al cimentar en capa de arcilla activa. Las zapatas se conectan mediante vigas de atado, las cuales además de arriostrar la cimentación ante cargas horizontales, sirven de cimentación del cerramiento. Se coloca solera de hormigón armado de 20 cm de espesor. En la zona de oficinas y servicios, para mejorar las condiciones térmicas y evitar humedades se coloca bajo solera de cimentación terminación con cavity de 15 cm.

4.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



4.2 ACCIONES

+ Acciones Permanentes

- **Peso Propio**

El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

Peso propio forjado 25 + 5 (cm), viguetas dobles y bovedilla de hormigón: 427 kp/m^2

- **Cargas muertas**

Faldones de teja sobre tablero y tabiques palomeros: 300 kg/m^2

Cerramiento de bloques con guarnecidos y enlucidos: 300 kg/m^2

Solerías en interiores de edificios: 100 kg/m^2

Tabiquería: 100 kg/m^2

Guarnecido y enlucido de yeso: 15 kg/m^2

+ Acciones Variables

Cubiertas accesibles para conservación con inclinación inferior a 25º: 75 kg/m^2

+ Acciones Climáticas.

- **Viento**

Zona eólica: C

Grado de aspereza: III. Terreno rural accidentado o llano con obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado: $q_e = q_b \cdot ce \cdot c_p$

- **Nieve**

Se considera un valor de 20 kg/m2.

4.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia, considerándose una tensión admisible de 1.60 kg/cm^2

4.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Apéndice 01 los listados obtenidos del software de cálculo.

5. EDIFICIO DE SOPLANTES Y GRUPO ELECTRÓGENO

El edificio de soplantes y grupo electrógeno tiene las siguientes dimensiones exteriores: 13,95 m. de largo, 5,10 m de ancho y altura de 3,42 m. hasta forjado. La estructura está resuelta mediante pilares y vigas de apoyo de forjado de viguetas autoportantes.

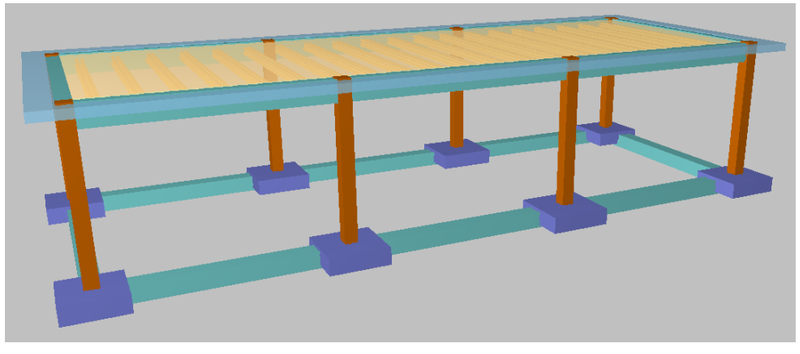
Las dimensiones de los pilares son 30 x 30 cm, mientras que las vigas están en función de la longitud y cargas de cálculo. El forjado de doble viguetas y bovedillas tiene un canto de 25 cm, más una capa de compresión ejecutada in situ de 5 cm. El polipasto requerido para la manipulación de los equipos tiene una capacidad de 1.50 Tn. La viga carriles IPE-200 cuelgas de las vigas de hormigón armado del forjado a través de placas de anclaje 200 x 200 x 10 y 4 pernos Ø12.

La cubierta de teja árabe será a cuatro aguas y un vuelo perimetral de 50 cm. El cerramiento se realizará mediante bloques de hormigón armado. Se dispone acerado perimetral de 1.50 m. con una pendiente del 2 %.

La cimentación se resuelve a través de zapatas aisladas sin requerirse pozos de cimentación al ubicarse la edificación en zona de terraplenado y por tanto lejos de la capa de arcilla activa. Las zapatas se conectan mediante vigas de atado, las cuales además de arriostrar la cimentación ante cargas horizontales, sirven de cimentación del cerramiento. Se coloca solera de hormigón armado de 20 cm de espesor.

5.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



5.2 ACCIONES

+ Acciones Permanentes

- **Peso Propio**

  El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

  Peso propio forjado 25 + 5 (cm), vigueta simple y bovedilla de hormigón: 378 kp/m^2

- **Cargas muertas**

  Faldones de teja sobre tablero y tabiques palomeros: 300 kg/m^2

  Cerramiento de bloques con guarnecidos y enlucidos: 300 kg/m^2

  Solerías en interiores de edificios: 100 kg/m^2

  Tabiquería: 100 kg/m^2

  Guarnecido y enlucido de yeso: 15 kg/m^2

+ Acciones Variables

Cubiertas accesibles para conservación con inclinación inferior a 25º: 75 kg/m^2

+ Acciones Climáticas.

- **Viento**

  Zona eólica: C

  Grado de aspereza: III. Terreno rural accidentado o llano con obstáculos

  La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado: $q_e = q_b \cdot ce \cdot c_p$

- **Nieve**

  Se considera un valor de 20 kg/m2.

5.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia, considerándose una tensión admisible de 1.60 kg/cm^2

5.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Apéndice 02 los listados obtenidos del software de cálculo.

6. EDIFICIO DE INSTALACIONES

El edificio de instalaciones tiene las siguientes dimensiones exteriores: 13.30 m. de largo, 6.90 m de ancho y altura de 4.35 m. La estructura está resuelta mediante pilares y vigas de apoyo de forjado de viguetas autoportantes.

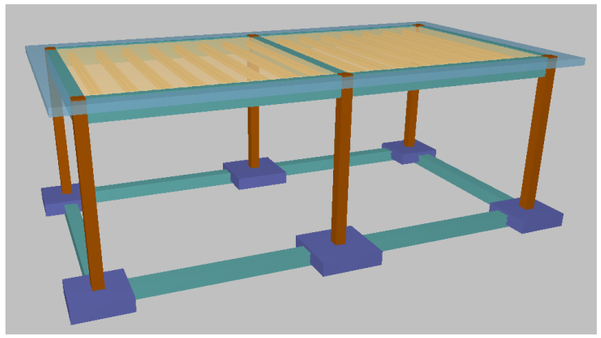
Las dimensiones de los pilares son 30 x 30 cm, mientras que las vigas son función de la longitud y cargas de cálculo. El forjado de viguetas y bovedillas tiene un canto de 30 cm, más una capa de compresión ejecutada in situ de 5 cm. El polipasto de 2.50 TN de capacidad ubicado en la sala de deshidratación requiere una viga carriles IPE-270 y cuelga de las vigas de hormigón armado del forjado a través de placas de anclaje 280 x 280 x 10 y 4 pernos Ø16.

La cubierta de teja árabe será a cuatro aguas y un vuelo perimetral de 50 cm. El cerramiento se realizará mediante bloques de hormigón armado. Se dispone acerado perimetral de 1.50 m. con un a pendiente del 2 %.

La cimentación se resuelve a través de zapatas aisladas sobre pozos de cimentación de 2.00 m. de hormigón en masa al cimentar en capa de arcilla activa. Las zapatas se conectan mediante vigas de atado, las cuales además de arriostrar la cimentación ante cargas horizontales, sirven de cimentación del cerramiento. Se coloca solera de hormigón armado de 30 cm de espesor. En la zona CCM se coloca suelo técnico.

6.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye varias imágenes del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



6.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio**

  El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

  Peso propio forjado 25 + 5 (cm), viguetas dobles y bovedilla de hormigón: 427 kp/m^2

- **Cargas muertas**

Faldones de teja sobre tablero y tabiques palomeros	300 kg/m^2
Cerramiento de bloques con guarnecidos y enlucidos	300 kg/m^2
Tabiquería	100 kg/m^2
Guarnecido y enlucido de yeso	15 kg/m^2

+ ACCIONES VARIABLES

Cubiertas accesibles para conservación con inclinación inferior a 25º	75 kg/m^2

+ ACCIONES CLIMÁTICAS.

- **Viento**

  Zona eólica: C

  Grado de aspereza: III. Terreno rural accidentado o llano con obstáculos

  La acción del viento se calcula a partir de la presión estática qe que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado: qe = qb · ce · cp

- **Nieve**

  Se considera un valor de 20 kg/m2.

6.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia, considerándose una tensión admisible de 1.60 kg/cm^2

6.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 03 los listados obtenidos del software de cálculo.

7. REACTOR BIOLOGICO

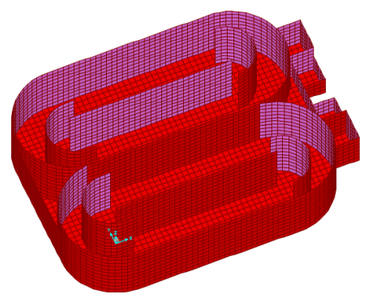
El reactor biológico está compuesto por dos depósitos principales de dimensiones interiores: 24.00 m. de largo, 9.30 m de ancho y altura de 5,55 m hasta solera, cuyos extremos son semicirculares con un radio interior de 4.65 m. Los depósitos quedan separados mediante un muro longitudinal común de 0.50 m. de espesor, el resto de muro perimetrales de los vanos principales son de 0.45 m. Cada uno de los mismos dispone de un muro central longitudinal de 0.30 de espesor y muros semicirculares de 0.20 cm de espesor en extremos. La losa de cimentación es de 0.50 m. de canto.

La entrada de efluente a los vasos, en uno de los extremos del reactor biológico, se realiza mediante la arqueta de reparto. Las dimensiones interiores de la arqueta con forma triangular son: 1.20 m de largo, ancho variable y 4.75 m de alto. La pared perimetral es de 0.45 m. de espesor y la losa de cimentación es continuación de la de los depósitos principales, 0.50 m. de canto.

La salida del reactor biológico, en el extremo opuesto de la entrada se realiza mediante las cámaras de aliviadero y compuerta de efluentes. Las dimensiones interiores de las cámaras de alivio son: 1.50 m de largo y 3.00 m. de ancho. Mientras que la de compuesta con forma triangular son: 1.30 m de largo y ancho variable. Las arquetas de válvulas, anexas a las anteriores tienen las siguientes dimensiones: 1.50 m. de largo y 1.70 m. de ancho. Todas las arquetas presentan una altura de 2.85 m. Las paredes perimetrales y la partición interior son de 0.30 de espesor. La losa de cimentación es de 0.35 m. de canto.

7.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



7.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio**

  El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

  Cota superior elemento: + 17,85 m

  Cota de cimentación: + 12,30 m

- **Acciones del Agua**

  Densidad del Agua: 1,00 T/m^3

  Coeficiente de empuje: 1,00

  Altura Operaciones: + 17,32 m

- **Acciones del terreno**

  Densidad del terreno: 2,00 T/m^3

  Coeficiente de empuje Reposo: 0,50

  Altura Terreno: + 16,65 m

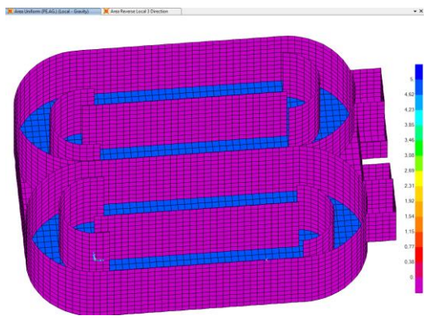
+ ACCIONES VARIABLES

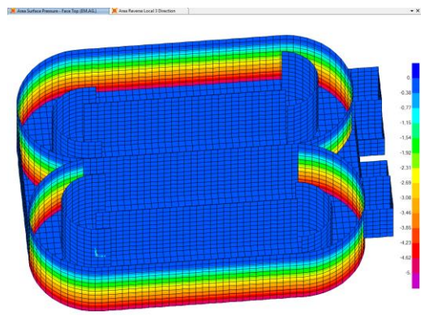
Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito 1,00 Tn/m^2

Así como la introducción de cargas consideras sobre el modelo:

- Acción del agua en 2 vasos llenos (H.Max = 5,00 m):

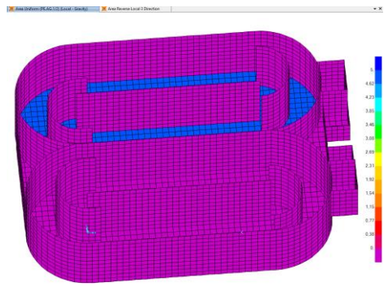
Peso = 5,00 m · 1,00 Tn/m^3 = 5,00 Tn/m^2 Empuje = h m x 1,00 Tn/m^3 x 1,00 = h Tn/m^2

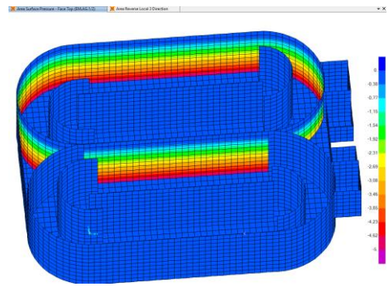




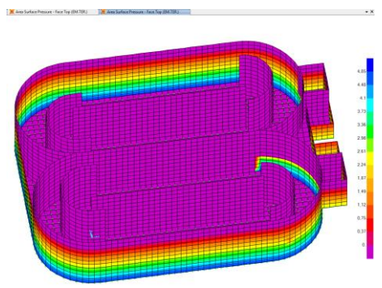
- Acción del agua en 1 vaso lleno (H.Max = 5,00 m):

Peso = 5,00 m · 1,00 Tn/m^3 = 5,00 Tn/m^2 Empuje = h m x 1,00 Tn/m^3 x 1,00 = h Tn/m^2

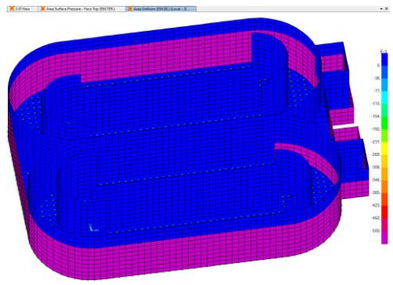




- Acción debido al empuje del terreno (H.Máx. ≈ 4,85 m) = h m x 2,00 Tn/m^3 x 0,50 = h Tn/m^2



- Acción del terreno debido a la sobrecarga = 1,00 Tn/m^3 x 0,50 = 0,50 Tn/m^2



7.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 2000 Tn/m^3

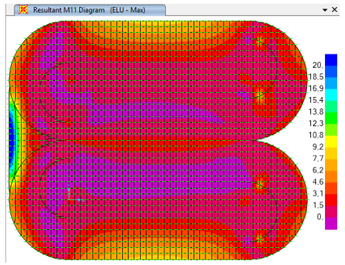
7.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 04 los listados obtenidos del software de cálculo.

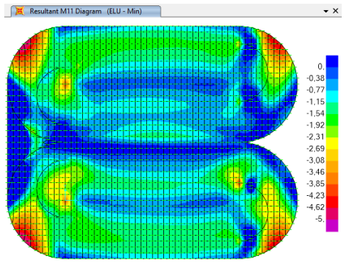
7.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- SOLERA PRINCIPAL (E = 0,50 m)

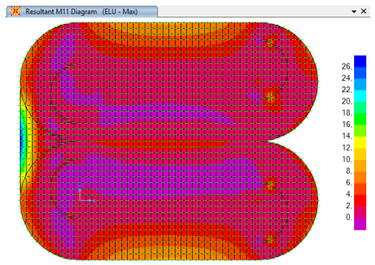
M11 (+) -> 9,20 Tn·m (Ref. 26 Tn·m)



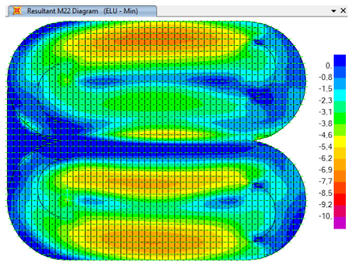
M11 (-) -> -5,00 Tn·m



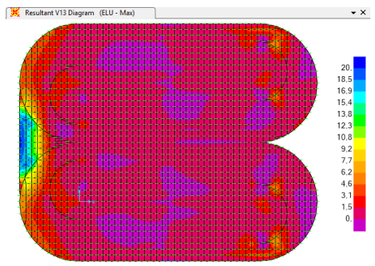
M22 (+) -> 27,00 Tn·m (Ref.: 37 Tn·m)



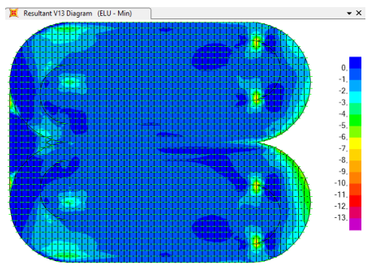
M22 (-) -> -7,50 Tn·m



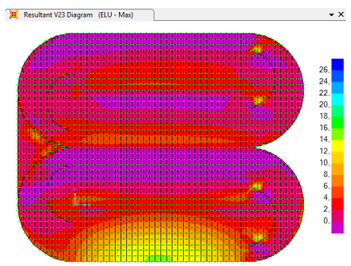
V13 (+) ->18,50 Tn



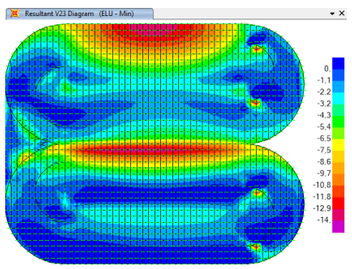
V13 (-) -> -7,00 Tn



V23 (+) -> 8,50 Tn

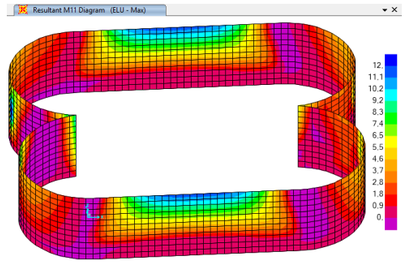


V23 (-) -> -13,75 Tn

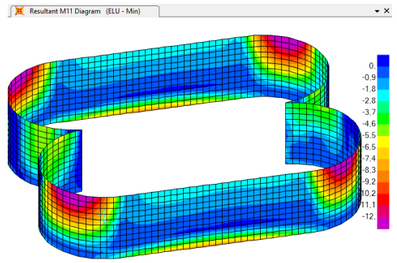


- PAREDES PRINCIPALES (E = 0.45 M)

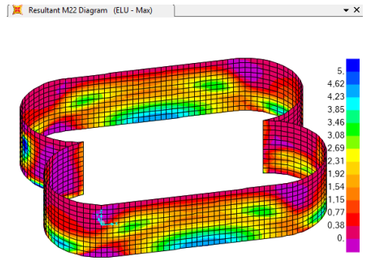
M11 (+) -> 10,00 Tn·m



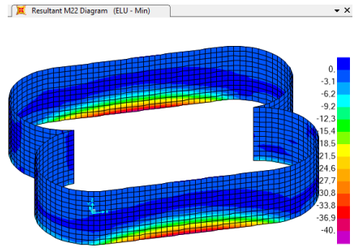
M11 (-) -> -7,00 Tn·m



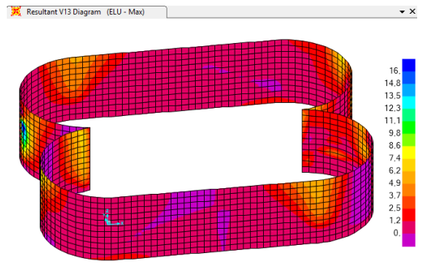
M22 (+) -> 18,50 Tn·m (M.Later) / 30,00 Tn·m (M.Central)



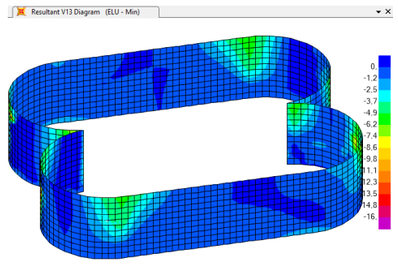
M22 (-) -> -18,50 Tn·m



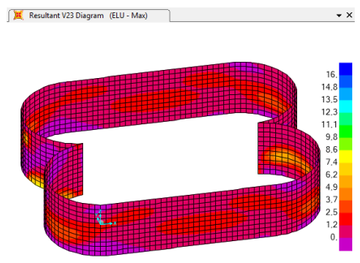
V13 (+) -> 7,50 Tn



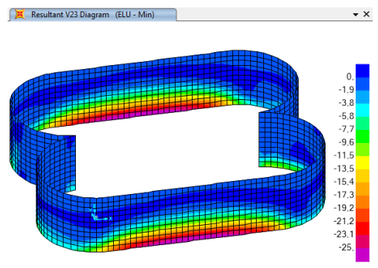
V13 (-) -> -6,00 Tn



V23 (+) -> 8,50 Tn

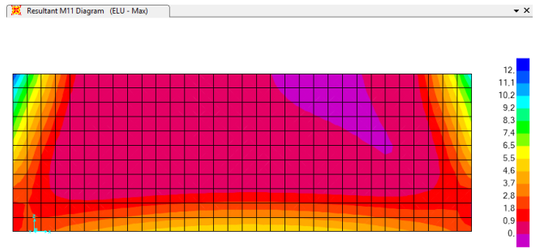


V23 (-) -> -24,00 Tn

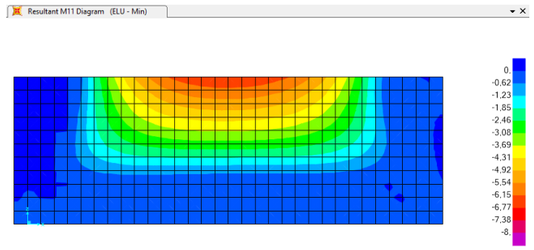


- PAREDES INTERMEDIAS (E = 0,50 M)

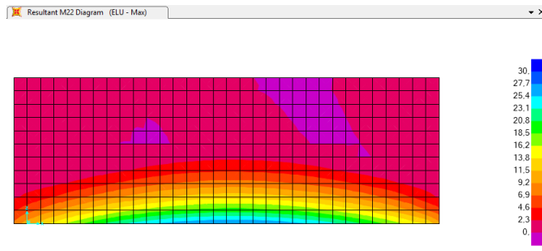
M11 (+) -> 12,00 Tn·m



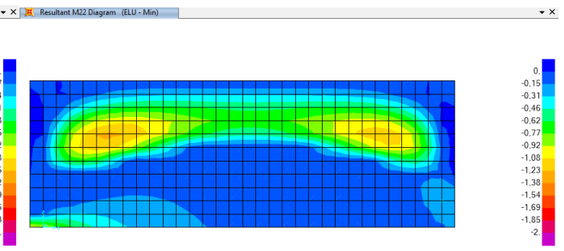
M11 (-) -> -6,75 Tn·m



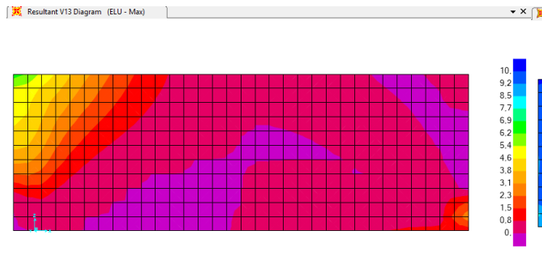
M22 (+) -> 25,00 Tn·m



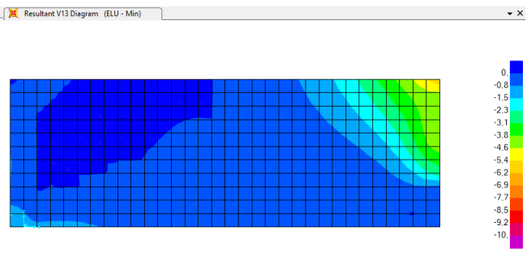
M22 (-) -> -1,25 Tn·m



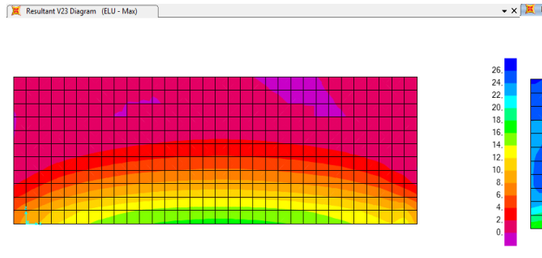
V13 (+) -> 7,00 Tn



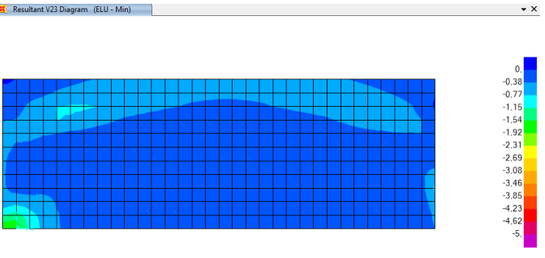
V13 (-) -> -7,00 Tn



V23 (+) -> 18,00 Tn

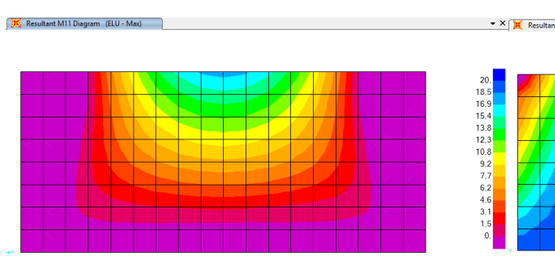


V23 (-) -> -2,30 Tn

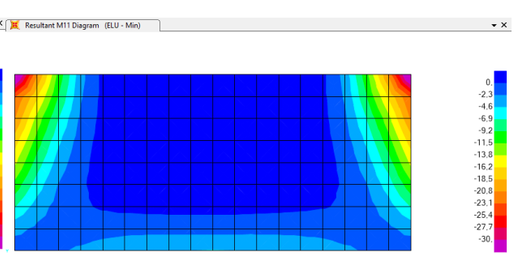


- PARED ARQUETA ENTRADA (E = 0,45 M)

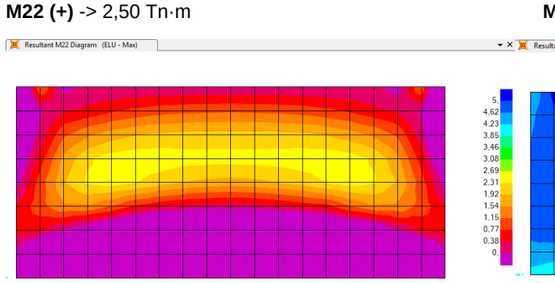
M11 (+) -> 15,00 Tn·m



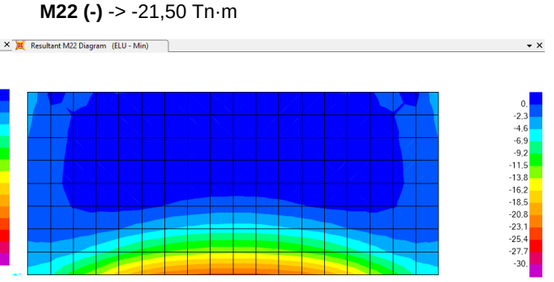
M11 (-) -> -30,00 Tn·m



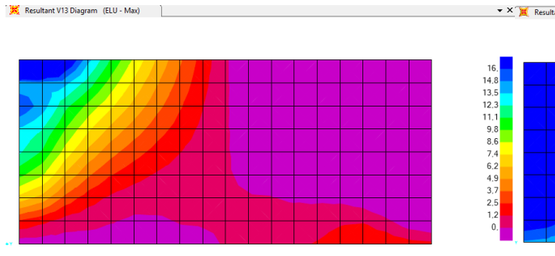
M22 (+) -> 2,50 Tn·m



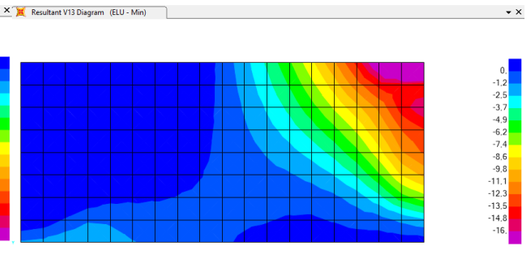
M22 (-) -> -21,50 Tn·m



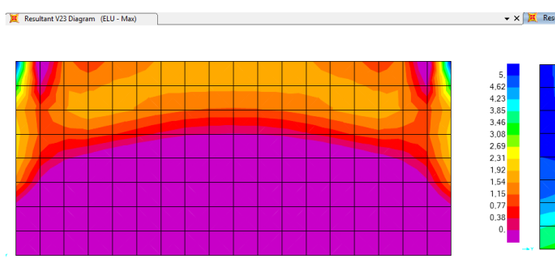
V13 (+) -> 15,50 Tn



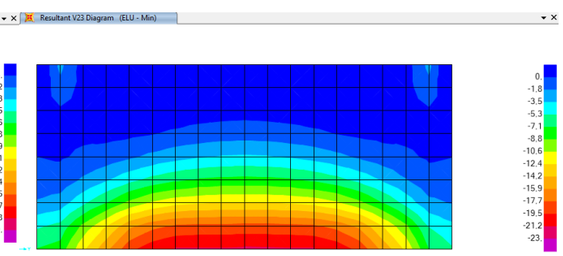
V13 (-) -> -15,50 Tn



V23 (+) -> 5,00 Tn

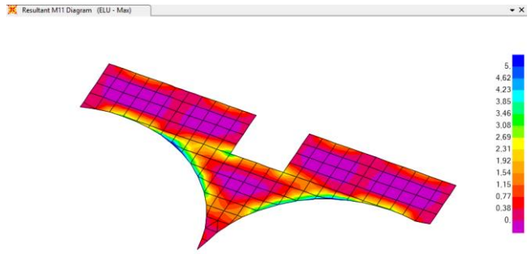


V23 (-) -> -20,00 Tn

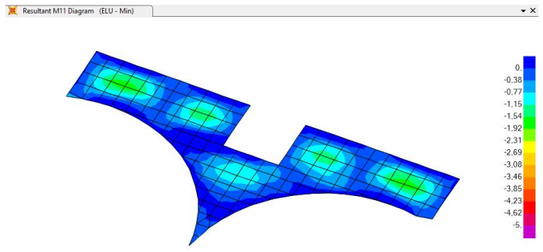


- SOLERA ARQUETAS SALIDA (E = 0,30M)

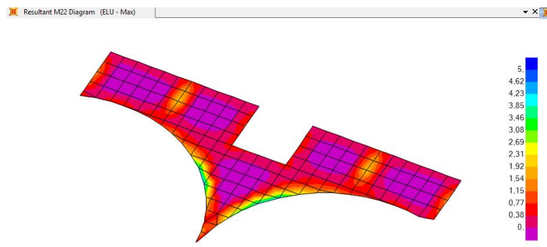
M11 (+) -> 4,80 Tn·m



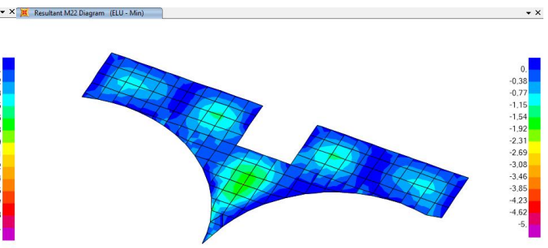
M11 (-) -> -2,00 Tn·m



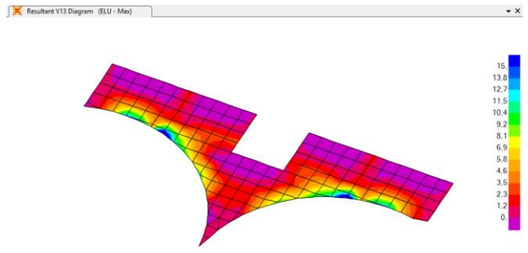
M22 (+) -> 4,00 Tn·m



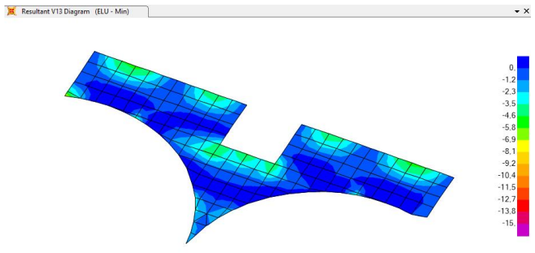
M22 (-) -> -2,00 Tn·m



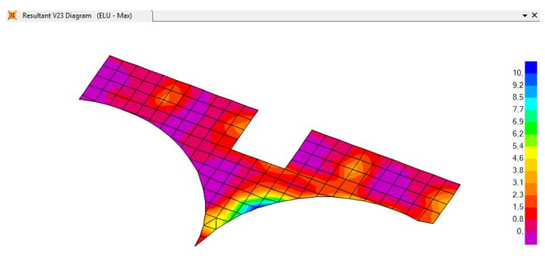
V13 (+) ->8,00 Tn



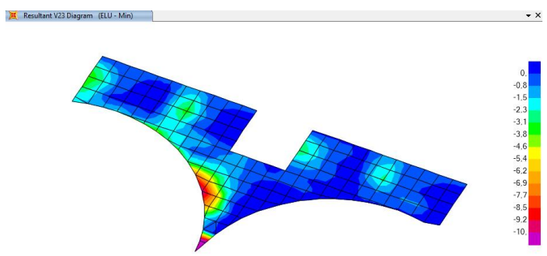
V13 (-) -> -7,00 Tn



V23 (+) -> 8,00 Tn

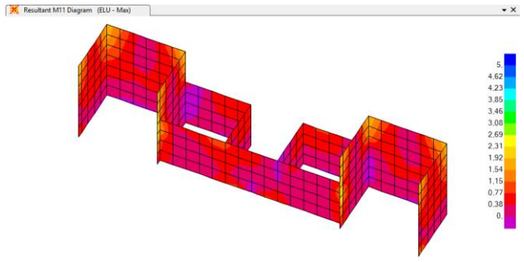


V23 (-) -> -7,00 Tn

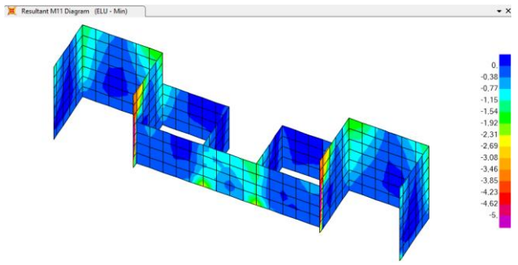


- PAREDES ARQUETAS SALIDA (E = 0,25 M)

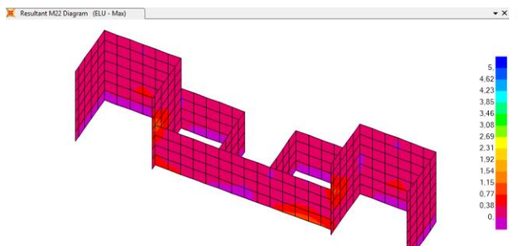
M11 (+) -> 3,00 Tn·m



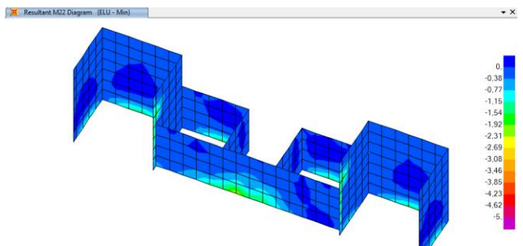
M11 (-) -> -5,00 Tn·m



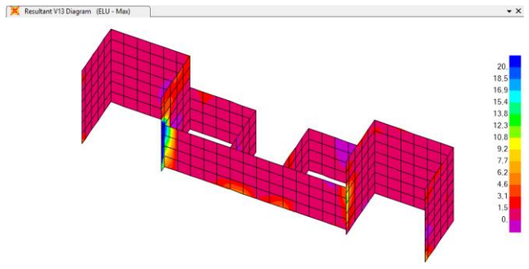
M22 (+) -> 2,00 Tn·m



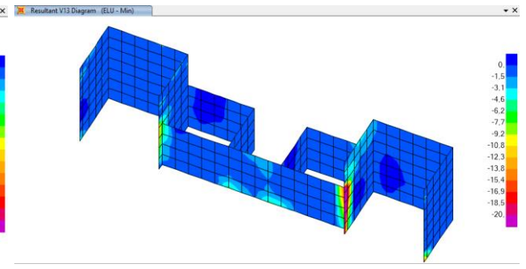
M22 (-) -> -2,50 Tn·m



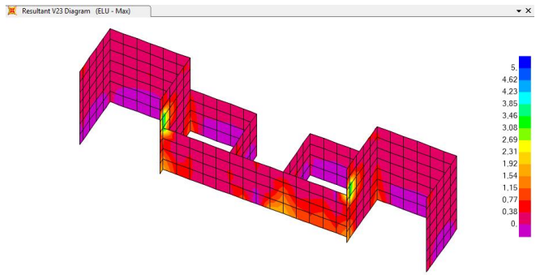
V13 (+) -> 10,00 Tn



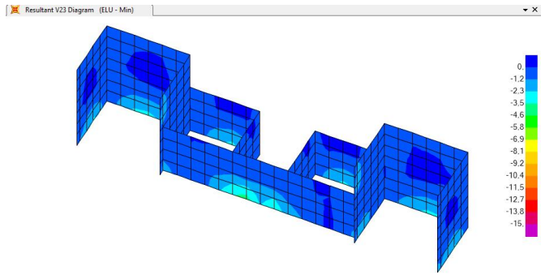
V13 (-) -> -10,00 Tn



V23 (+) -> 3,00 Tn



V23 (-) -> -3,50 Tn



7.4.2 ARMADOS

- **LOSA DE FONDO PRINCIPAL (e = 0,50 m)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Infer. M11(+)_BASE	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	2,15
M.Flector Md (KNm)	92,00
Cortante Vd (KN)	100,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,50
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,426
d'(m)	0,074
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	7242,00
Uv (KN)	2516,00
Ua (KN)	8500,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	219,28
Us1 mínima (KN)	258,38
Us Geométrica (KN)	195,65
Us Calculo (KN)	258,38
Armadura Us1	
Diámetro	16,00
N° de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	349,67 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	349,67 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2556,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	153,56 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	300,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	26,74
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	131,11
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	382,15
Alargamiento medio Esm	2,62E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,12 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Infer. M11(+)_BASE+REF	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	2,15
M.Flector Md (KNm)	280,00
Cortante Vd (KN)	100,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,50
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,426
d'(m)	0,074
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	7242,00
Uv (KN)	2516,00
Ua (KN)	8500,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	638,47
Us1 mínima (KN)	638,47
Us Geométrica (KN)	195,65
Us Calculo (KN)	638,47
Armadura Us1	
Diámetro	16,00 R_D16/25
N° de Barras	8,00 B_D16/25
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	12,50
Us Colocada (KN) Us1	699,35 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	349,67 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2556,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	193,47 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	156,25
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,72
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	189,71
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	200,34
Alargamiento medio Esm	4,20E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,13 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Super. M11(-)_BASE	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	2,15
M.Flector Md (KNm)	50,00
Cortante Vd (KN)	50,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,50
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,432
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	7344,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	8500,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	116,67
Us1 mínima (KN)	155,31
Us Geométrica (KN)	195,65
Us Calculo (KN)	195,65
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2592,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,001
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	127,58 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	225,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	25,54
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	123,54
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	654,70
Alargamiento medio Esm	2,47E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,11 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer. M22(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	2,15
M.Flector Md (KNm)	270,00
Cortante Vd (KN)	90,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,50
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,424
d'(m)	0,078
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	7208,00
Uv (KN)	2652,00
Ua (KN)	8500,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	667,72
Us1 mínima (KN)	667,72
Us Geométrica (KN)	195,65
Us Calculo (KN)	667,72
Armadura Us1	
Diámetro	20,00
N° de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	682,95 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
N° de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2544,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	191,53 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	250,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	202,53
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	205,85
Alargamiento medio Esm	4,90E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,18 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer. M22(+)_BASE+REF.

Ambiente	Qb	
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad	2,15	
M.Flector Md (KNm)	370,00	
Cortante Vd (KN)	90,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,50	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,423	
d'(m)	0,081	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	7186,75	
Uv (KN)	2737,00	
Ua (KN)	8500,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	936,20	
Us1 mínima (KN)	936,20	
Us Geométrica (KN)	195,65	
Us Calculo (KN)	936,20	
Armadura Us1		
Diámetro	22,60	R_D25/20
N° de Barras	10,00	B_D20/20
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	10,00	
Us Colocada (KN) Us1	1728,73 Cumple	
Armadura Us2		
Diámetro	16,00	
N° de Barras	5,00	
Separación Barras (cm)	20,00	
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple	
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2536,50 Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,009	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	260,67 Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
N° Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple	
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	125,00	
Separación media de fisuras Sm (cm)	15,54	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	114,12	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	90,22	
Alargamiento medio Esm	3,92E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 Cumple	

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super.M22(-)_BASE

Ambiente	Qb	
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad	2,15	
M.Flector Md (KNm)	75,00	
Cortante Vd (KN)	120,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,50	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,428	
d'(m)	0,058	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	7276,00	
Uv (KN)	1972,00	
Ua (KN)	8500,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	177,40	4,08
Us1 mínima (KN)	220,14	
Us Geométrica (KN)	195,65	
Us Calculo (KN)	220,14	5,06
Armadura Us1		
Diámetro	12,00	
N° de Barras	5,00	
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	20,00	
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple	
Armadura Us2		
Diámetro	16,00	
N° de Barras	5,00	
Separación Barras (cm)	20,00	
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple	
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2568,00 Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,001	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	136,84 Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
N° Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple	
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	225,00	
Separación media de fisuras Sm (cm)	25,54	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	150,33	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	536,55	
Alargamiento medio Esm	3,01E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,13 No fisura	

- **PAREDES EXTERIORES PRINCIPALES (e = 0,45 m)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. INT(+)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	2,15
M.Flector Md (KNm)	117,00
Cortante Vd (KN)	80,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,45
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,376
d'(m)	0,074
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	6392,00
Uv (KN)	2516,00
Ua (KN)	7650,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	319,14
Us1 minima (KN)	309,41
Us Geométrica (KN)	313,04
Us Calculo (KN)	319,14
Armadura Us1	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	437,09 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	291,10 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2256,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	156,19 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	225,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	22,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	152,63
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	284,79
Alargamiento medio Esm	3,05E-04
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,12 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. Ext(-)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	2,15
M.Flector Md (KNm)	147,50
Cortante Vd (KN)	80,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,45
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,376
d'(m)	0,074
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	6392,00
Uv (KN)	2516,00
Ua (KN)	7650,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	405,13
Us1 minima (KN)	405,13
Us Geométrica (KN)	313,04
Us Calculo (KN)	405,13
Armadura Us1	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	6,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	437,09 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	291,10 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2256,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	156,19 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	225,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	22,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	192,42
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	284,79
Alargamiento medio Esm	3,85E-04
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,15 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.INT(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	2,15
M.Flector Md (KNm)	150,00
Cortante Vd (KN)	110,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,45
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,376
d'(m)	0,074
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	6392,00
Uv (KN)	2516,00
Ua (KN)	7650,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	412,23
Us1 minima (KN)	412,23
Us Geométrica (KN)	176,09
Us Calculo (KN)	412,23
Armadura Us1	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	437,09 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2256,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	156,19 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	225,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	22,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	195,51
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	285,52
Alargamiento medio Esm	3,91E-04
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,15 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(-)_BASE
Ambiente
ESFUERZOS DE CALCULO

	Qb
Coeficiente de Seguridad	2,15
M.Flector Md (KNm)	220,00
Cortante Vd (KN)	120,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	220,00
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,45
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,374
d'(m)	0,076
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	6358,00
Uv (KN)	2652,00
Ua (KN)	7650,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	618,30
Us1 minima (KN)	618,30
Us Geométrica (KN)	176,09
Us Calculo (KN)	618,30
Armadura Us1	
Diámetro	20,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	682,95 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2244,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	180,80 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	225,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,17
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	187,72
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	189,76
Alargamiento medio Esm	4,59E-04
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,17 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(-)_BASE+REF.
Ambiente
ESFUERZOS DE CALCULO

	Qb	
Coeficiente de Seguridad	2,15	
M.Flector Md (KNm)	305,00	
Cortante Vd (KN)	120,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,45	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,373	
d'(m)	0,081	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	6336,75	
Uv (KN)	2737,00	
Ua (KN)	7650,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	879,24	
Us1 minima (KN)	879,24	
Us Geométrica (KN)	176,09	
Us Calculo (KN)	879,24	
Armadura Us1		
Diámetro	22,50	B:D20/20
Nº de Barras	10,00	R:D25/20
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	10,00	
Us Colocada (KN) Us1	1728,73 Cumple	
Armadura Us2		
Diámetro	16,00	
Nº de Barras	5,00	
Separación Barras (cm)	20,00	
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple	
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2236,50 Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,011	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	246,03 Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
Nº Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple	
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	15,18	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	107,40	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	83,54	
Alargamiento medio Esm	3,75E-04	
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,10 Cumple	

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(-)_BASE
Ambiente
ESFUERZOS DE CALCULO

	Qb
Coeficiente de Seguridad	2,15
M.Flector Md (KNm)	220,00
Cortante Vd (KN)	120,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	220,00
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,45
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,374
d'(m)	0,078
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	6358,00
Uv (KN)	2652,00
Ua (KN)	7650,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	618,30
Us1 minima (KN)	618,30
Us Geométrica (KN)	176,09
Us Calculo (KN)	618,30
Armadura Us1	
Diámetro	20,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	682,95 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2244,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	180,80 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	225,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,17
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	187,72
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	189,76
Alargamiento medio Esm	4,59E-04
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,17 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(-)_BASE+REF.
Ambiente
ESFUERZOS DE CALCULO

	Qb	
Coeficiente de Seguridad	2,15	
M.Flector Md (KNm)	305,00	
Cortante Vd (KN)	120,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,45	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,373	
d'(m)	0,081	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	6336,75	
Uv (KN)	2737,00	
Ua (KN)	7650,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	879,24	
Us1 minima (KN)	879,24	
Us Geométrica (KN)	176,09	
Us Calculo (KN)	879,24	
Armadura Us1		
Diámetro	22,50	B:D20/20
Nº de Barras	10,00	R:D25/20
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	10,00	
Us Colocada (KN) Us1	1728,73 Cumple	
Armadura Us2		
Diámetro	16,00	
Nº de Barras	5,00	
Separación Barras (cm)	20,00	
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple	
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2236,50 Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,011	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	246,03 Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
Nº Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple	
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	15,18	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	107,40	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	83,54	
Alargamiento medio Esm	3,75E-04	
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,10 Cumple	

- PARED CENTRAL PRINCIPAL (e = 0,50 m)

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. EXT (+)

Ambiente — Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	120,00
Cortante Vd (KN)	80,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,50
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,426
d'(m)	0,074
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	7242,00
Uv (KN)	2516,00
Ua (KN)	8500,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	287,39
Us1 minima (KN)	309,91
Us Geométrica (KN)	347,83
Us Calculo (KN)	347,83
Armadura Us1	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	437,09 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2556,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	165,42 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	250,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	23,95
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	197,58
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	310,54
Alargamiento medio Esm	3,95E-04
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,16 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. CENTRO (-)

Ambiente — Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	67,50
Cortante Vd (KN)	80,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,50
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,426
d'(m)	0,074
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	7242,00
Uv (KN)	2516,00
Ua (KN)	8500,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	160,22
Us1 minima (KN)	202,67
Us Geométrica (KN)	347,83
Us Calculo (KN)	347,83
Armadura Us1	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	437,09 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2556,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	165,42 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	250,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	23,95
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	111,14
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	310,54
Alargamiento medio Esm	2,22E-04
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,09 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.(+)

Ambiente — Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	260,00
Cortante Vd (KN)	110,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,50
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,419
d'(m)	0,083
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	7118,75
Uv (KN)	2805,00
Ua (KN)	8500,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	624,40
Us1 minima (KN)	624,40
Us Geométrica (KN)	195,65
Us Calculo (KN)	624,40
Armadura Us1	
Diámetro	22,60
Nº de Barras	10,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	10,00
Us Colocada (KN) Us1	1728,73 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	20,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	682,95 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2512,50 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,009
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	259,52 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	125,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	15,54
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	111,78
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	91,32
Alargamiento medio Esm	3,72E-04
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,10 Cumple

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.(-)

Ambiente — Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	12,50
Cortante Vd (KN)	120,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS — 220,00

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,50
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,420
d'(m)	0,080
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	7140,00
Uv (KN)	2720,00
Ua (KN)	8500,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	29,82
Us1 minima (KN)	43,41
Us Geométrica (KN)	195,65
Us Calculo (KN)	195,65
Armadura Us1	
Diámetro	20,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	682,95 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	20,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	682,95 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2520,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	190,69 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	250,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	13,57
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	208,58
Alargamiento medio Esm	2,71E-05
Abertura caracteristica de fisura Wk (mm)	0,01 No fisura

- **PARED ARQUETA ENTRADA (e = 0,45 m)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
M11 HORIZ. EXT(+)	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	150,00
Cortante Vd (KN)	100,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,45
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,372
d'(m)	0,076
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	6324,00
Uv (KN)	2584,00
Ua (KN)	7650,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	416,97
Us1 mínima (KN)	416,97
Us Geométrica (KN)	313,04
Us Calculo (KN)	416,97
Armadura Us1	
Diámetro	16,00
N° de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	437,09 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	20,00
N° de Barras	10,00
Separación Barras (cm)	10,00
Us Colocada (KN) Us2	1365,91 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2232,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	155,43 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	225,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	22,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	281,24
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	291,66
Alargamiento medio Esm	6,50E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,25 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
M11 HORIZ. INT(-)	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	238,00
Cortante Vd (KN)	120,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,45
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,374
d'(m)	0,078
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	6358,00
Uv (KN)	2652,00
Ua (KN)	7650,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	671,86
Us1 mínima (KN)	671,86
Us Geométrica (KN)	313,04
Us Calculo (KN)	671,86
Armadura Us1	
Diámetro	20,00
N° de Barras	10,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	10,00
Us Colocada (KN) Us1	1365,91 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	16,00
N° de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2244,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,008
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	227,80 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	15,58
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	118,31
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	102,11
Alargamiento medio Esm	3,71E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 Cumple

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
M22 VERT.EXT(+)	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	25,00
Cortante Vd (KN)	20,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,45
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,368
d'(m)	0,081
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	6247,50
Uv (KN)	2762,50
Ua (KN)	7650,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	68,40
Us1 mínima (KN)	94,65
Us Geométrica (KN)	176,09
Us Calculo (KN)	176,09
Armadura Us1	
Diámetro	20,00
N° de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	682,95 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	22,60
N° de Barras	10,00
Separación Barras (cm)	10,00
Us Colocada (KN) Us2	1728,73 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2205,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	179,37 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	225,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,17
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	31,07
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	196,77
Alargamiento medio Esm	6,21E-05
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,02 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
M22 VERT.INT(-)	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	215,00
Cortante Vd (KN)	120,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,45
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,369
d'(m)	0,083
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	6268,75
Uv (KN)	2805,00
Ua (KN)	7650,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	613,02
Us1 mínima (KN)	613,02
Us Geométrica (KN)	176,09
Us Calculo (KN)	613,02
Armadura Us1	
Diámetro	22,60 D20/20
N° de Barras	10,00 D25/20
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	10,00
Us Colocada (KN) Us1	1728,73 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	20,00
N° de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	682,95 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	2212,50 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,011
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	244,83 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	15,18
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	101,77
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	70,69
Alargamiento medio Esm	3,86E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 Cumple

- SOLERA ARQUETAS SALIDA (e = 0,35 m)

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Infer. M11(+)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	48,00
Cortante Vd (KN)	80,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,35
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,282
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	4794,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5950,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	173,35
Us1 mínima (KN)	193,42
Us Geométrica (KN)	136,96
Us Calculo (KN)	193,42
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1692,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	105,25 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	157,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	257,86
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	486,19
Alargamiento medio Esm	5,16E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,19 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Super. M11(-)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	20,00
Cortante Vd (KN)	70,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,35
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,282
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	4794,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5950,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	71,45
Us1 mínima (KN)	95,87
Us Geométrica (KN)	136,96
Us Calculo (KN)	136,96
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1692,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,001
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	99,01 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	157,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	127,68
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	576,30
Alargamiento medio Esm	2,55E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans.Infer.M22(+)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	40,00
Cortante Vd (KN)	80,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,35
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,282
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	4794,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5950,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	144,01
Us1 mínima (KN)	170,05
Us Geométrica (KN)	136,96
Us Calculo (KN)	170,05
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1692,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	105,25 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	157,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	214,88
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	486,19
Alargamiento medio Esm	4,30E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,16 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans.Super.M22(-)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	20,00
Cortante Vd (KN)	70,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,35
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,282
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	4794,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5950,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	71,45
Us1 mínima (KN)	95,87
Us Geométrica (KN)	136,96
Us Calculo (KN)	136,96
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1692,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	105,25 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	157,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	102,20
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	454,60
Alargamiento medio Esm	2,04E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,08 No fisura

- PAREDES ARQUETAS SALIDA (e = 0,30 m)

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. EXT(+)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	30,00
Cortante Vd (KN)	95,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,800
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	131,50
Us1 minima (KN)	150,67
Us Geométrica (KN)	104,35
Us Calculo (KN)	150,67
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	96,74 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	193,84
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	429,07
Alargamiento medio Esm	3,88E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,14 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. INT(-)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	44,00
Cortante Vd (KN)	95,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,800
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	194,45
Us1 minima (KN)	189,81
Us Geométrica (KN)	104,35
Us Calculo (KN)	194,45
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	96,74 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	284,30
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	429,07
Alargamiento medio Esm	5,69E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,20 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(+)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	20,00
Cortante Vd (KN)	30,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	87,17
Us1 minima (KN)	110,28
Us Geométrica (KN)	117,39
Us Calculo (KN)	117,39
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	96,74 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	129,23
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	429,07
Alargamiento medio Esm	2,58E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,09 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.INT(-)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	25,00
Cortante Vd (KN)	35,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	109,27
Us1 minima (KN)	131,74
Us Geométrica (KN)	117,39
Us Calculo (KN)	131,74
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	96,74 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	152,23
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	397,91
Alargamiento medio Esm	3,04E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,11 No fisura

RESUMEN

- Solera Principal (e = 0,50 m):

Armadura Longitudinal Inferior:	D16/0,20 m + Ref. Esquina D25/0,20 m
Armadura Longitudinal Superior:	D16/0,20 m
Armadura Transversal Inferior:	D20/0,20 m + N. Esquina D25/0,20 m
Armadura Transversal Superior:	D12/0,20 m

- Paredes Exteriores Vasos Principales (e = 0,45 m):

Armadura Horizontal Interior / Exterior:	D16/0,20 m
Armadura Vertical Interior:	D16/0,20m
Armadura Vertical Exterior:	D20/0,20m + Ref. Esquina D25/0,20m

- Pared Central Principal (e = 0,50 m):

Armadura Horizontal Interior / Exterior:	D16/0,20 m
Armadura Vertical Interior / Exterior:	Base_D20/0,20m + Ref. D25/0,20m

- Pared Arqueta Entrada (e = 0,45 m):

Armadura Horizontal Interior:	D16/0,20 m
Armadura Horizontal Exterior:	D20/0,10 m
Armadura Vertical Interior:	D20/0,20 m
Armadura Vertical Exterior:	D20/0,20 m + Ref. D25/0,20 m

- **Solera Arquetas Salida (e = 0,35 m):**

Armadura Superior / Inferior:	#D12/0,25 m

- Paredes Arquetas Salida (e = 0,30 m):

Armadura Exterior / Interior:	#D12/0,25 m

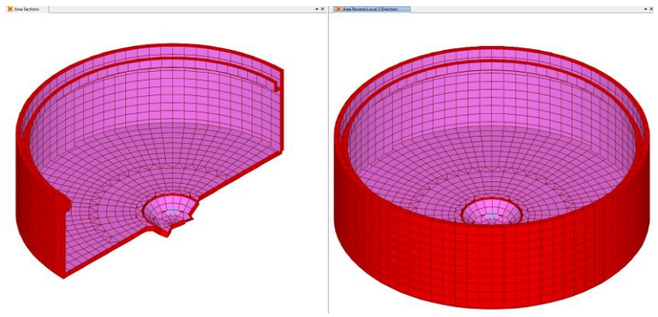
8. DECANTADOR SECUNDARIO

El decantador secundario está compuesto por un vaso cilíndrico de 12.00 m de diámetro interior y 5.00 m de altura hasta punto bajo de solera. La estructura está resuelta mediante muros perimetral de 0.25 m de espesor y losa de cimentación de 0.30 m de espesor mínimo.

La entrada de agua se realiza a través de tubería embebida en columna central, mientras que la salida de agua se realiza a través de un canal perimetral en la parte superior del muro de 0.20 m de espesor. Sobre la estructura se dispone el puente móvil circular de tracción periférica que descansa sobre una placa giratoria en la columna central y en la periferia sobre un carro de tracción.

8.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye varias imágenes del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



8.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio**

  El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

  Cota superior de muros exteriores: +17,85 m

  Cota de punto alto de solera: +13,35 m

  Cota de aliviadero: +16,80 m

- **Acciones del Agua**

  Densidad del Agua: 1,00 T/m^3

Coeficiente de empuje: 1,00

Cota de llenado del tanque: +16,85 m

- **Acciones del terreno**

Densidad del terreno: 2,00 T/m^3

Coeficiente de empuje Reposo: 0,50

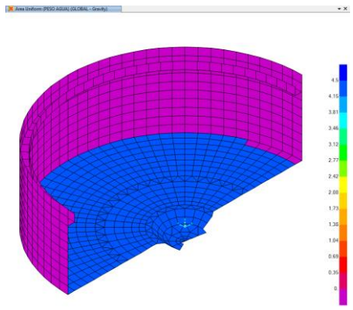
Cota del terreno: +16,65 m

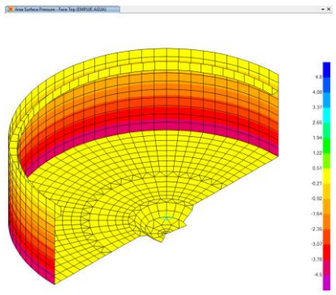
+ ACCIONES VARIABLES

Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito 1,00 Tn/m^2

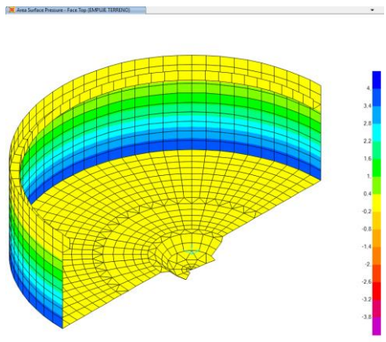
Así como la introducción de cargas consideras sobre el modelo:

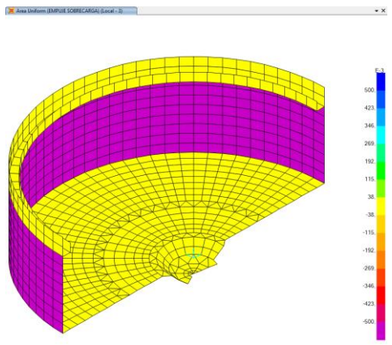
Ac. Agua: Peso = 4,0m · 1,0Tn/m^3 = 4,0Tn/m^2 Empuje = hm x 1,0Tn/m^3 x 1,0 = h Tn/m^2





Ac. terreno: Emp = h · 2,0Tn/m^3 · 0,5 = h Tn/m^2 Ac. Sb: Emp. = 1,0Tn/m^2 · 0,5 = 0,5Tn/m^2





8.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 2000 Tn/m^3

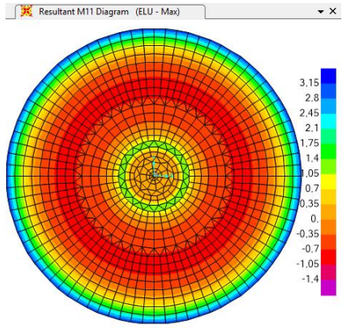
8.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 05 los listados obtenidos del software de cálculo.

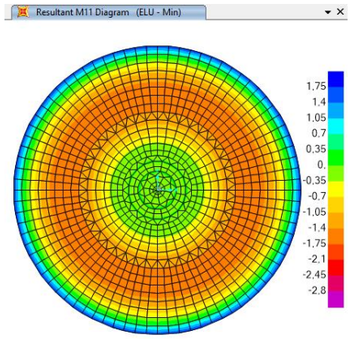
8.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- **LOSA DE FONDO**

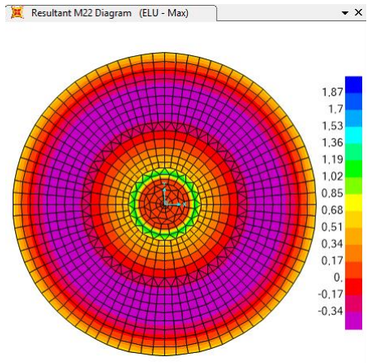
M11 (+) -> 3,00 Tn·m



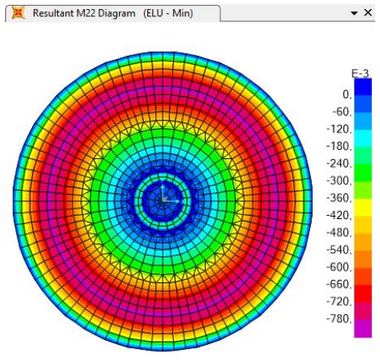
M11 (-) -> -3,00 Tn·m



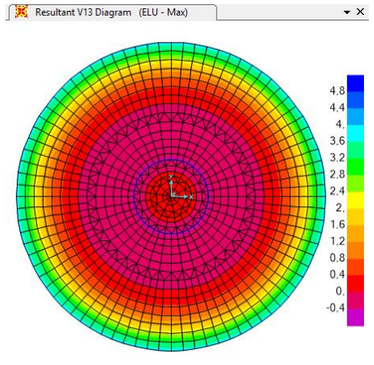
M22 (+) -> 2,00 Tn·m



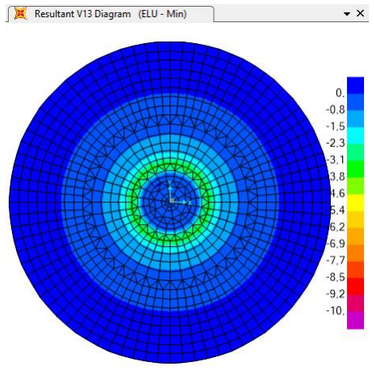
M22 (-) -> -0,80 Tn·m



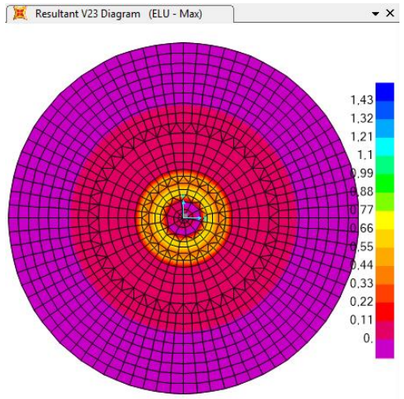
V13 (+) -> 4,85 Tn



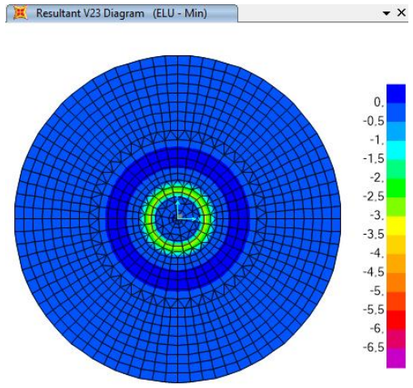
V13 (-) -> -5,45 Tn



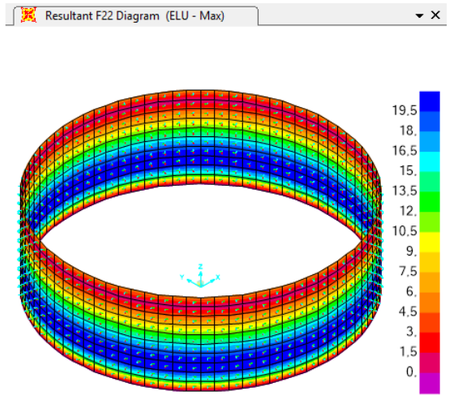
V23 (+) -> 1,40 Tn



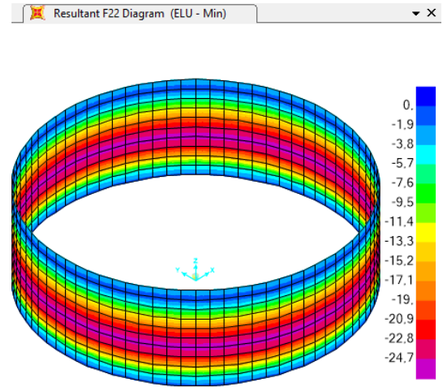
V12 (-) -> -6,50 Tn



F11 (+) -> 21 Tn (Tracción)

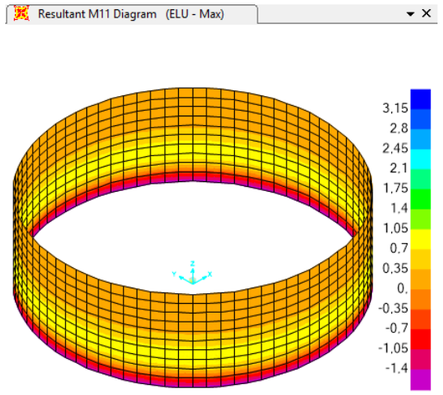


F11 (-) -> -26 Tn

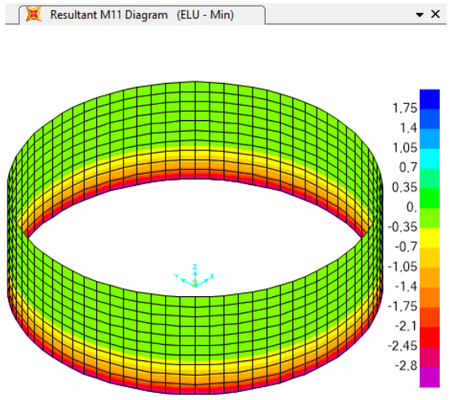


- **PAREDES**

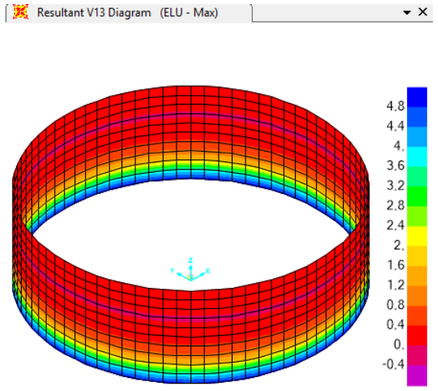
M11 (+) -> 1,50 Tn·m



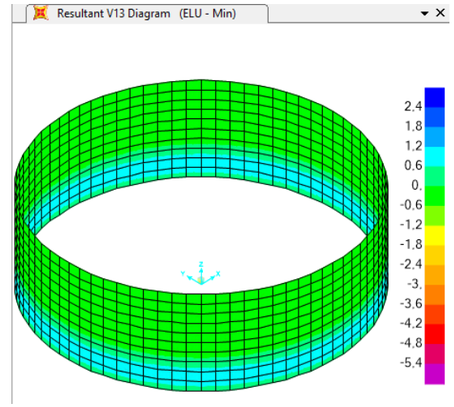
M11 (-) -> -3,00 Tn·m



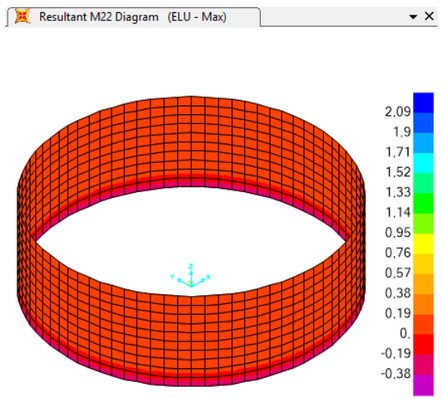
V13 (+) -> 4,85 Tn



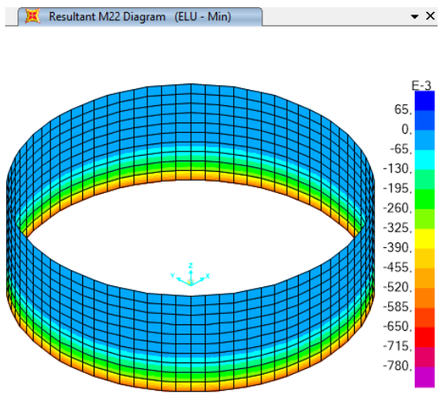
V13 (-) -> -0,50 Tn



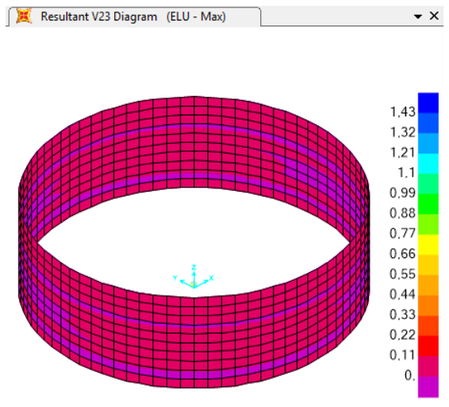
M22 (+) ->0,30 Tn·m



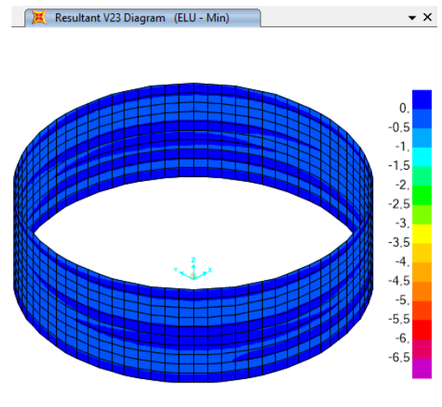
M22 (-) -> -0,80 Tn·m



V23 (+) -> 0.50 Tn



V23 (-) -> -0.50 Tn



8.4.2 ARMADOS VASO CENTRAL

- LOSA DE FONDO (E = 0,30 M)

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 _ Horiz.

Ambiente	Qb	0,20
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad	1,20	
M.Flector Md (KNm)	30,00	
Cortante Vd (KN)	4,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,25	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,182	
d'(m)	0,068	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,800	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	3094,00	
Uv (KN)	2312,00	
Ua (KN)	4250,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	169,48	
Us1 minima (KN)	169,48	
Us Geométrica (KN)	195,65	
Us Calculo (KN)	195,65	
Armadura Us1		
Diámetro	12,00	
Nº de Barras	4,00	
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	25,00	
Us Colocada (KN) Us1	196,69	Cumple
Armadura Us2		
Diámetro	12,00	
Nº de Barras	4,00	
Separación Barras (cm)	25,00	
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00	Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,002	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	87,40	Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
Nº Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00	Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	300,81	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	368,77	
Alargamiento medio Esm	6,02E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,20	No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 (+) _ Vertical

Ambiente	Qb	0,20
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad	1,20	
M.Flector Md (KNm)	30,00	
Cortante Vd (KN)	30,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,25	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,182	
d'(m)	0,068	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	3094,00	
Uv (KN)	2312,00	
Ua (KN)	4250,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	169,48	
Us1 minima (KN)	169,48	
Us Geométrica (KN)	97,83	
Us Calculo (KN)	169,48	
Armadura Us1		
Diámetro	12,00	
Nº de Barras	4,00	
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	25,00	
Us Colocada (KN) Us1	196,69	Cumple
Armadura Us2		
Diámetro	12,00	
Nº de Barras	4,00	
Separación Barras (cm)	25,00	
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00	Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,002	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	87,40	Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
Nº Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00	Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	300,81	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	368,77	
Alargamiento medio Esm	6,02E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,20	No fisura

- HASTIALES (E = 0,25 M)

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 (-) _ Vertical

Ambiente	Qb	0,20
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad	1,20	
M.Flector Md (KNm)	30,00	
Cortante Vd (KN)	50,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,25	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,182	
d'(m)	0,068	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,800	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	3094,00	
Uv (KN)	2312,00	
Ua (KN)	4250,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	169,48	
Us1 minima (KN)	169,48	
Us Geométrica (KN)	195,65	
Us Calculo (KN)	195,65	
Armadura Us1		
Diámetro	12,00	
Nº de Barras	4,00	
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	25,00	
Us Colocada (KN) Us1	196,69	Cumple
Armadura Us2		
Diámetro	12,00	
Nº de Barras	4,00	
Separación Barras (cm)	25,00	
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00	Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,002	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	87,40	Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
Nº Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00	Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	300,81	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	368,77	
Alargamiento medio Esm	6,02E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,20	No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 (+) _ Vertical

Ambiente	Qb	0
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad	1,20	
M.Flector Md (KNm)	30,00	
Cortante Vd (KN)	50,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,25	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,182	
d'(m)	0,068	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	3094,00	
Uv (KN)	2312,00	
Ua (KN)	4250,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	169,48	
Us1 minima (KN)	169,48	
Us Geométrica (KN)	97,83	
Us Calculo (KN)	169,48	
Armadura Us1		
Diámetro	12,00	
Nº de Barras	4,00	
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	25,00	
Us Colocada (KN) Us1	196,69	Cumple
Armadura Us2		
Diámetro	12,00	
Nº de Barras	4,00	
Separación Barras (cm)	25,00	
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00	Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,002	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	87,40	Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
Nº Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00	Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	300,81	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	368,77	
Alargamiento medio Esm	6,02E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,20	No fisura

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pront. EHE
Fecha: 18/07/2018
Hora: 16:35:12

Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

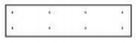
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

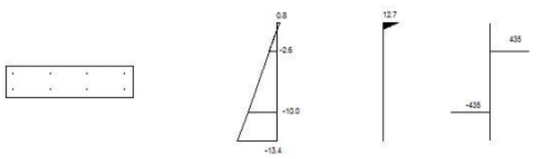
- Sección

```
Sección : 25
b [m] = 1.00
h [m] = 0.25
r [m] = 0.060

nº barras horizontales = 4
nº barras verticales   = 2
```



2 Comprobación

```
ϕ [mm]     = 12
Nd [kN]    = -210
Md [kN·m]  = 8

Nu [kN]    = -298.7
Mu [kN·m]  = 11.4
γ          = 1.42
```




```
Plano de deformación de agotamiento

x    [m]          = 0.014
1/r [1/m]·1.E-3 = 56.7
εs ·1.E-3         = 0.8
εi ·1.E-3         = -13.4

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad    Deformación      Tensión
   [m]           ·1.E-3          [MPa]
 0.060            -2.6           -434.8
 0.190           -10.0            434.8
```

- **RESUMEN**

  Losa Fondo: Armadura Radial/Circular Superior/ Inferior: # D16/0,25 m

  Hastiales: Armadura Horizontal/Vertical Interior/Exterior: # D12/0,25 m

9. PRETRATAMIENTO, DESARENADOR Y DESENGRASADOR

El pretratamiento, desarenador y desengrasador está compuesto por los siguientes vasos y dimensiones interiores:

- Arqueta aliviadero: 1,50 x 2,00 m
- Arqueta de rotura: 1,50 x 0,90 m
- Arqueta de reparto: 1,50 x 0,90 m
- Tanque de homogenización: 3,20 x 4,00 m
- Arqueta de entrada a canales: 1,10 x 2,00 m
- Canales de tamizado (2 UD): 2,50 x 0,60 m
- Arqueta de salida de canales: 0,90 x 2,60 m
- Líneas de desarenado / desengrasada (2UD): 8,80 x 2,40 m
- Cámara de salida: 0,80 x 5,10 m

La entrada del fluido a la sala de pretratamiento se realiza a través de la arqueta de rotura pasando seguidamente a través de muro aliviadero a la arqueta de reparto o puntualmente a la arqueta aliviadero. El caudal continuará mediante compuerta al tanque de homogenización y de ahí a la arqueta de entrada a los canales de tamizado, o directamente de la arqueta de reparto a la arqueta de entrada a los canales de tamizado mediante compuerta.

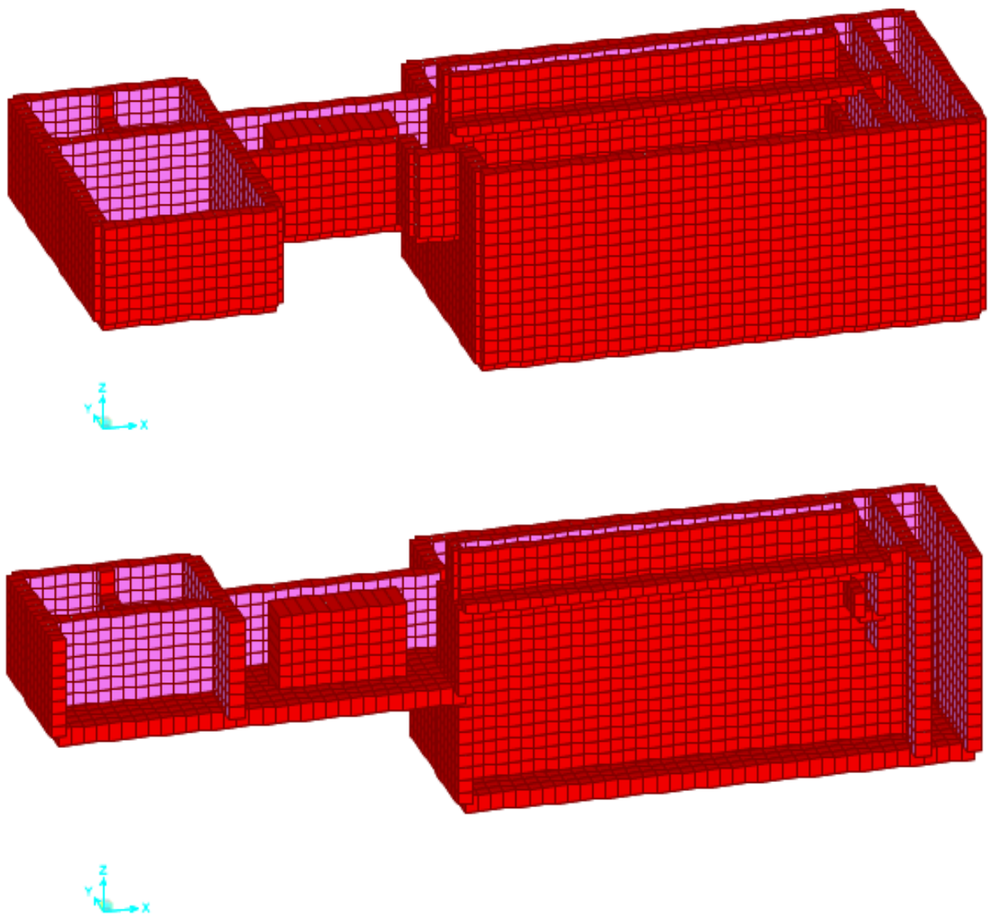
A continuación, el fluido se distribuye mediante compuertas a las dos líneas de tamizados, para pasar mediante compuertas nuevamente a la arqueta de salida y de ésta a las cámaras de desarenado y desengrasado. Estas dispones de muros longitudinales y canal transversal para la separación y recogida de grasas. Finalmente, el caudal pasa a la cámara de salida a través de muro aliviadero. En el perímetro de los vasos, en coronación, se dispone plataformas metálicas de mantenimiento que se conectan a los muros de los vasos mediante placas de anclaje.

Los muros de las cámaras de pretratamiento y canales de tamizado son de 20 cm, mientras que los de la zona de desarenado y desengrasada son de 25 cm. Los canales y muros deflectores tienen un espesor de 20 cm. La losa de cimentación en la zona de pretratamiento y canales de tamizado es de 25 cm de espesor, mientras que el de la zona de desarenado y desengrasado de 30 cm.

La losa de cimentación de los vasos de pretratamiento y canales de tamizados se localizan a la cota +17.20 m, mientras que la losa de la zona de desarenado y desengrasado a la +14.90 m.

9.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura



9.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- Peso propio

El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

Cota superior cámaras de pretratamiento:	+ 19,00 m
Cota solera cámaras de pretratamiento:	+ 17,20 m
Cota superior de canales de tamizados:	+ 18,75 m
Cota solera de canales de tamizados:	+ 17,20 m
Cota superior de líneas de desarenado y desengrasado:	+ 18,75 m
Cota soleras de líneas de desarenado y desengrasado:	+ 14,90 m
Cota superior de cámara de salida:	+ 18,75 m
Cota solera de cámara de salida:	+ 14,90 m
Cota de plataformas de mantenimiento:	+ 18,75 m

- Acciones del Agua

Densidad del Agua:	1,00 T/m^3
Coeficiente de empuje:	1,00
Cota en cámaras de pretratamiento:	+ 18,40 m
Cota canales de tamizados:	+ 18,20 m
Cota líneas de desarenado y desengrasado:	+ 18,20 m

- Acciones del terreno

Densidad del terreno:	2,00 T/m^3
Coeficiente de empuje Reposo:	0,50
Altura Terreno:	+ 16,65 m

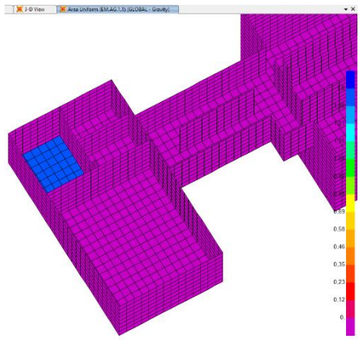
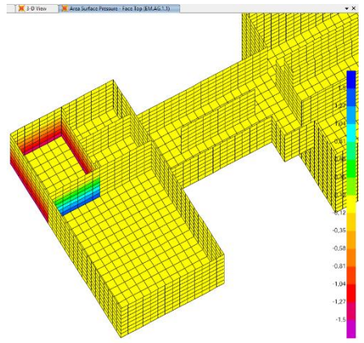
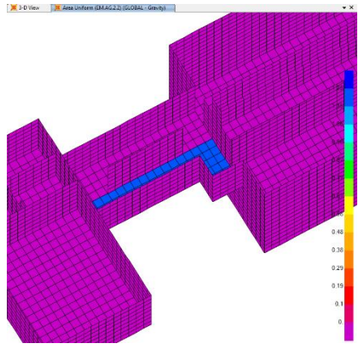
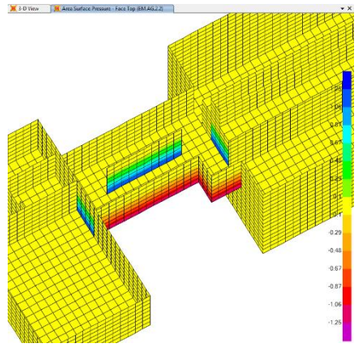
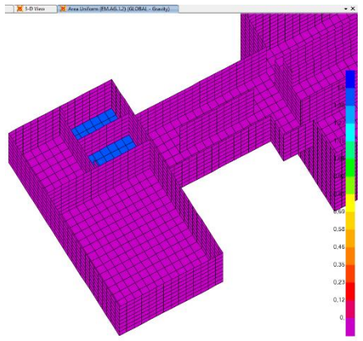
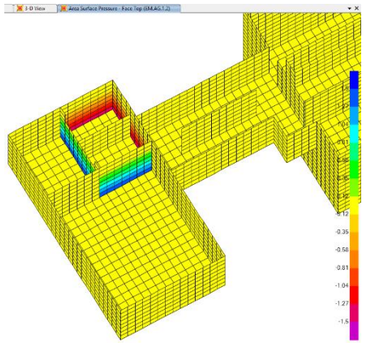
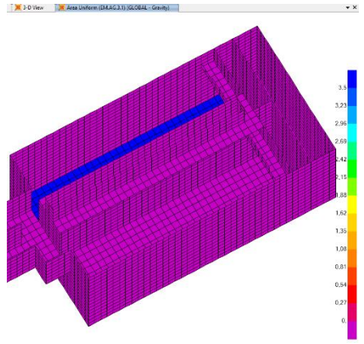
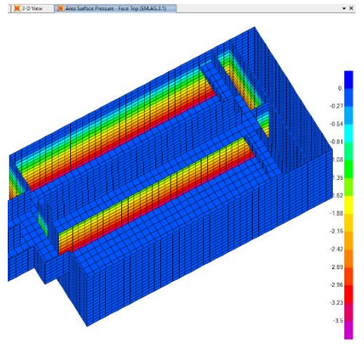
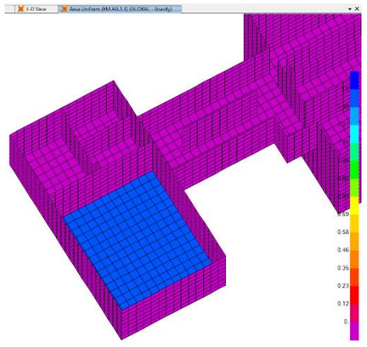
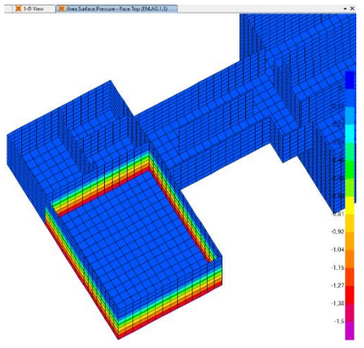
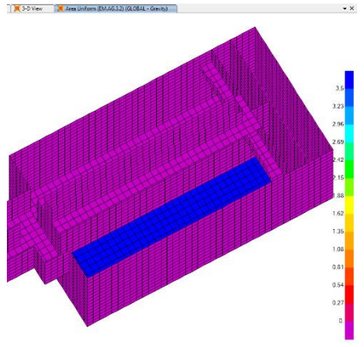
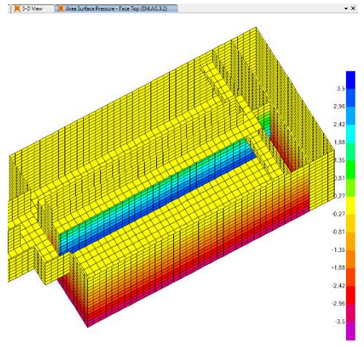
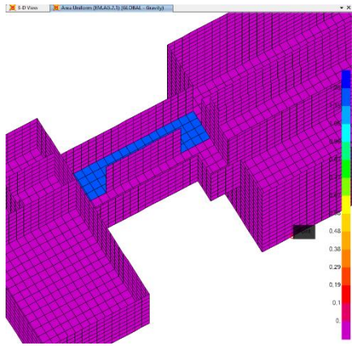
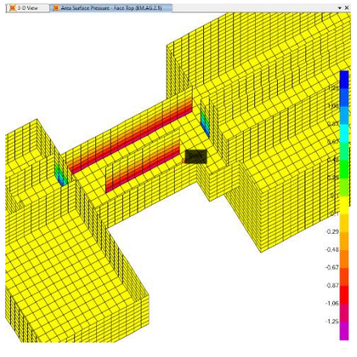
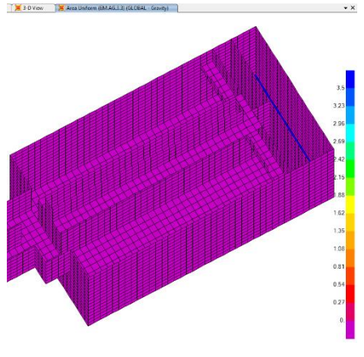
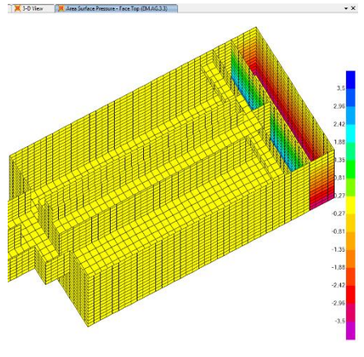
+ ACCIONES VARIABLES

Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito	1,00 Tn/m^2
Sobrecarga en plataformas de mantenimiento	0,50 Tn/m^2

Así como la introducción de cargas consideras sobre el modelo:

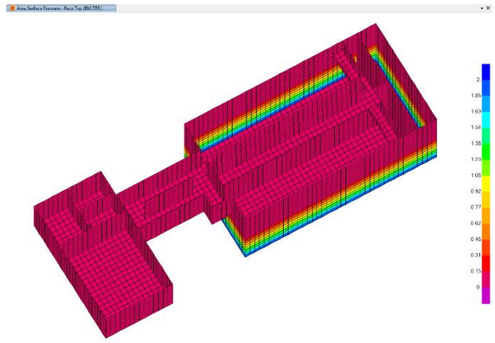
- Acción del agua en vasos llenos (Se considera 8 vasos independientes con posibilidad de llenados y vaciados para labores de mantenimiento):

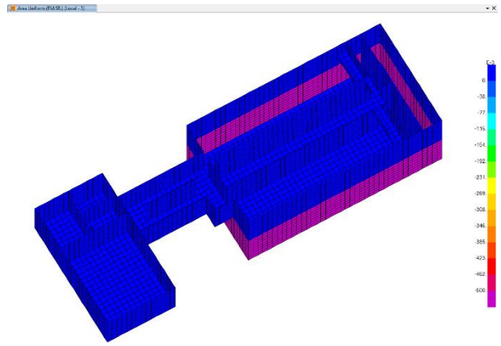
Peso = h m · 1,00 Tn/m^3 = h Tn/m^2 Empuje = h m x 1,00 Tn/m^3 x 1,00 = h Tn/m^2

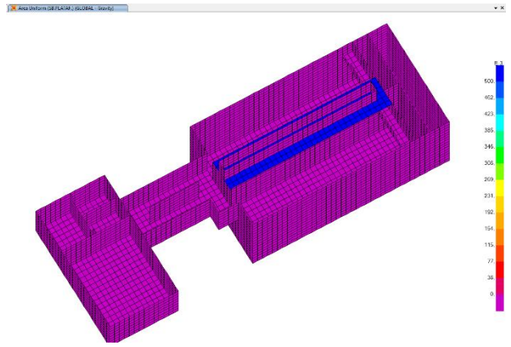
- Acción debido al empuje del terreno = h m x 2,00 Tn/m^3 x 0,50 = h Tn/m^2

- Acción del terreno debido al empuje de la sobrecarga = 1,00 Tn/m^3 x 0,50 = 0,50 Tn/m^2





- Acción de la sobrecarga = 0,50 Tn/m^2



9.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 2000 Tn/m^3

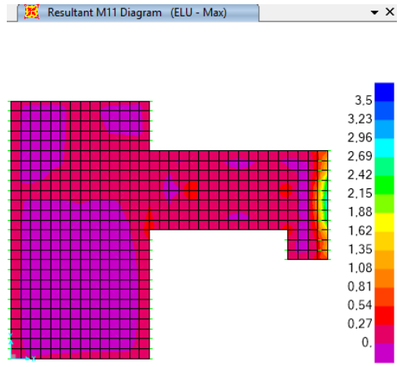
9.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 08 los listados obtenidos del software de cálculo.

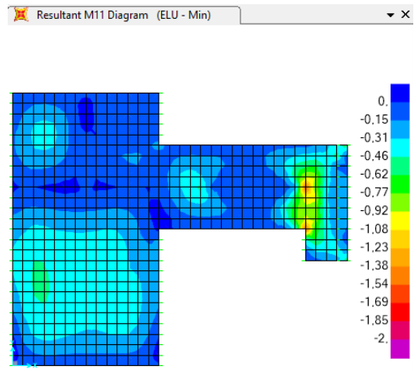
9.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- SOLERA PRETRATAMIENTO Y CANALES DE TAMIZADO (25CM):

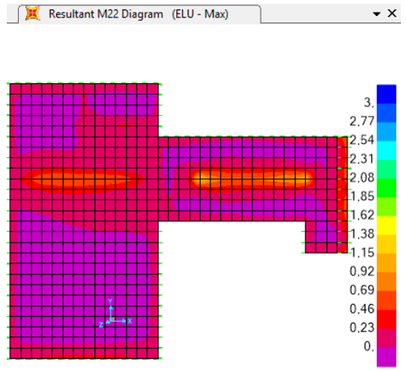
M11 (+) -> 2.70 Tn·m



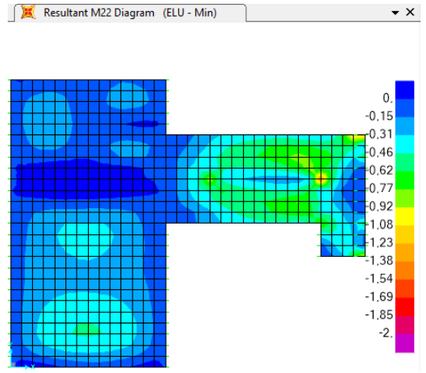
M11 (-) -> -1.55 Tn·m



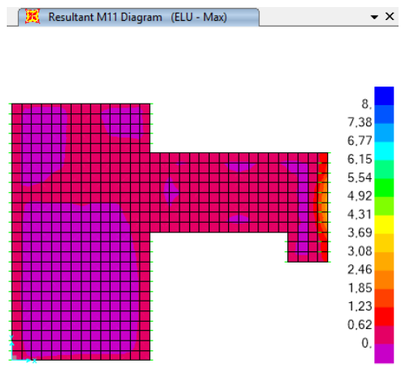
M22 (+) -> 1.40 Tn·m



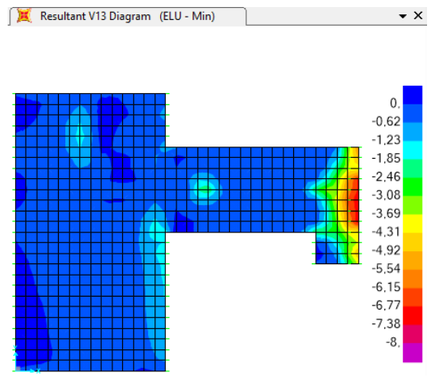
M22 (-) -> -1.55Tn·m



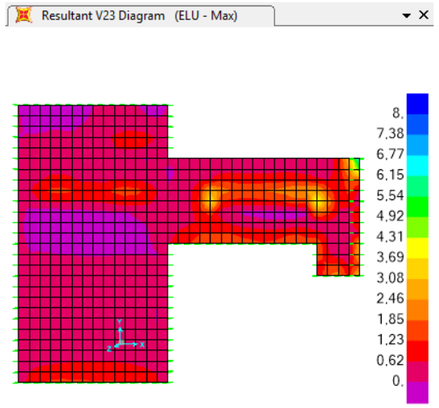
V13 (+) -> 4,50 Tn



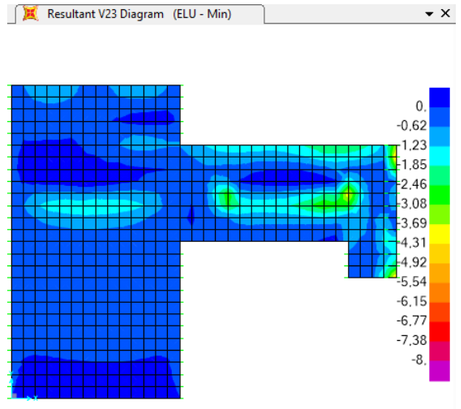
V13 (-) -> -7,50 Tn



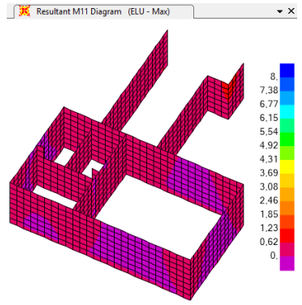
V23 (+) -> 5,50 Tn



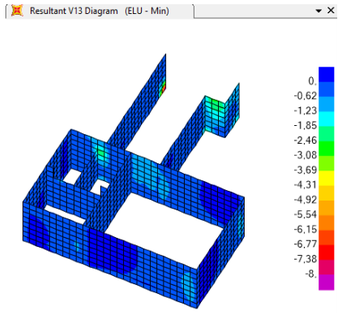
V23 (-) -> -4,50 Tn



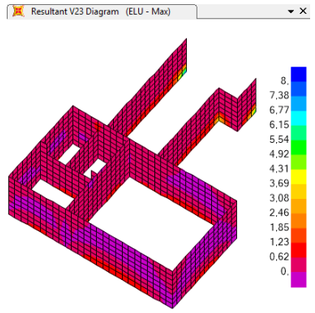
V13 (+) ->10.00 / 11.00 Tn



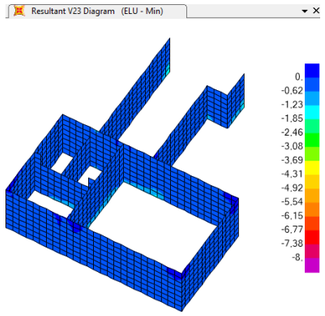
V13 (-) -> -10.00 / -11.00 Tn



V23 (+) -> 3.35 / 3.50 Tn

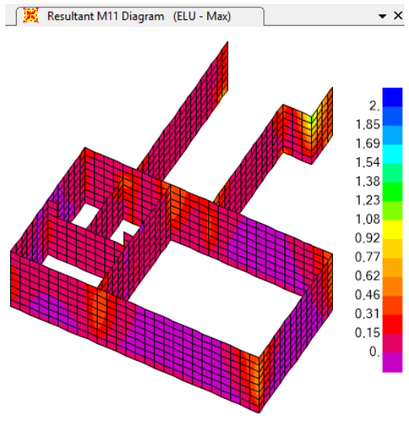


V23 (-) -> -10.00 / -13.00 Tn

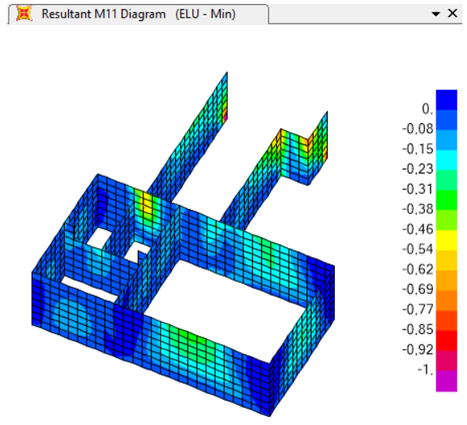


- MUROS PRETRATAMIENTO Y CANALES DE TAMIZADO (20CM):

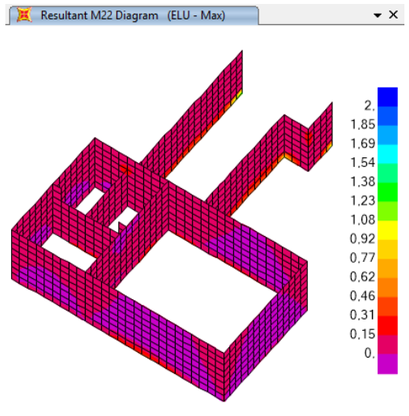
M11 (+) -> 1,55 Tn·m



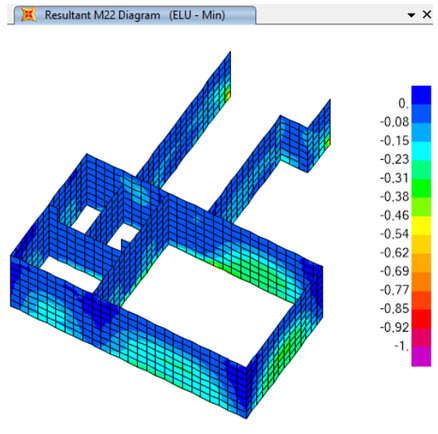
M11 (-) -> -1.00. Tn·m



M22 (+) -> 1.20 Tn·m

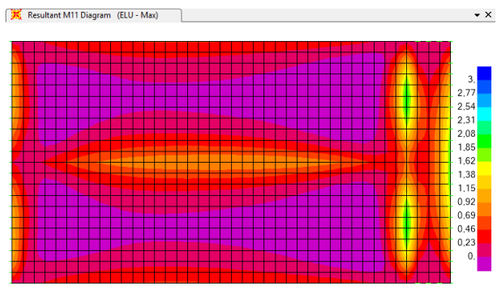


M22 (-) -> -1.00. Tn·m

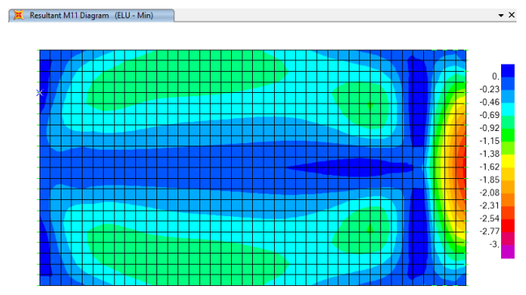


- SOLERA ZONA DESARENADO Y DESENGRASADO (30 CM):

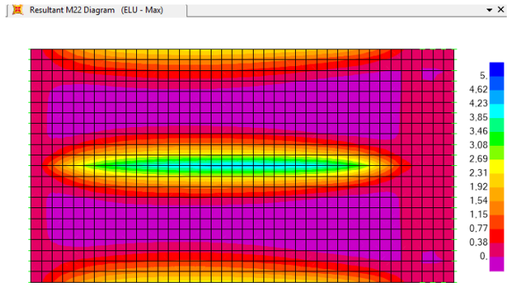
M11 (+) -> 2.10 Tn·m



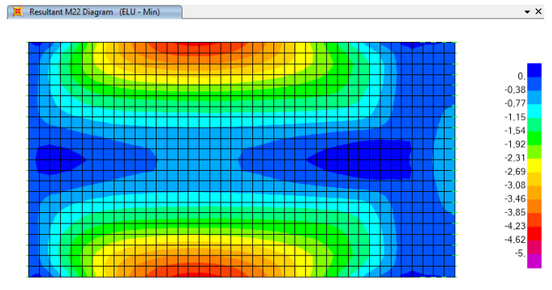
M11 (-) -> -2.75 Tn·m



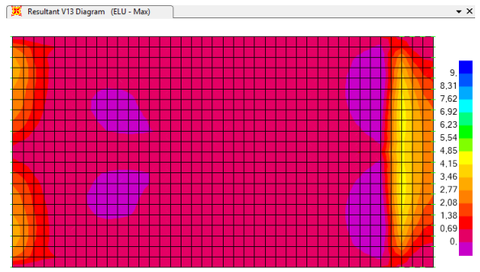
M22 (+) -> 4,30. Tn·m



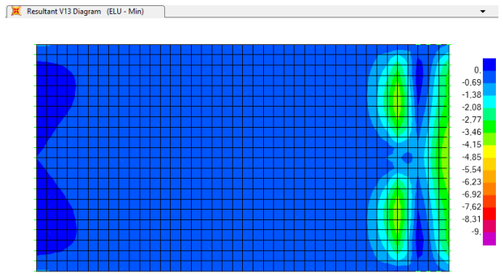
M22 (-) -> -4.40 Tn·m



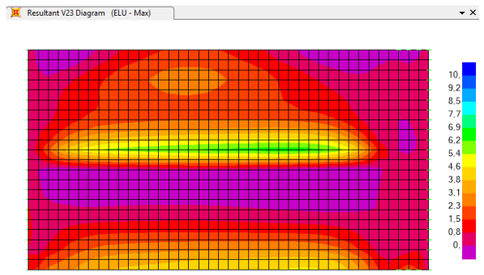
V13 (+) -> 4.85 Tn



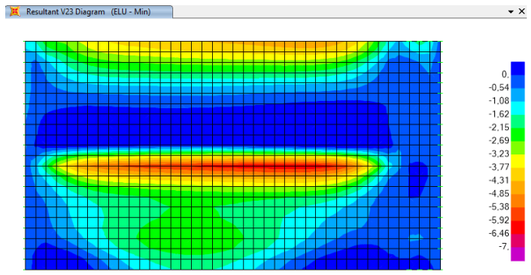
V13 (-) -> -4.15 Tn



V23 (+) -> 7.00 Tn

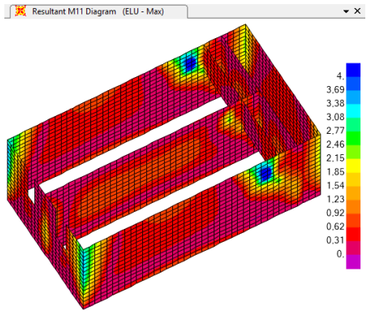


V23 (-) -> -6.50 Tn

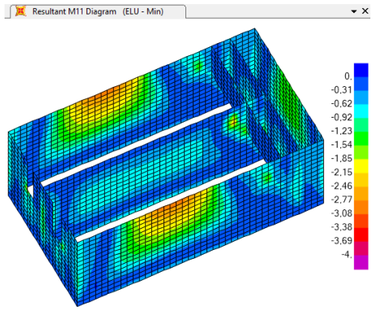


- MUROS ZONA DESARENADO Y DESENGRASADO (25 CM):

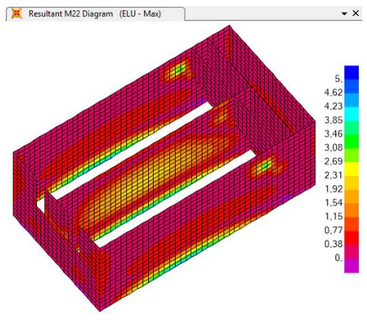
M11 (+) -> 4.20 Tn·m



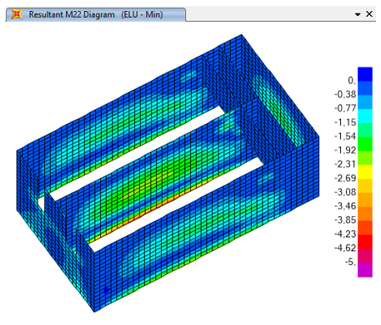
M11 (-) -> -3.10 Tn·m



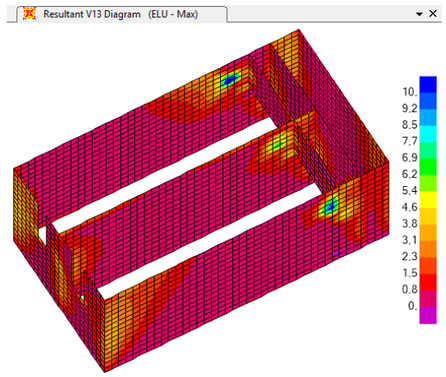
M22 (+) -> 4.20 Tn·m



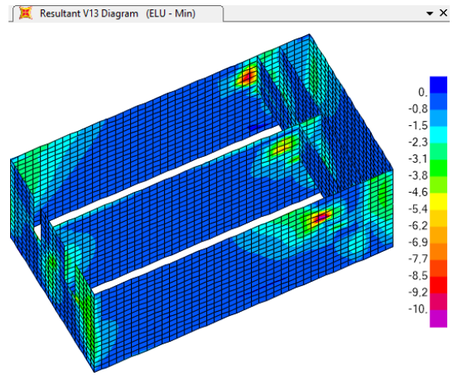
M22 (-) -> -4.25 Tn·m



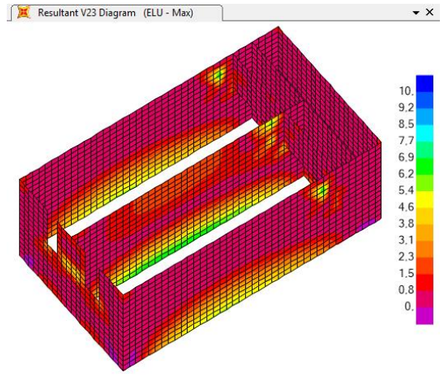
V13 (+) -> 4.60 Tn



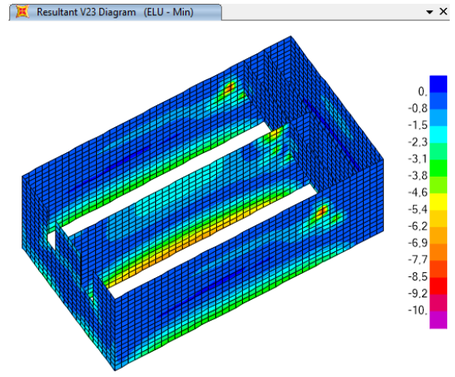
V13 (-) -> -4.60 Tn



V23 (+) -> 7 00. Tn



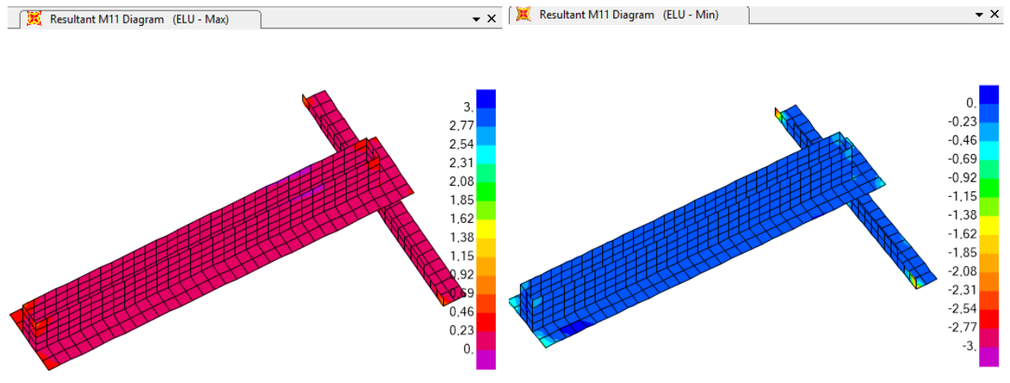
V23 (-) -> -7.00 Tn



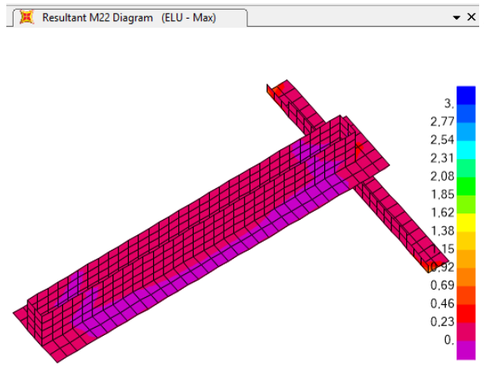
- PLATAFORMA, CANAL Y MURO DEFLECTOR

M11 (+) -> 1.00 Tn·m

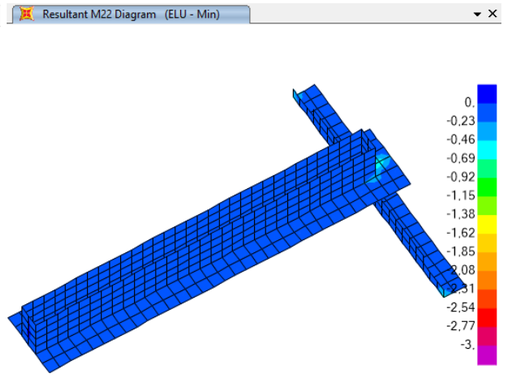
M11 (-) -> -1.00 Tn·m



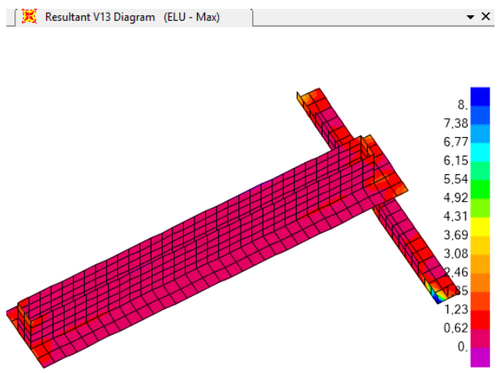
M22 (+) -> 1.00 Tn·m



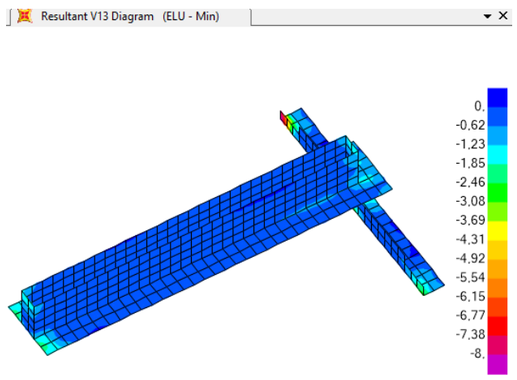
M22 (-) -> -1.00



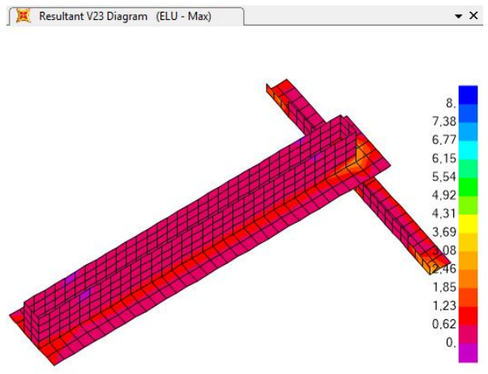
V13 (+) -> 8.00 Tn



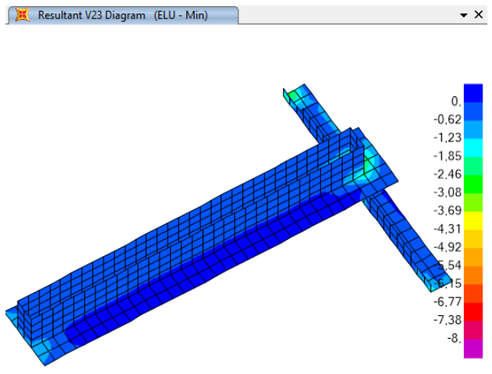
V13 (-) -> -8.00 Tn



V23 (+) -> 1.00 Tn



V23 (-) -> -1.00 Tn



9.4.2 ARMADOS

- SOLERA PRETRATAMIENTO Y CANALES DE TAMIZADO (25CM):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
Long. Super. M11(-)_BASE	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	27,00
Cortante Vd (KN)	45,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	152,09
Us1 mínima (KN)	148,70
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	152,09
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	257,64
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	437,54
Alargamiento medio Esm	5,15E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,17 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
Long. Infer. M11(+)_BASE	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	15,50
Cortante Vd (KN)	76,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	86,37
Us1 mínima (KN)	103,94
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	103,94
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	152,84
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	453,04
Alargamiento medio Esm	3,06E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super. M22(-)_BASE

Ambiente — Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	14,00
Cortante Vd (KN)	55,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	77,90
Us1 mínima (KN)	96,01
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	97,83

Armadura Us1

Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple

Armadura Us2

Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	133,59
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	437,54
Alargamiento medio Esm	2,67E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,09 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer.M22(+)_BASE

Ambiente — Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	15,50
Cortante Vd (KN)	45,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	86,37
Us1 mínima (KN)	103,94
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	103,94

Armadura Us1

Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple

Armadura Us2

Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	152,84
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	453,04
Alargamiento medio Esm	3,06E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 No fisura

- MUROS PRETRATAMIENTO Y CANALES DE TAMIZADO (20CM):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. EXT(+)_BASE

Ambiente — Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	15,50
Cortante Vd (KN)	60,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	120,67
Us1 mínima (KN)	112,06
Us Geométrica (KN)	139,13
Us Calculo (KN)	139,13

Armadura Us1

Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple

Armadura Us2

Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	188,53
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	355,16
Alargamiento medio Esm	3,77E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,12 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. INT(-)_BASE

Ambiente — Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	10,00
Cortante Vd (KN)	60,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	77,08
Us1 mínima (KN)	87,49
Us Geométrica (KN)	139,13
Us Calculo (KN)	139,13

Armadura Us1

Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple

Armadura Us2

Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	121,63
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	355,16
Alargamiento medio Esm	2,43E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,08 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	12,00
Cortante Vd (KN)	60,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	92,83
Us1 mínima (KN)	98,44
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	98,44
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	145,96
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	355,16
Alargamiento medio Esm	2,92E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,09 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.INT(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	10,00
Cortante Vd (KN)	60,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	77,08
Us1 mínima (KN)	87,49
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	87,49
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	121,63
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	355,16
Alargamiento medio Esm	2,43E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,08 No fisura

- SOLERA ZONA DESARENADO Y DESENGRASADO (30 CM):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Super. M11(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	27,50
Cortante Vd (KN)	41,50
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	120,37
Us1 mínima (KN)	141,52
Us Geométrica (KN)	117,39
Us Calculo (KN)	141,52
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	91,00 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	210,30
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	506,53
Alargamiento medio Esm	4,21E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,15 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Infer. M11(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	21,00
Cortante Vd (KN)	48,50
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	91,58
Us1 mínima (KN)	114,78
Us Geométrica (KN)	117,39
Us Calculo (KN)	117,39
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	91,00 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	164,18
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	518,94
Alargamiento medio Esm	3,28E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,12 No fisura

- MUROS ZONA DESARENADO Y DESENGRASADO (25 CM):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super. M22(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	44,00
Cortante Vd (KN)	66,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	194,45
Us1 mínima (KN)	189,81
Us Geométrica (KN)	117,39
Us Calculo (KN)	194,45
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	96,74 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	285,85
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	431,14
Alargamiento medio Esm	5,72E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,20 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer.M22(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	43,00
Cortante Vd (KN)	70,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	189,92
Us1 mínima (KN)	187,71
Us Geométrica (KN)	117,39
Us Calculo (KN)	189,92
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us1	196,69 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	96,74 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	283,63
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	438,49
Alargamiento medio Esm	5,67E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,20 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. EXT(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	42,00
Cortante Vd (KN)	48,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	240,08
Us1 mínima (KN)	240,08
Us Geométrica (KN)	173,91
Us Calculo (KN)	240,08
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	278,20
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	305,43
Alargamiento medio Esm	5,56E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,19 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. INT(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	31,00
Cortante Vd (KN)	46,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	175,30
Us1 mínima (KN)	175,30
Us Geométrica (KN)	173,91
Us Calculo (KN)	175,30
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	205,34
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	305,43
Alargamiento medio Esm	4,11E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,14 No fisura

- PLATAFORMA, CANAL Y MURO DEFLECTOR (20 CM):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	42,50
Cortante Vd (KN)	70,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	243,06
Us1 mínima (KN)	243,06
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	243,06
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	281,52
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	305,43
Alargamiento medio Esm	5,79E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,19 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.INT(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	42,00
Cortante Vd (KN)	70,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	240,08
Us1 mínima (KN)	240,08
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	240,08
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	278,20
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	305,43
Alargamiento medio Esm	5,56E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,19 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Super. M11(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	29,00
Cortante Vd (KN)	82,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	231,65
Us1 mínima (KN)	231,65
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	231,65
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,77 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	241,73
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	244,37
Alargamiento medio Esm	5,91E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,18 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Infer. M11(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	29,00
Cortante Vd (KN)	82,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	231,65
Us1 mínima (KN)	231,65
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	231,65
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,77 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	241,73
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	244,37
Alargamiento medio Esm	5,91E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,18 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super. M22(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,60
M.Flector Md (KNm)	29,00
Cortante Vd (KN)	82,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	231,65
Us1 mínima (KN)	231,65
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	231,65
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,77 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	241,73
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	244,37
Alargamiento medio Esm	5,91E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,18 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer.M22(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,60
M.Flector Md (KNm)	29,00
Cortante Vd (KN)	82,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	231,65
Us1 mínima (KN)	231,65
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	231,65
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,77 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	241,73
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	244,37
Alargamiento medio Esm	5,91E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,18 No fisura

- RESUMEN

+ SOLERA PRETRATAMIENTO Y CANALES DE TAMIZADO (25CM):

Armaduras Superiores / Inferiores: # D12/0.30 m

+ MUROS PRETRATAMIENTO Y CANALES DE TAMIZADO (20CM):

Armaduras Exteriores / Interiores: # D12/0.30 m

+ SOLERA ZONA DESARENADO Y DESENGRASADO (30 CM):

Armaduras Longitudinales Superiores / Inferiores: D12/0.30 m

Armaduras Transversales Superiores / Inferiores: D12/0.25 m

+ MUROS ZONA DESARENADO Y DESENGRASADO (25 CM):

Armaduras Exteriores / Interiores: # D12/0.20 m

+ PLATAFORMA, CANAL Y MURO DEFLECTOR (20 CM):

Armaduras Superiores e Inferiores: # D12/0.20 m

10. BOMBEO DE FANGOS Y VACIADO

La arqueta de bombeo de fangos y vaciado está compuesta por tres dependencias: cámara de válvulas de entrada de fangos, 3 vasos de bombeo de fangos y cámara de válvulas de salida de fangos. El nivel de llenado de los vasos de bombeo es la +16.85 m.

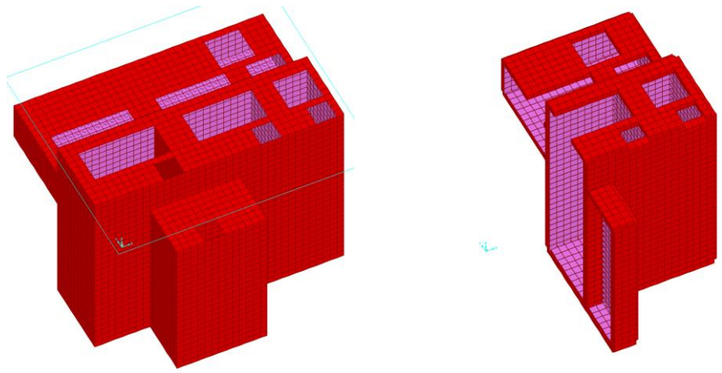
La cámara de entrada de fangos presenta unas dimensiones interiores de 3.00 m de largo y 1.70 m de ancho. Los vasos de bombeo tienen una anchura de 2.50 m, con un largo de 3.10 m para los dos vasos más grande y 1.60 m para el tercero. La solera de cimentación de dichos elementos se localiza a la elevación: +11.30 m y tiene un espesor de 0.35 m. Los muros exteriores y divisores tienen un espesor de 0.30 m. El dintel de la cámara de entrada se localiza a la cota +16.80 m y la de los vasos de bombeos a la cota +17.50 m, ambos dinteles tienen un espesor de 0.20 m y aberturas para los accesos de mantenimiento y equipos.

La cámara de salida de fangos tiene unas dimensiones interiores de 8.60 m de largo y 3.00 m de ancho. La solera de cimentación a la cota +15.30 m tiene un espesor de 0.25 m y las paredes de 0.20 m. El dintel de la cámara a la cota +16.80 m tiene un espesor de 0.20 m y aberturas para los accesos a los equipos.

El polipasto de elevación de las bombas de vaciados tiene una capacidad de 0.50 tn. La viga carrilera IPE-160 está sustentada mediante tres pórticos compuesto por pilares tubulares cuadrados #50x3 y vigas IPE-80. Los pórticos anclan a la estructura de hormigón mediante placas de anclaje 100x 100 x 5 y 4 pernos D12 de 40 cm de longitud.

10.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



10.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio**

El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

Cota superior de vasos de bombeo:	+ 17,50 m
Cota superior de cámaras de entrada y de salida:	+ 16,80 m
Cota solera de cámara de entrada y vasos de bombeo:	+ 11,30 m
Cota solera de cámara de salida:	+ 15,30 m

- **Acciones del Agua**

Densidad del Agua:	1,00 T/m^3
Coeficiente de empuje:	1,00
Nivel de líquido en vasos de bombeo:	+ 16,85 m

- **Acciones del terreno**

Densidad del terreno:	2,00 T/m^3
Coeficiente de empuje Reposo:	0,50
Altura Terreno:	+ 16,65 m

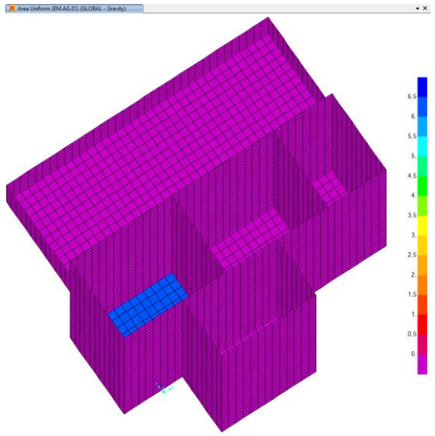
+ ACCIONES VARIABLES

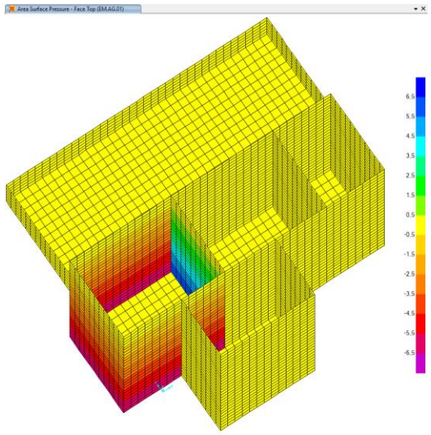
Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito:	1,00 Tn/m^2
Sobrecarga sobre dintel de dependencias:	0,10 Tn/m^2

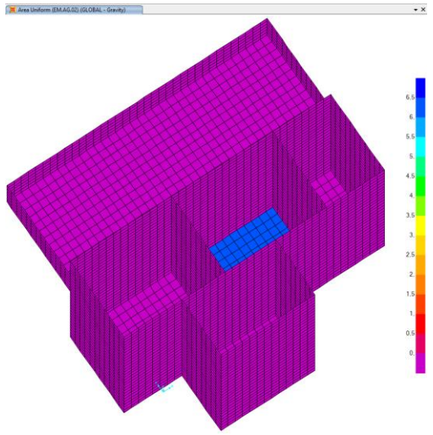
Así como la introducción de cargas consideras sobre el modelo:

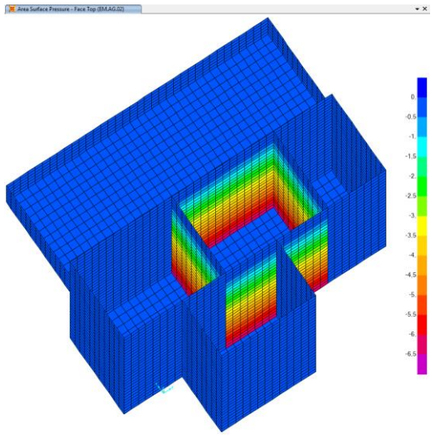
- Acción del agua en vasos llenos (Se considera 3 vasos de bombeo independientes con posibilidad de llenados y vaciados para labores de mantenimiento):

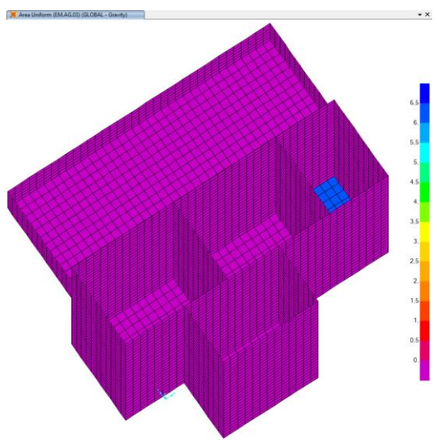
Peso = h m · 1,00 Tn/m^3 = h Tn/m^2 Empuje = h m x 1,00 Tn/m^3 x 1,00 = h Tn/m^2

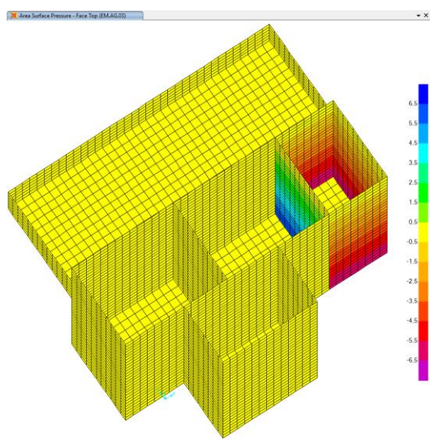




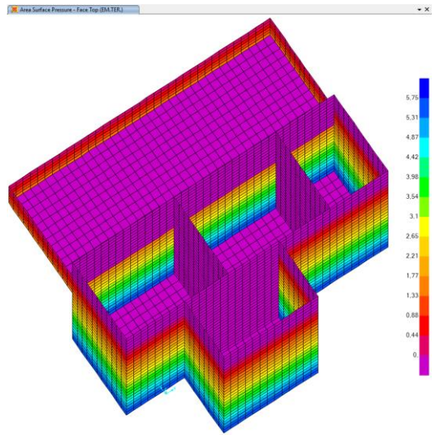


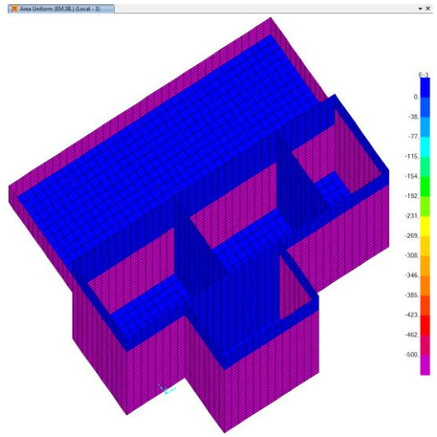




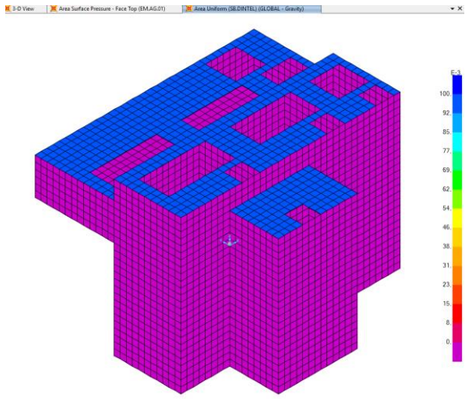


- Acción debido al empuje del terreno = h m x 2,00 Tn/m^3 x 0,50 = h Tn/m^2
- Acción del terreno debido a la sobrecarga = 1,00 Tn/m^3 x 0,50 = 0,50 Tn/m^2





- Sobrecarga en dinteles:



10.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 2000 Tn/m^3

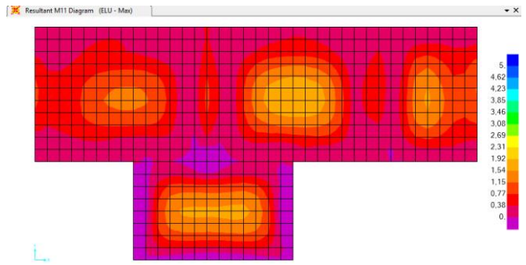
10.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 07 los listados obtenidos del software de cálculo.

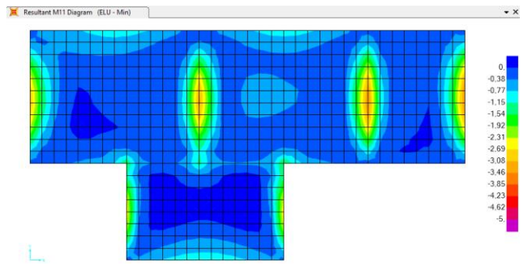
10.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- SOLERA +11.30 M (e=0.35M)

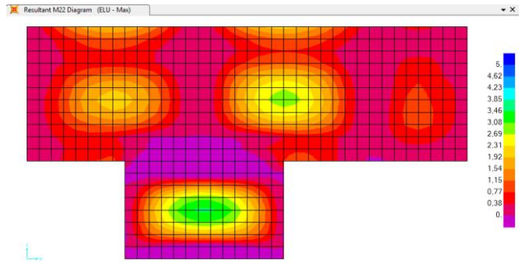
M11 (+) -> 2.00 Tn·m



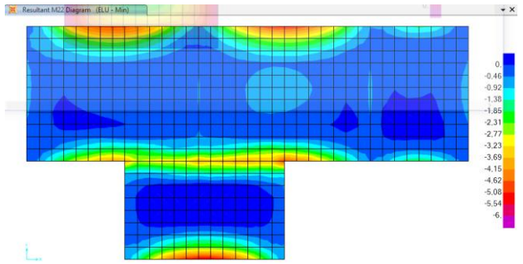
M11 (-) -> -3.30 Tn·m



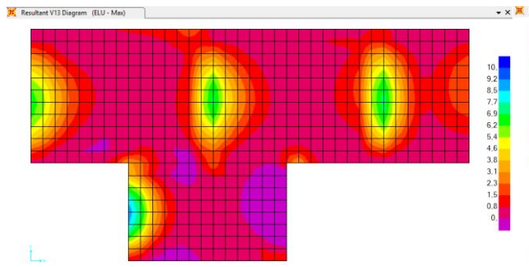
M22 (+) -> 3.50 Tn·m



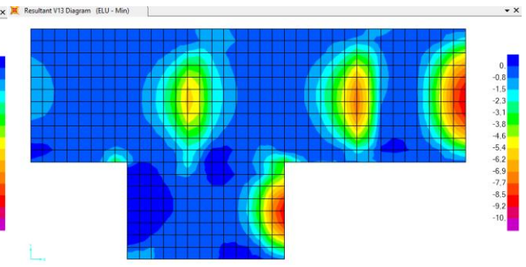
M22 (-) -> -5.50 Tn·m



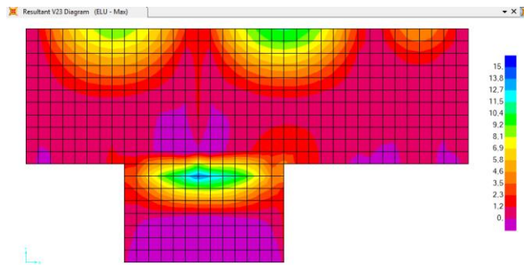
V13 (+) -> 7.70 Tn



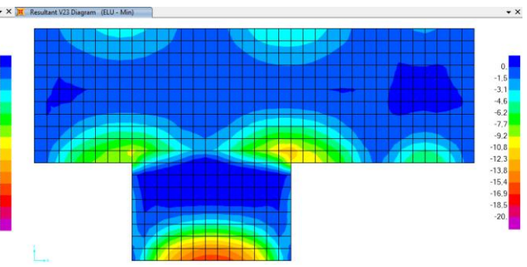
V13 (-) -> -7.70 Tn



V23 (+) -> 9.20 Tn

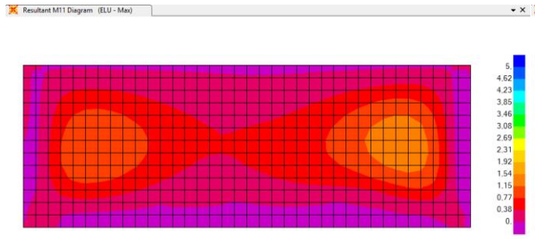


V23 (-) -> -11.00 Tn

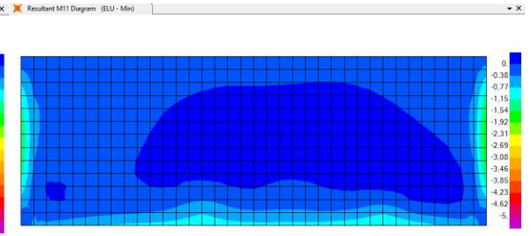


- SOLERA +15.30M (e=0.25M)

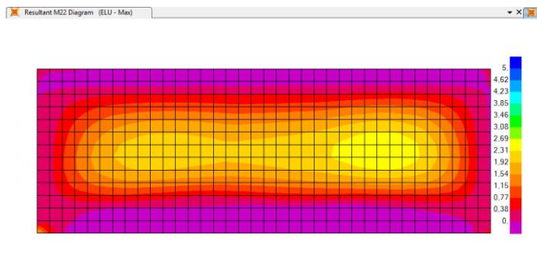
M11 (+) -> 2.20 Tn·m



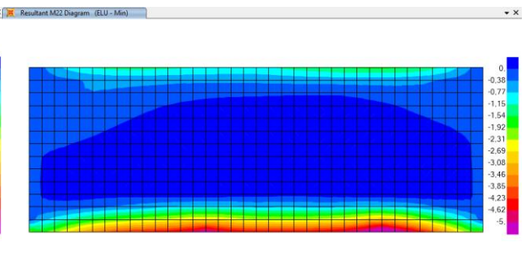
M11 (-) -> -2.00 Tn·m



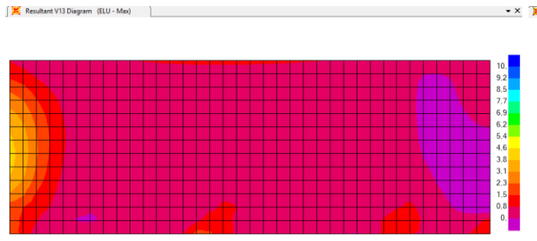
M22 (+) -> 3.20 Tn·m



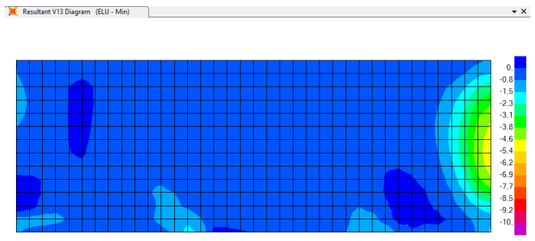
M22 (-) -> -4.60 Tn·m



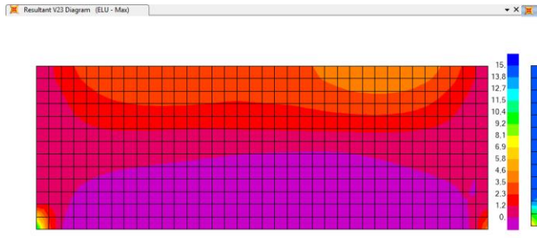
V13 (+) -> 3.50 Tn



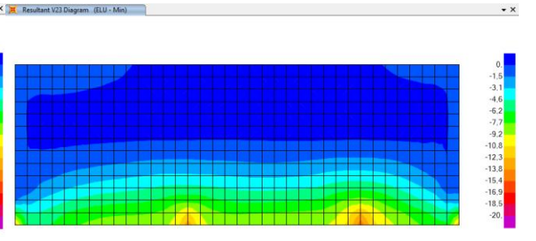
V13 (-) -> -4.50 Tn



V23 (+) -> 4.10 Tn

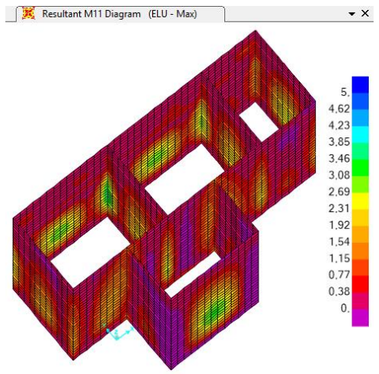


V23 (-) -> -10.00 Tn

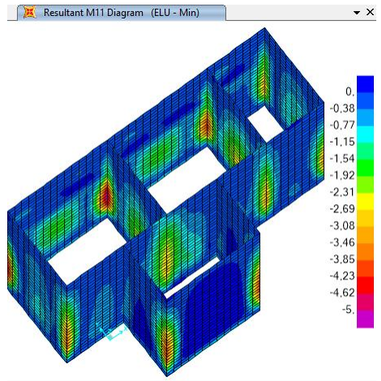


- MUROS (e=0.30M)

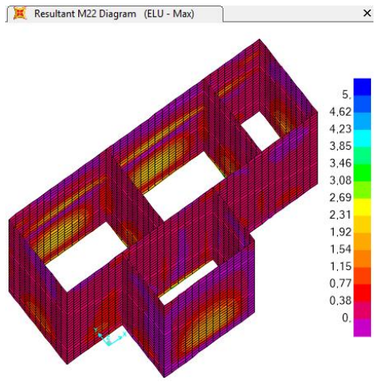
M11 (+) -> 2.00 Tn·m



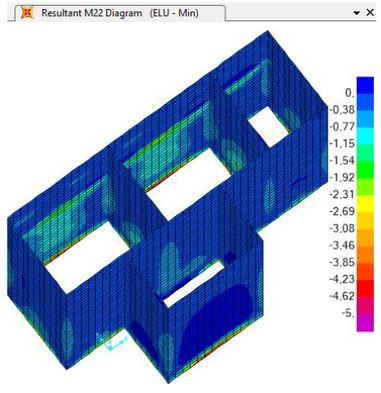
M11 (-) -> -3.30 Tn·m



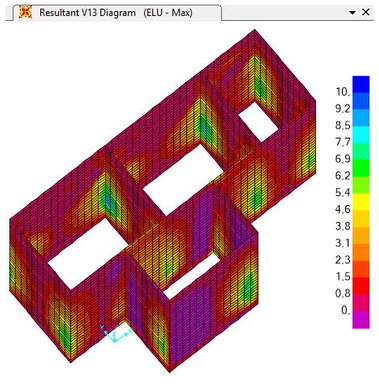
M22 (+) -> 3.50 Tn·m



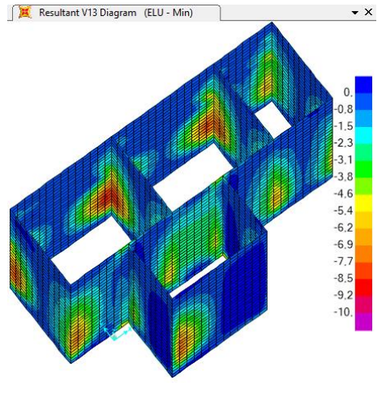
M22 (-) -> -5.50 Tn·m



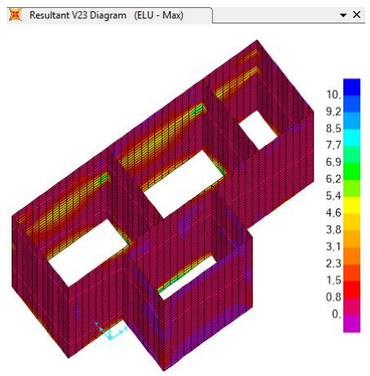
V13 (+) -> 7.70 Tn



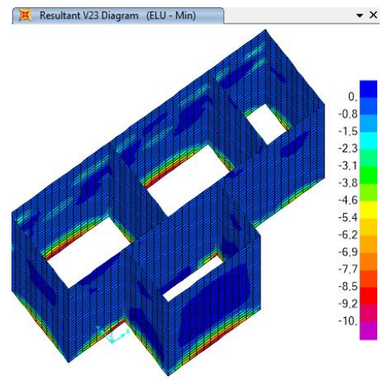
V13 (-) -> -7.70 Tn



V23 (+) -> 9.20 Tn



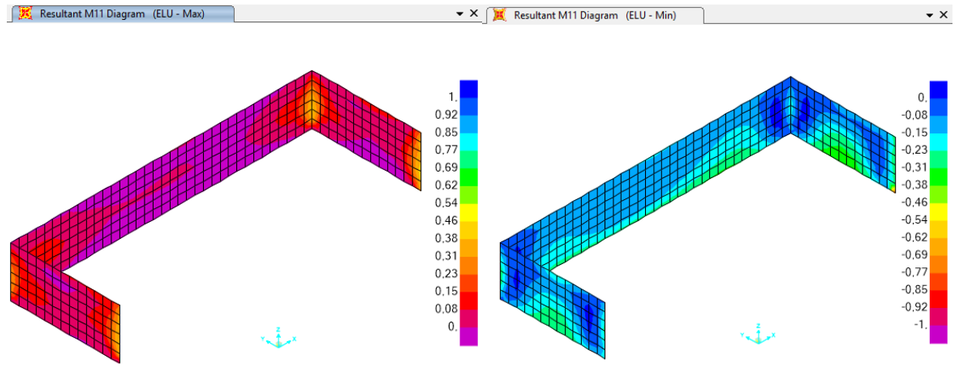
V23 (-) -> -11.00 Tn



- MUROS (e=0.20M)

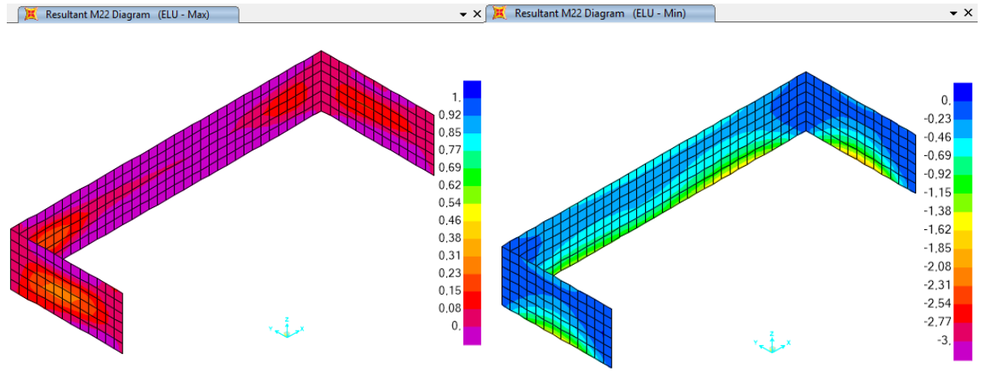
M11 (+) -> 0.50 Tn·m

M11 (-) -> -0.50 Tn·m

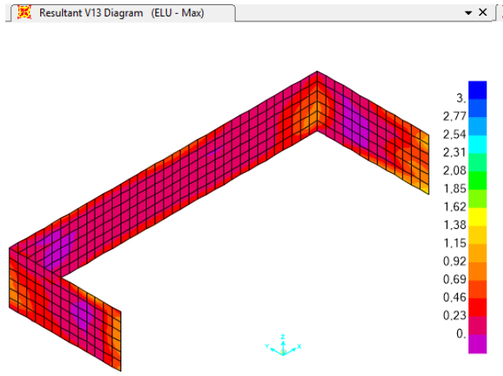


M22 (+) -> 0.50 Tn·m

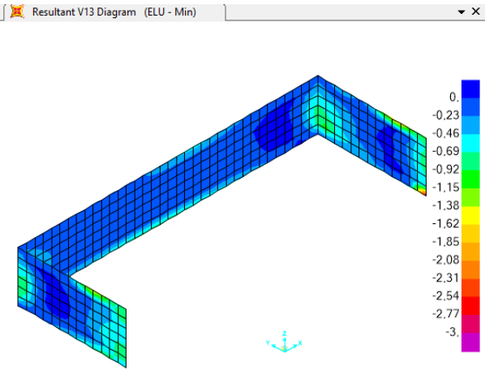
M22 (-) -> -2.00 Tn·m



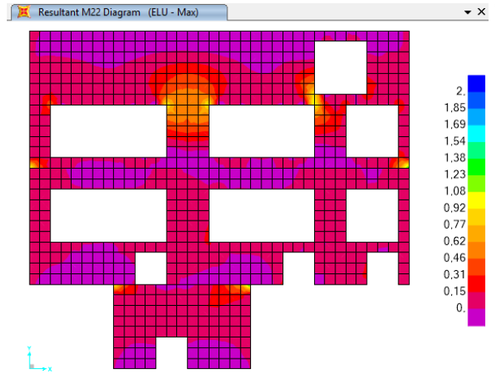
V13 (+) -> 1.50 Tn



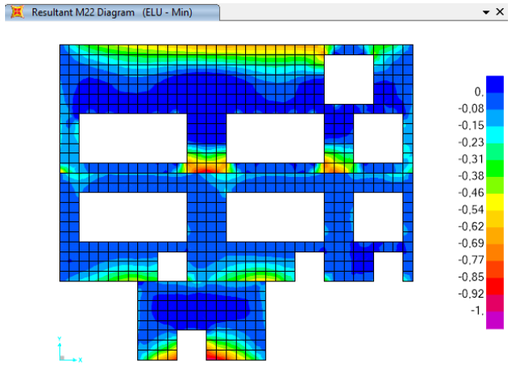
V13 (-) -> -2.00 Tn



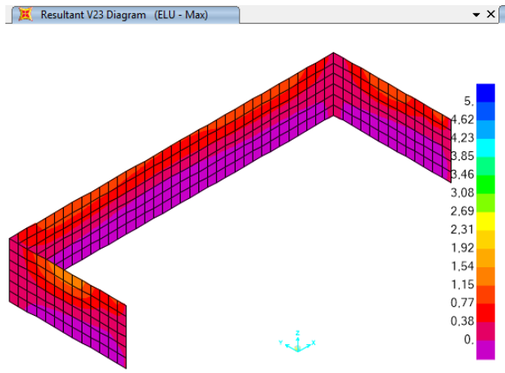
M22 (+) -> 1.00 Tn·m



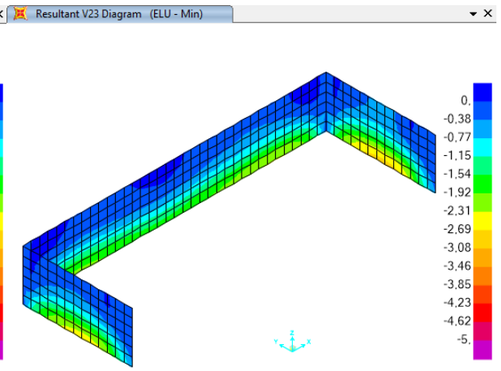
M22 (-) -> -1.00 Tn·m



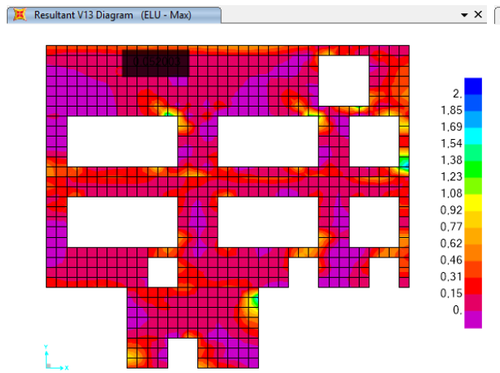
V23 (+) -> 1.50 Tn



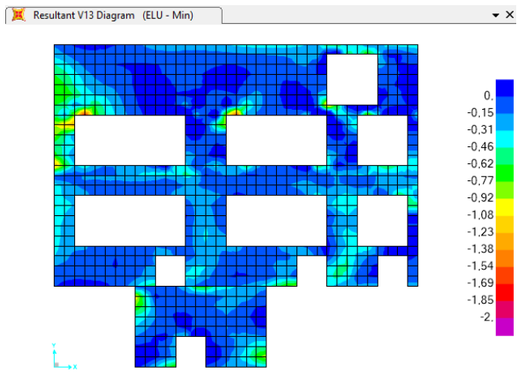
V23 (-) -> -3.50 Tn



V13 (+) -> 1.50 Tn

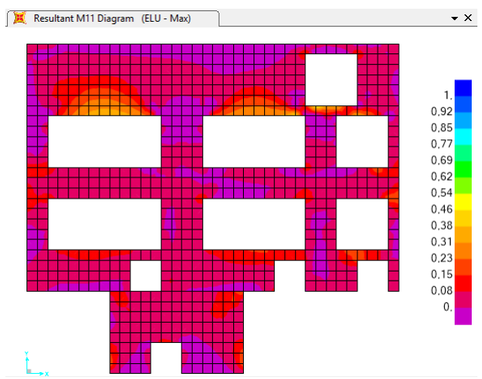


V13 (-) -> -1.50 Tn

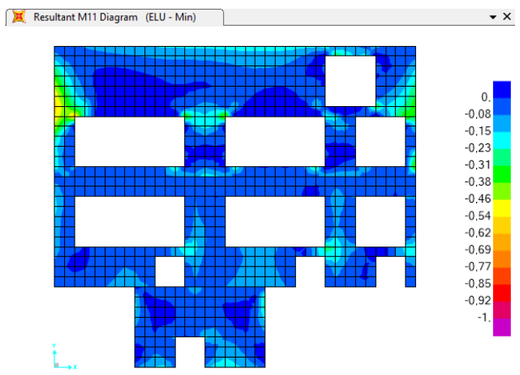


- **DINTELES (e=0.20M)**

M11 (+) -> 0.50 Tn·m

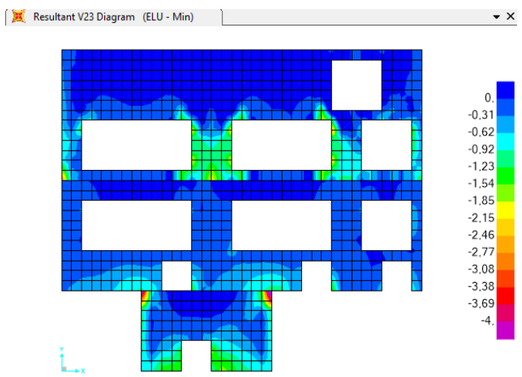


M11 (-) -> -0.50 Tn·m



V23 (+) -> 4.00 Tn

V23 (-) -> -4.00 Tn



10.4.2 ARMADOS

- **SOLERA +11.30 M (e = 0.35 m)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Super. M11(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	33,00
Cortante Vd (KN)	77,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,35
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,282
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	4794,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5950,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	118,49
Us1 mínima (KN)	146,61
Us Geométrica (KN)	136,96
Us Calculo (KN)	146,61
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1692,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,001
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	99,01 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	157,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	210,68
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	576,30
Alargamiento medio Esm	4,21E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,16 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Infer. M11(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	19,00
Cortante Vd (KN)	77,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,35
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,282
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	4794,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	5950,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	67,86
Us1 mínima (KN)	91,58
Us Geométrica (KN)	136,96
Us Calculo (KN)	136,96
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1692,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,001
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	99,01 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	157,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	122,99
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	585,38
Alargamiento medio Esm	2,46E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,09 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super. M22(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	55,00
Cortante Vd (KN)	110,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,35
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,282
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	4794,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5950,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	199,17
Us1 mínima (KN)	210,84
Us Geométrica (KN)	136,96
Us Calculo (KN)	210,84
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1692,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	113,38 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	157,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	239,15
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	395,04
Alargamiento medio Esm	4,78E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,18 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer.M22(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	35,00
Cortante Vd (KN)	92,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,35
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,282
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	4794,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	5950,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	125,76
Us1 mínima (KN)	153,59
Us Geométrica (KN)	136,96
Us Calculo (KN)	153,59
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1692,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	113,38 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	157,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,96
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	153,46
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	399,03
Alargamiento medio Esm	3,07E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,11 No fisura

- **SOLERA +15.30M (e = 0.25 m)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Super. M11(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	20,00
Cortante Vd (KN)	45,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	111,91
Us1 minima (KN)	124,86
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	124,86
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	188,40
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	432,09
Alargamiento medio Esm	3,77E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,13 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Infer. M11(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	22,00
Cortante Vd (KN)	35,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	123,34
Us1 minima (KN)	132,77
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	132,77
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	215,38
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	450,15
Alargamiento medio Esm	4,31E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,14 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super. M22(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	16,00
Cortante Vd (KN)	35,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	89,20
Us1 minima (KN)	106,47
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	106,47
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	150,72
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	432,09
Alargamiento medio Esm	3,01E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super. M22(-)_BASE+REF

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	46,00
Cortante Vd (KN)	110,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	264,01
Us1 minima (KN)	264,01
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	264,01
Armadura Us1	
Diámetro	12,00 B_D12/30
Nº de Barras	10,00 RI_D12/30
Losa =1,Viga =0	1,00 RII_D12/30
Separación Barras (cm)	10,00
Us Colocada (KN) Us1	491,73 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,006
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	118,62 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	62,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	15,32
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	160,13
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	163,22
Alargamiento medio Esm	3,85E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 No fisura

- **MUROS (e=0.30M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer.M22(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	32,00
Cortante Vd (KN)	45,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	181,13
Us1 mínima (KN)	181,13
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	181,13
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	215,68
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	311,65
Alargamiento medio Esm	4,31E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,14 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. EXT(+)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	35,00
Cortante Vd (KN)	90,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	153,86
Us1 mínima (KN)	167,02
Us Geométrica (KN)	208,70
Us Calculo (KN)	208,70
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	104,21 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	182,80
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	348,42
Alargamiento medio Esm	3,66E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,13 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. INT(-)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	54,00
Cortante Vd (KN)	90,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	240,06
Us1 mínima (KN)	240,06
Us Geométrica (KN)	208,70
Us Calculo (KN)	240,06
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	104,21 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	282,03
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	348,42
Alargamiento medio Esm	5,64E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,20 No fisura

- **MUROS (e=0.20M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.		
M22 VERT.EXT(+)_BASE		
Ambiente		Qb
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad		1,50
M.Flector Md (KNm)		25,00
Cortante Vd (KN)		85,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)		1,00
Canto h (m)		0,30
Recubrimiento (cm)		5,00
Canto útil d (m)		0,232
d'(m)		0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)		3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)		0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)		30,00
Coef. de Seguridad		1,50
Fcd(N / mm2)		20,00
Fctk (N/mm2)		2,03
Fctm (N/mm2)		2,90
Acero Fyk (N/mm2)		500,00
Coef. de Seguridad		1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)		3944,00
Uv (KN)		2312,00
Ua (KN)		5100,00
Us2 (KN)		0,00
Us1 (KN)		109,27
Us1 mínima (KN)		131,74
Us Geométrica (KN)		117,39
Us Calculo (KN)		131,74
Armadura Us1		
Diámetro		12,00
Nº de Barras		5,00
Losa =1,Viga =0		1,00
Separación Barras (cm)		20,00
Us Colocada (KN) Us1		245,86 Cumple
Armadura Us2		
Diámetro		12,00
Nº de Barras		5,00
Separación Barras (cm)		20,00
Us Colocada (KN) Us2		245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)		0,00
Angulo armaduras a		90,00
Angulo Bielas Compresión q		45,00
Coeficiente Axil K		1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)		1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)		1,00
Cuantía Geométrica rl		0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)		104,21 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)		0,00
Separación máxima Cercos (mm)		0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)		0,00
Diámetro Cercos (mm)		0,00
Separación (mm)		0,00
Nº Ramas		0,00
Cuantía Colocada (KN/m)		0,00 Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2		1,00
Abertura de fisura admisible (mm)		0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0		0,00
Ac,eficaz (cm2)		135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)		20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)		130,57
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)		348,42
Alargamiento medio Esm		2,61E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)		0,09 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.		
M22 VERT.INT(-)_BASE		
Ambiente		Qb
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad		1,50
M.Flector Md (KNm)		50,00
Cortante Vd (KN)		100,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)		1,00
Canto h (m)		0,30
Recubrimiento (cm)		5,00
Canto útil d (m)		0,232
d'(m)		0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)		3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)		0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)		30,00
Coef. de Seguridad		1,50
Fcd(N / mm2)		20,00
Fctk (N/mm2)		2,03
Fctm (N/mm2)		2,90
Acero Fyk (N/mm2)		500,00
Coef. de Seguridad		1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)		3944,00
Uv (KN)		2312,00
Ua (KN)		5100,00
Us2 (KN)		0,00
Us1 (KN)		221,75
Us1 mínima (KN)		221,75
Us Geométrica (KN)		117,39
Us Calculo (KN)		221,75
Armadura Us1		
Diámetro		12,00
Nº de Barras		5,00
Losa =1,Viga =0		1,00
Separación Barras (cm)		20,00
Us Colocada (KN) Us1		245,86 Cumple
Armadura Us2		
Diámetro		12,00
Nº de Barras		5,00
Separación Barras (cm)		20,00
Us Colocada (KN) Us2		245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)		0,00
Angulo armaduras a		90,00
Angulo Bielas Compresión q		45,00
Coeficiente Axil K		1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)		1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)		1,00
Cuantía Geométrica rl		0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)		104,21 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)		0,00
Separación máxima Cercos (mm)		0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)		0,00
Diámetro Cercos (mm)		0,00
Separación (mm)		0,00
Nº Ramas		0,00
Cuantía Colocada (KN/m)		0,00 Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2		1,00
Abertura de fisura admisible (mm)		0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0		0,00
Ac,eficaz (cm2)		135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)		20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)		261,14
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)		348,42
Alargamiento medio Esm		5,22E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)		0,18 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.		
M11 HORIZ. EXT(+)		
Ambiente		Qb
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad		1,50
M.Flector Md (KNm)		5,00
Cortante Vd (KN)		15,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)		1,00
Canto h (m)		0,20
Recubrimiento (cm)		5,00
Canto útil d (m)		0,132
d'(m)		0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)		3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)		1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)		30,00
Coef. de Seguridad		1,50
Fcd(N / mm2)		20,00
Fctk (N/mm2)		2,03
Fctm (N/mm2)		2,90
Acero Fyk (N/mm2)		500,00
Coef. de Seguridad		1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)		2244,00
Uv (KN)		2312,00
Ua (KN)		3400,00
Us2 (KN)		0,00
Us1 (KN)		38,20
Us1 mínima (KN)		50,40
Us Geométrica (KN)		139,13
Us Calculo (KN)		139,13
Armadura Us1		
Diámetro		12,00
Nº de Barras		3,33
Losa =1,Viga =0		1,00
Separación Barras (cm)		30,03
Us Colocada (KN) Us1		163,75 Cumple
Armadura Us2		
Diámetro		12,00
Nº de Barras		3,33
Separación Barras (cm)		30,03
Us Colocada (KN) Us2		163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)		0,00
Angulo armaduras a		90,00
Angulo Bielas Compresión q		45,00
Coeficiente Axil K		1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)		792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)		1,00
Cuantía Geométrica rl		0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)		72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)		0,00
Separación máxima Cercos (mm)		0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)		0,00
Diámetro Cercos (mm)		0,00
Separación (mm)		0,00
Nº Ramas		0,00
Cuantía Colocada (KN/m)		0,00 Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2		1,00
Abertura de fisura admisible (mm)		0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0		0,00
Ac,eficaz (cm2)		90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)		18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)		60,82
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)		355,16
Alargamiento medio Esm		1,22E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)		0,04 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.		
M11 HORIZ. INT(-)		
Ambiente		Qb
ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad		1,50
M.Flector Md (KNm)		5,00
Cortante Vd (KN)		20,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)		1,00
Canto h (m)		0,20
Recubrimiento (cm)		5,00
Canto útil d (m)		0,132
d'(m)		0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)		3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)		1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)		30,00
Coef. de Seguridad		1,50
Fcd(N / mm2)		20,00
Fctk (N/mm2)		2,03
Fctm (N/mm2)		2,90
Acero Fyk (N/mm2)		500,00
Coef. de Seguridad		1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)		2244,00
Uv (KN)		2312,00
Ua (KN)		3400,00
Us2 (KN)		0,00
Us1 (KN)		38,20
Us1 mínima (KN)		50,40
Us Geométrica (KN)		139,13
Us Calculo (KN)		139,13
Armadura Us1		
Diámetro		12,00
Nº de Barras		3,33
Losa =1,Viga =0		1,00
Separación Barras (cm)		30,03
Us Colocada (KN) Us1		163,75 Cumple
Armadura Us2		
Diámetro		12,00
Nº de Barras		3,33
Separación Barras (cm)		30,03
Us Colocada (KN) Us2		163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)		0,00
Angulo armaduras a		90,00
Angulo Bielas Compresión q		45,00
Coeficiente Axil K		1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)		792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)		1,00
Cuantía Geométrica rl		0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)		72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)		0,00
Separación máxima Cercos (mm)		0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)		0,00
Diámetro Cercos (mm)		0,00
Separación (mm)		0,00
Nº Ramas		0,00
Cuantía Colocada (KN/m)		0,00 Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2		1,00
Abertura de fisura admisible (mm)		0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0		0,00
Ac,eficaz (cm2)		90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)		18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)		60,82
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)		355,16
Alargamiento medio Esm		1,22E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)		0,04 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(+)_BASE

Ambiente | Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	5,00
Cortante Vd (KN)	15,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	38,20
Us1 mínima (KN)	50,40
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	78,26
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	60,82
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	355,16
Alargamiento medio Esm	1,22E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,04 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.INT(-)_BASE

Ambiente | Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	20,00
Cortante Vd (KN)	35,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	157,01
Us1 mínima (KN)	157,01
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	157,01
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,30
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,30
Us Colocada (KN) Us1	162,27 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,07 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	245,03
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	357,70
Alargamiento medio Esm	4,90E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,15 No fisura

- **DINTELES (e=0.20M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. EXT(+)

Ambiente | Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	5,00
Cortante Vd (KN)	15,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	38,20
Us1 mínima (KN)	50,40
Us Geométrica (KN)	139,13
Us Calculo (KN)	139,13
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	60,82
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	355,16
Alargamiento medio Esm	1,22E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,04 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. INT(-)

Ambiente | Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	5,00
Cortante Vd (KN)	15,00

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15

CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	38,20
Us1 mínima (KN)	50,40
Us Geométrica (KN)	139,13
Us Calculo (KN)	139,13
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple

CALCULO A CORTANTE

Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple

FISURACIÓN

F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	60,82
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	355,16
Alargamiento medio Esm	1,22E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,04 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	10,00
Cortante Vd (KN)	40,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	77,08
Us1 mínima (KN)	87,49
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	87,49
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	121,63
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	355,16
Alargamiento medio Esm	2,43E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,08 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.INT(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	10,00
Cortante Vd (KN)	40,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	77,08
Us1 mínima (KN)	87,49
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	87,49
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,30
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,30
Us Colocada (KN) Us1	162,27 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,07 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	122,51
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	357,70
Alargamiento medio Esm	2,45E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,08 No fisura

- RESUMEN

- Solera +11.30m (e = 0.35 m):

Armadura Longitudinales Superior / Inferior: D12/0,30 m

Armadura Transversales Superior / Inferior: D12/0,20 m

- Solera +15.30m (e = 0.25 m):

Armadura Longitudinales Superior / Inferior: D12/0,30 m

Armadura Transversales Superior: D12/0,30 m

Armadura Trans. Inferior: Base D12/0,20 + Ref. D12/0,20 m (L=2.00m)

- Muros (e = 0.30 m):

Armaduras Interiores: # D12/0,20 m

Armadura Exteriores: # D12/0,20 m

- Muros (e = 0.20 m):

Armaduras Interiores: # D12/0,30 m

Armadura Exteriores: # D12/0,30 m

- Dinteles (e = 0.20 m):

Armaduras Superiores: # D12/0,30 m

Armaduras Inferiores: # D12/0,30 m

11. LABERINTO DE CLORACIÓN Y GRUPO DE PRESIÓN

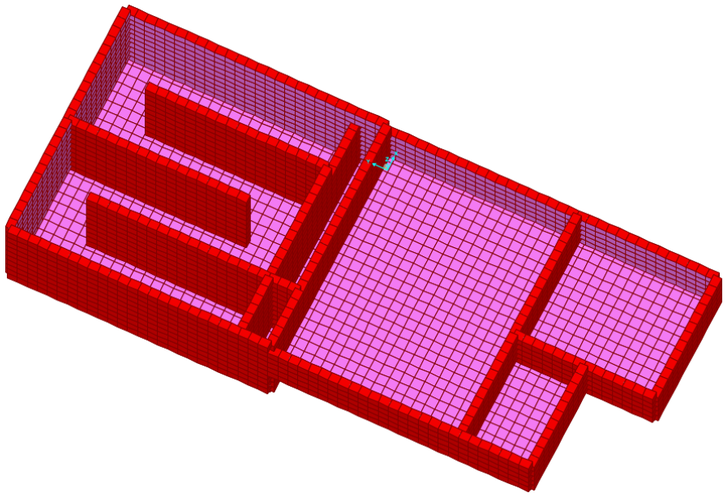
El laberinto de cloración está compuesto por un vaso principal de dimensiones interiores 5.50 m de largo, 2.30 m de altura y 4 canales de 1.25 m de ancho. La estructura está resuelta mediante muros perimetrales de 0.20 m, tres muros longitudinales divisores de 0.20 m y losa de cimentación de 0.25 m de espesor.

La entrada y salida de agua, se realiza a través de dos arquetas anexas a uno de los laterales, cuyas dimensiones interiores son de 0.60 m de ancho y longitud de 1.25 m ó 4.15 m, con profundidad análoga a la del vaso central; 2.30 m. Las paredes de las arquetas y la losa de cimentación tienen los mismos espesores que el vaso central; 0.20 y 0.25 m respectivamente.

Anexo al laberinto de cloración se localiza la caseta de grupo de presión. La estructura de ésta se resuelta mediante muros de bloques de hormigón 20 x 20 x 40 y forjado de losa maciza de 20 cm de espesor. La cimentación, mediante losa de 25 cm, se localiza a la cota +15.50 m. La contención de tierras entre la urbanización y losa de cimentación se realiza mediante muro perimetral de hormigón armado de 20 cm de espesor y desde cuya coronación parte el cerramiento de bloque de la caseta.

11.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



11.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio**

  El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

  Cota superior de muros de laberinto de cloración: + 16,80 m

  Cota superior de muros de caseta de grupo de presión: + 16,65 m

  Cota superior de forjado de caseta de grupo de presión: + 19,60 m

  Cota solera de laberinto de cloración: + 14,50 m

  Cota solera de caseta de grupo de presión: + 15,50 m

  Cubierta plana caseta, recrecido, con impermeabilización vista protegida 150 kg/m^2

- **Acciones del Agua**

  Densidad del Agua: 1,00 T/m^3

  Coeficiente de empuje: 1,00

  Nivel de líquido en laberinto de cloración: + 16,37 m

- **Acciones del terreno**

  Densidad del terreno: 2,00 T/m^3

  Coeficiente de empuje Reposo: 0,50

  Altura Terreno: + 16,65 m

- Sobrecarga cubierta caseta: Accesible únicamente para conservación: 100 kg/m^2

+ ACCIONES VARIABLES

Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito: 1,00 Tn/m^2

Sobrecarga sobre dintel de dependencias: 0,10 Tn/m^2

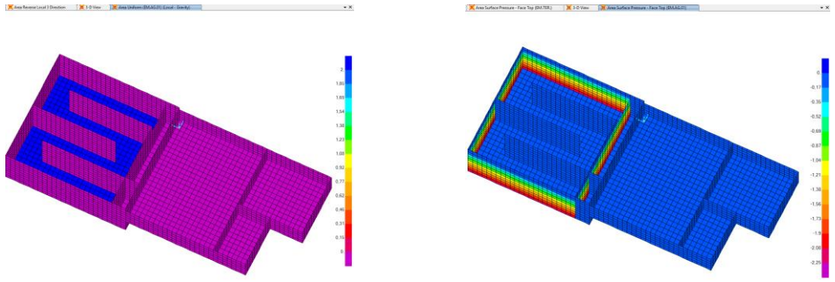
Así como la introducción de cargas consideras sobre el modelo:

- Acción de la estructura de la caseta. Se considera una carga lineal en coronación de muros de hormigón de 1,60 Tn·pml

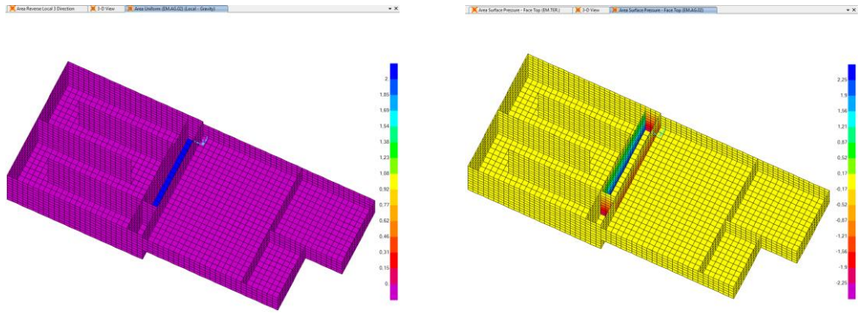
- Acción del agua en vasos llenos (Se considera 5 vasos independientes en la estructura con posibilidad de llenados y vaciados para labores de mantenimiento):

Peso = h m · 1,00 Tn/m^3 = h Tn/m^2 Empuje = h m x 1,00 Tn/m^3 x 1,00 = h Tn/m^2

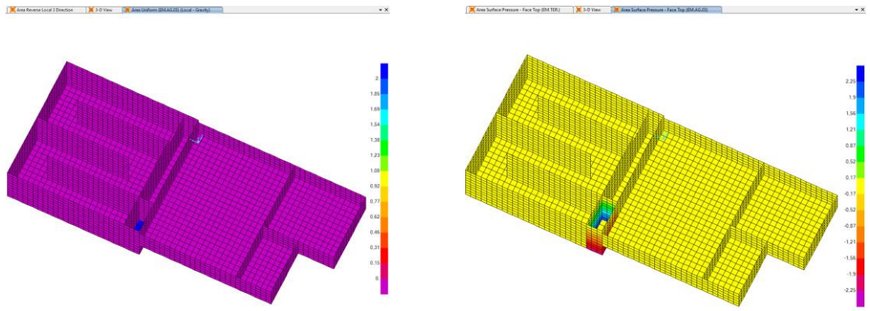
- Vaso 01: canales de laberinto de cloración.



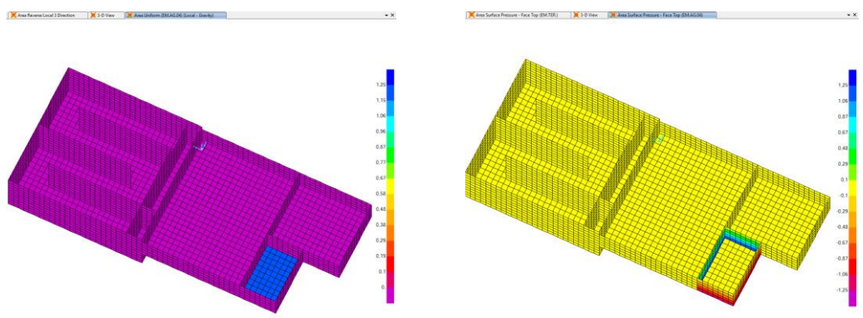
- Vaso 02: Canal de salida.



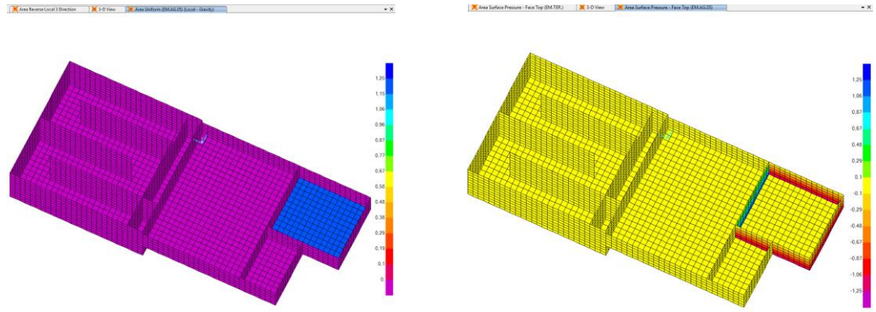
- Vaso 03: Arqueta de bombeo



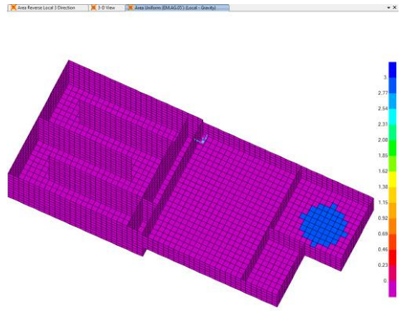
- Vaso 04: Aljibe



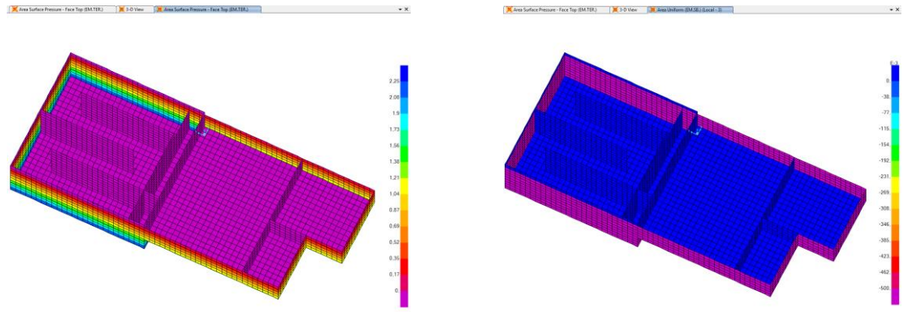
- Vaso 05: Posible rotura de depósito



- Vaso 05´: Depósito de Almacenamiento de Hipoclorito



- Acción debido al empuje del terreno (H.Máx. ≈ 4,00 m) = h m x 2,00 Tn/m^3 x 0,50 = h Tn/m^2
- Acción del terreno debido a la sobrecarga = 1,00 Tn/m^3 x 0,50 = 0,50 Tn/m^2



11.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecni. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 2000 Tn/m^3

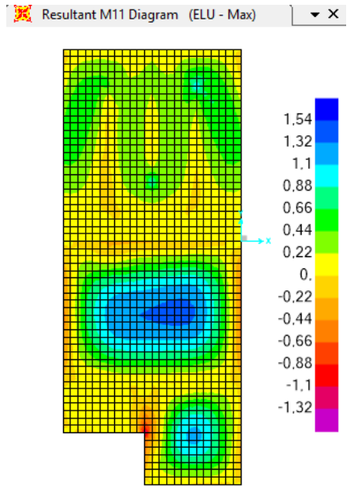
11.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 09 los listados obtenidos del software de cálculo.

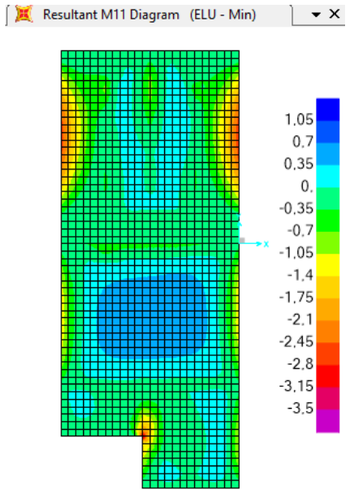
11.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- SOLERA (e = 0.25 M)

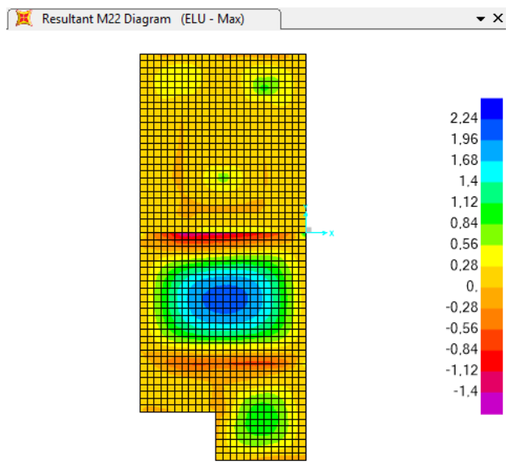
M11 (+) -> 1.75 Tn·m



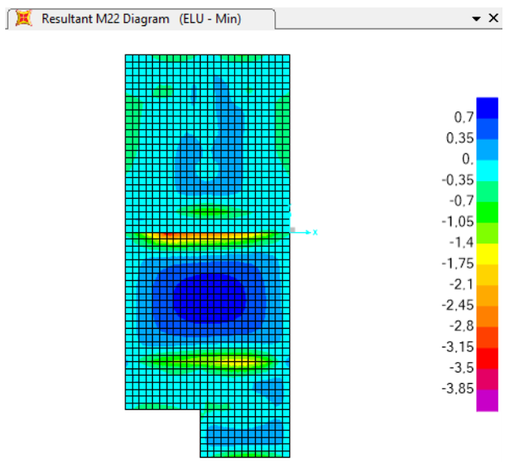
M11 (-) -> -3.15 Tn·m



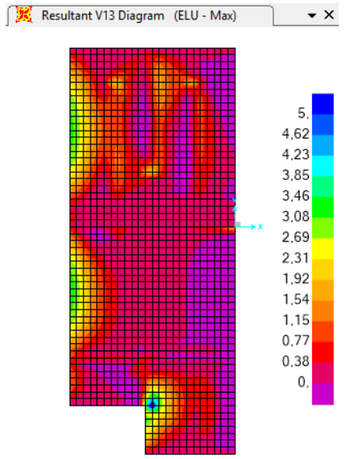
M22 (+) -> 2.15 Tn·m



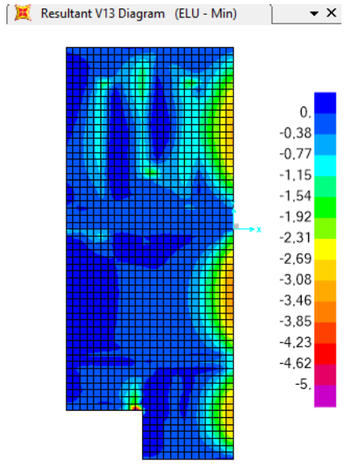
M22 (-) -> -3.85 Tn·m



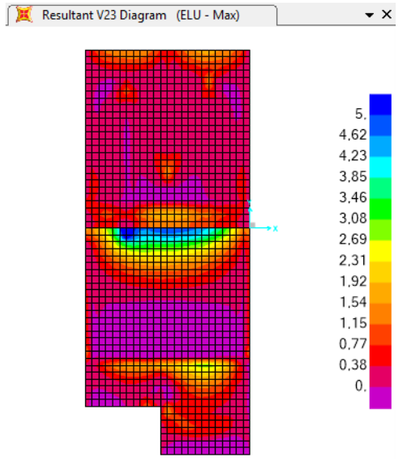
V13 (+) -> 3.30 Tn



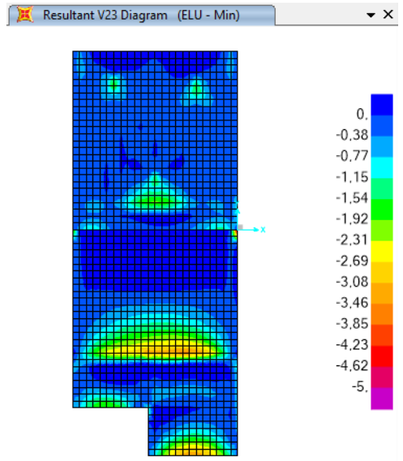
V13 (-) -> -3.60 Tn



V23 (+) -> 4.80 Tn

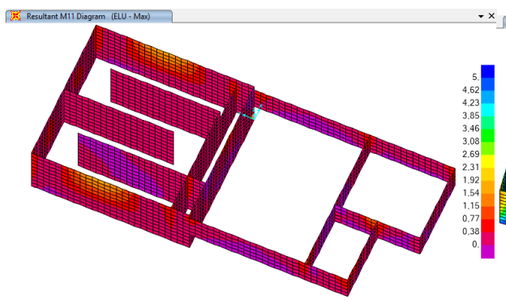


V23 (-) -> -3.60 Tn

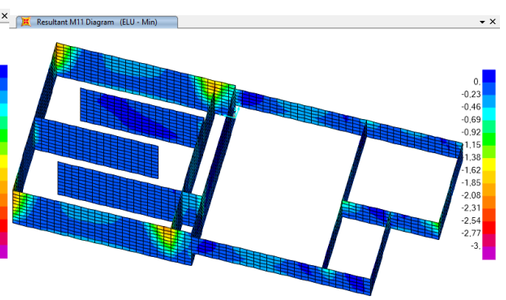


- MUROS (e = 0.20 M)

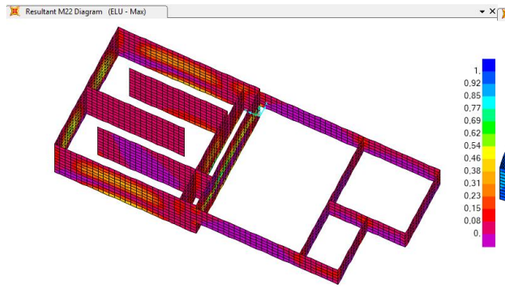
M11 (+) -> 2.00 Tn·m



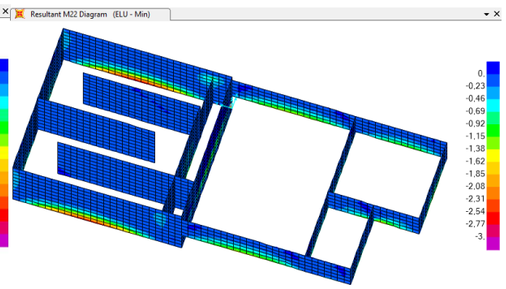
M11 (-) -> -3.30 Tn·m



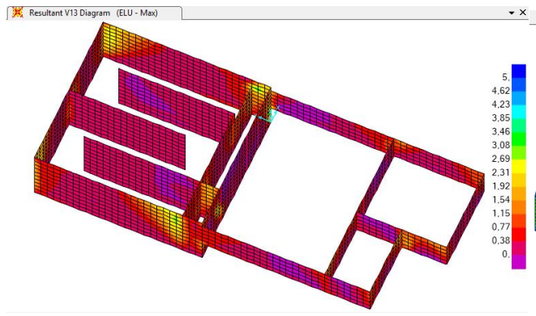
M22 (+) -> 3.50 Tn·m



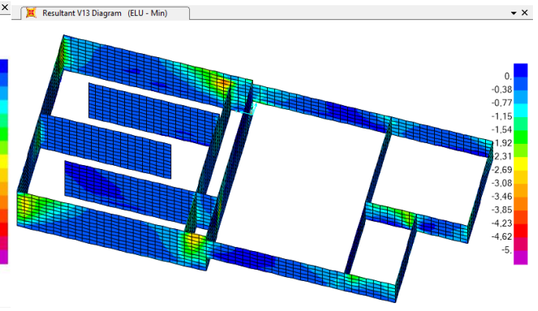
M22 (-) -> -5.50 Tn·m



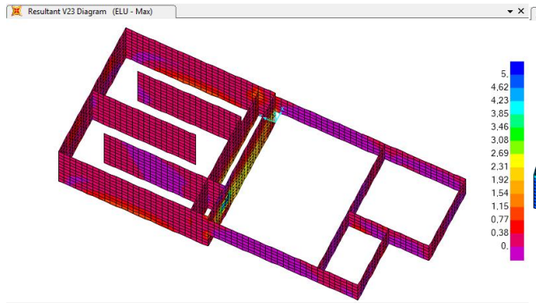
V13 (+) -> 7.70 Tn



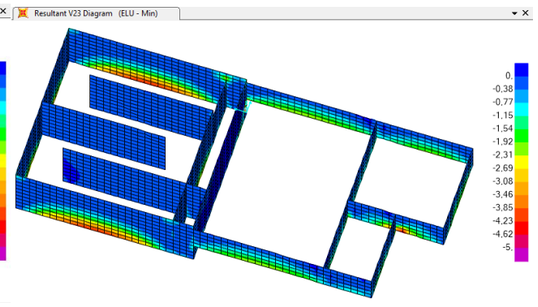
V13 (-) -> -7.70 Tn



V23 (+) -> 9.20 Tn



V23 (-) -> -11.00 Tn



11.4.2 ARMADOS

- **SOLERA (e = 0,25 M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.
Long. Super. M11(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	31,50
Cortante Vd (KN)	36,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	178,21
Us1 mínima (KN)	178,21
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	178,21
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	204,75
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	299,98
Alargamiento medio Esm	4,09E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,14 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.
Long. Infer. M11(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	17,50
Cortante Vd (KN)	33,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	97,70
Us1 mínima (KN)	113,77
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	113,77
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	117,29
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	310,26
Alargamiento medio Esm	2,35E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,08 No fisura

- **MUROS (e = 0,20 M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super. M22(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	38,50
Cortante Vd (KN)	36,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	219,31
Us1 mínima (KN)	219,31
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	219,31
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	250,24
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	299,98
Alargamiento medio Esm	5,00E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,17 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer.M22(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	38,50
Cortante Vd (KN)	36,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	219,31
Us1 mínima (KN)	219,31
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	219,31
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	258,04
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	310,26
Alargamiento medio Esm	5,16E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,17 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. EXT(+)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	17,50
Cortante Vd (KN)	38,50
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	136,74
Us1 mínima (KN)	136,74
Us Geométrica (KN)	139,13
Us Calculo (KN)	139,13
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,77 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	145,87
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	244,37
Alargamiento medio Esm	2,92E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,09 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M11 HORIZ. INT(-)

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	22,50
Cortante Vd (KN)	38,50
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,600
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	177,47
Us1 mínima (KN)	177,47
Us Geométrica (KN)	139,13
Us Calculo (KN)	177,47
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,77 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	187,55
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	244,37
Alargamiento medio Esm	3,75E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,12 No fisura

- **CUBIERTA (e = 0,20 M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	8,00
Cortante Vd (KN)	50,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	61,45
Us1 mínima (KN)	74,29
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	78,26
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,77 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	66,68
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	244,37
Alargamiento medio Esm	1,33E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,04 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.INT(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	28,00
Cortante Vd (KN)	46,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	223,22
Us1 mínima (KN)	223,22
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	223,22
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,77 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	233,39
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	244,37
Alargamiento medio Esm	5,27E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,16 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

CUBIERTA 20 CM

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	26,00
Cortante Vd (KN)	13,40
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	206,47
Us1 mínima (KN)	206,47
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	206,47
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,004
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,77 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	216,72
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	244,37
Alargamiento medio Esm	4,33E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,14 No fisura

- RESUMEN

- Soleras (e = 0,25 m):

Armaduras Superiores: # D12/0,20 m

Armaduras Inferiores: # D12/0,20 m

- Muros (e = 0,20 m):

Armaduras Interiores: # D12/0,20 m

Armadura Exteriores: # D12/0,20 m

- Forjado Cubierta (e = 0,20 m):

Armaduras Superiores: # D12/0,20 m

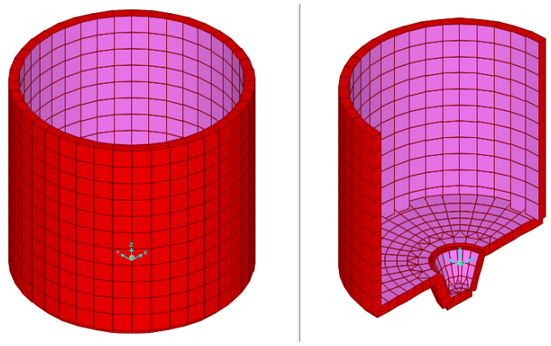
Armaduras Inferiores: # D12/0,20 m

12. ESPESADOR DE FANGO

El espesador de fangos está compuesto por un vaso cilíndrico de 4,50 m de diámetro interior y 4,17 m de altura hasta punto bajo de solera. La estructura está resuelta mediante muros perimetral de 0.25 m. de espesor y losa de cimentación de 0.30 m. de espesor.

12.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye varias imágenes del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



12.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio**

  El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

  Cota superior de muros exteriores: + 19,80 m

  Cota de punto bajo de la solera: + 15,63 m

- **Acciones del Agua**

  Densidad del Agua: 1,00 T/m^3

  Coeficiente de empuje: 1,00

  Cota de llenado del vaso: + 19,30 m

- **Acciones del terreno**

  Densidad del terreno: 2,00 T/m^3

  Coeficiente de empuje Reposo: 0,50

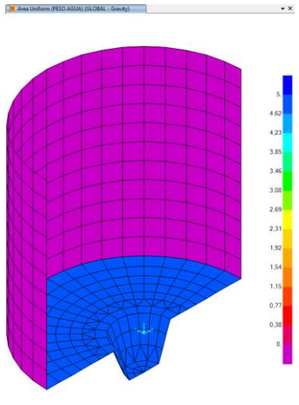
  Cota del terreno: +16,65 m

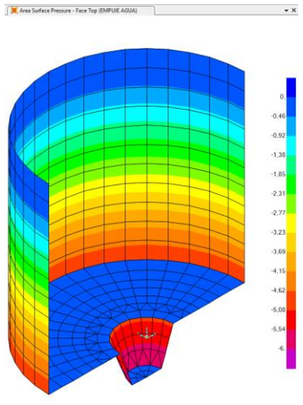
+ ACCIONES VARIABLES

Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito 1,00 Tn/m^2

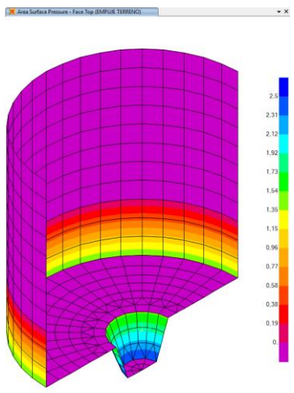
Así como la introducción de cargas consideras sobre el modelo:

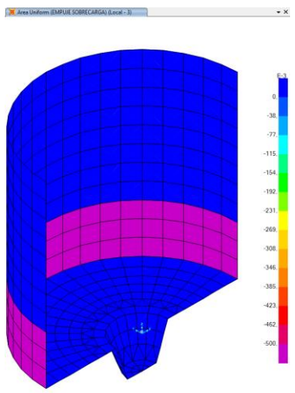
Ac. Agua: Peso = 4,0 m · 1,0Tn/m^3 = 4,0Tn/m^2 Empuje = hm x 1,0Tn/m^3 x 1,0 = h Tn/m^2





Ac. terreno: Emp = h · 2,0Tn/m^3 · 0,5 = h Tn/m^2 Ac. Sb: Emp. = 1,0Tn/m^2 · 0,5 = 0,5Tn/m^2





12.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 2000 Tn/m^3

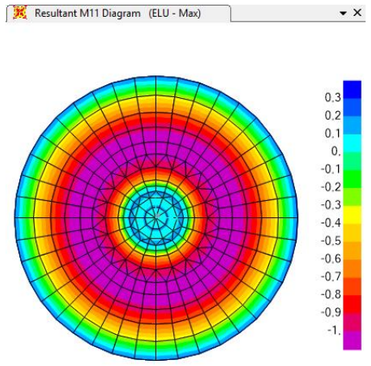
12.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 10 los listados obtenidos del software de cálculo.

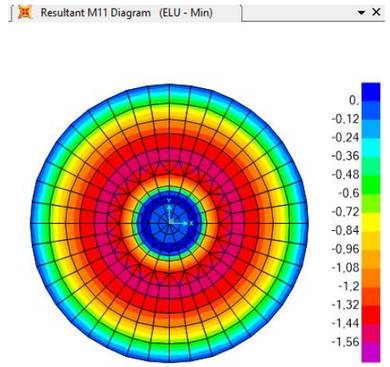
12.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- **LOSA DE FONDO**

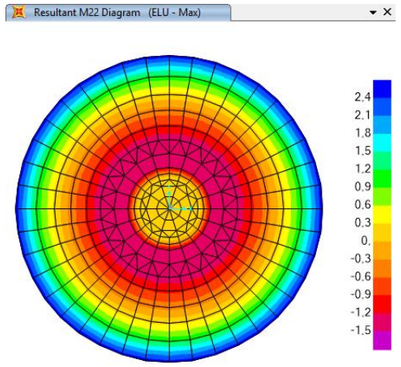
M11 (+) -> 0,20 Tn·m



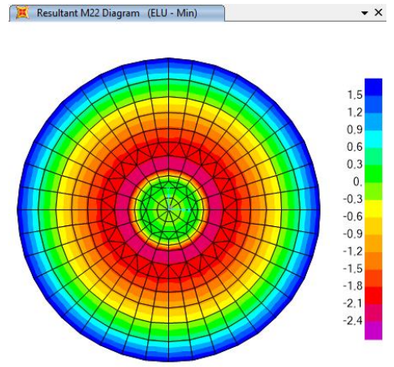
M11 (-) -> -1,60 Tn·m



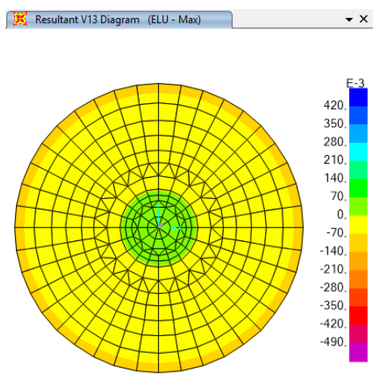
M22 (+) -> 2,55 Tn·m



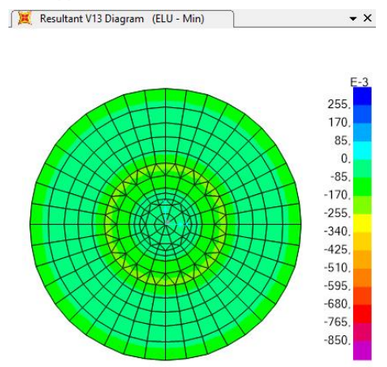
M22 (-) -> -2,55 Tn·m



V13 (+) -> 0,50 Tn·m

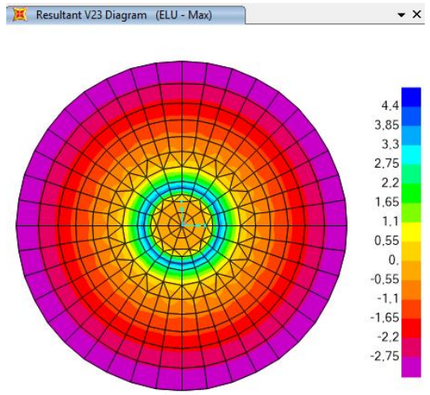


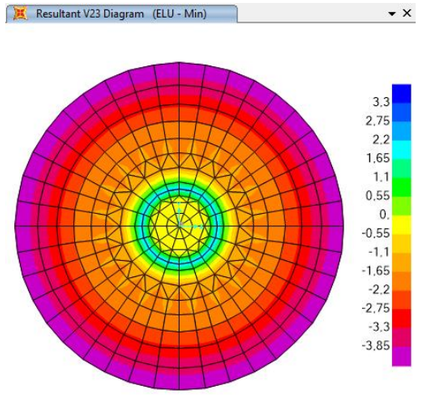
V13 (-) -> -0,90 Tn·m



V23 (+) -> 4,75 Tn·m

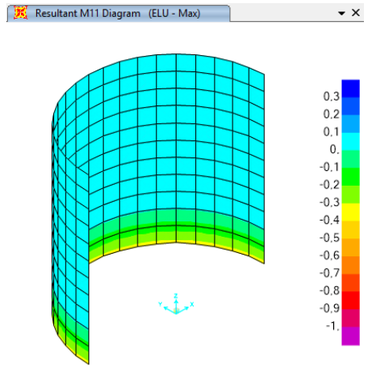
V12 (-) -> -4,20 Tn·m



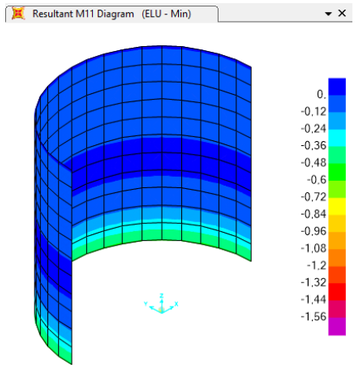


- **PAREDES**

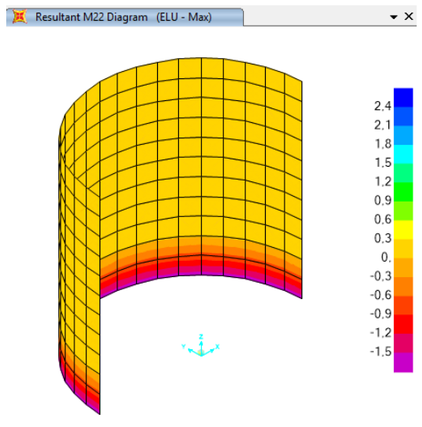
M11 (+) -> 0,20 Tn·m



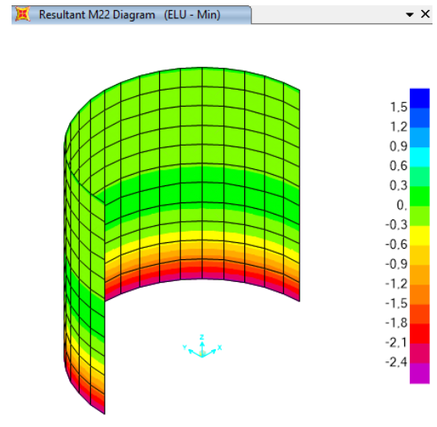
M11 (-) -> -1,60 Tn·m



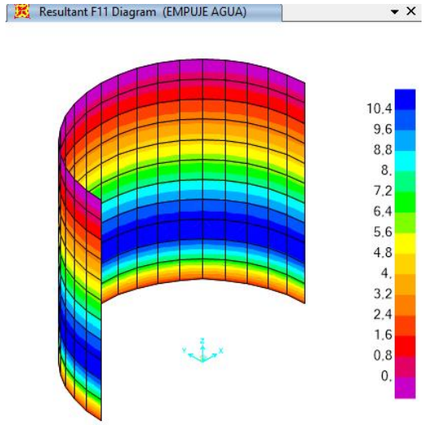
M22 (+) -> 2,55 Tn·m



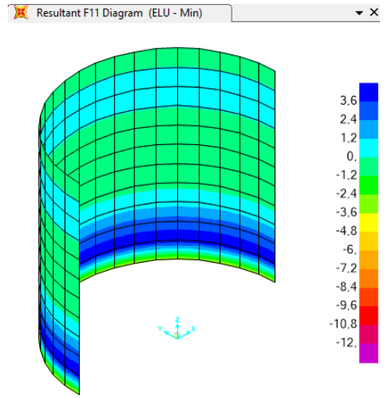
M22 (-) -> -2,50 Tn·m



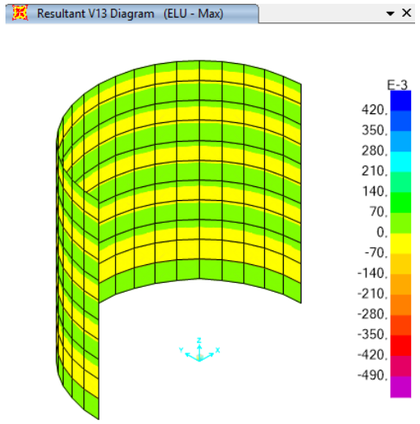
F11 (+) -> 21 Tn·m (Tracción)



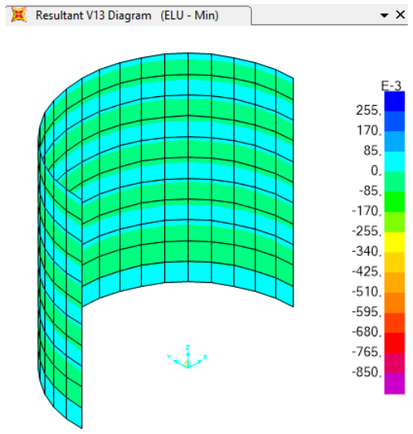
F11 (-) -> -12 Tn·m (Compresión)



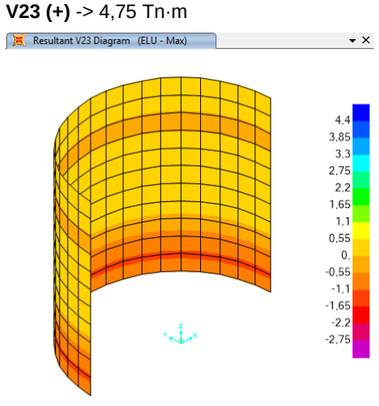
V13 (+) -> 0,50 Tn·m



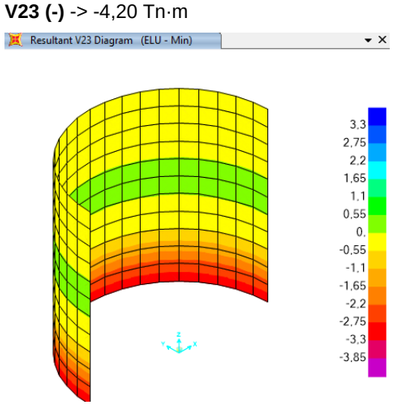
V13 (-) -> -0,90 Tn·m



V23 (+) -> 4,75 Tn·m



V23 (-) -> -4,20 Tn·m



12.4.2 ARMADOS VASO CENTRAL

- LOSA DE FONDO

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22(+)_Radial Infer.

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	25,50
Cortante Vd (KN)	47,50
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	111,49
Us1 mínima (KN)	133,75
Us Geométrica (KN)	117,39
Us Calculo (KN)	133,75
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,30
Separación Barras (cm)	30,30
Us Colocada (KN) Us2	162,27 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	104,21 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	134,47
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	351,26
Alargamiento medio Esm	2,69E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,09 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22(-)_Radial Super.

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	25,00
Cortante Vd (KN)	42,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,30
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,232
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3944,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	5100,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	109,27
Us1 mínima (KN)	131,74
Us Geométrica (KN)	117,39
Us Calculo (KN)	131,74
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1392,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	104,21 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	135,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	131,81
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	351,21
Alargamiento medio Esm	2,64E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,09 No fisura

- HASTIALES

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22(+) _ Vertical

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	25,50
Cortante Vd (KN)	47,50
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	1,800
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	143,43
Us1 mínima (KN)	144,50
Us Geométrica (KN)	195,65
Us Calculo (KN)	195,65
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	168,91
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	305,43
Alargamiento medio Esm	3,38E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,11 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 (-) _ Vertical

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	25,00
Cortante Vd (KN)	42,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	140,56
Us1 mínima (KN)	142,99
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	142,99
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us1	245,86 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
Nº de Barras	5,00
Separación Barras (cm)	20,00
Us Colocada (KN) Us2	245,86 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	94,15 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
Nº Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	162,50
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	299,98
Alargamiento medio Esm	3,25E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,11 No fisura

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pront. EHE
Fecha: 18/07/2018
Hora: 13:47:38

Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

1 Datos

- Materiales

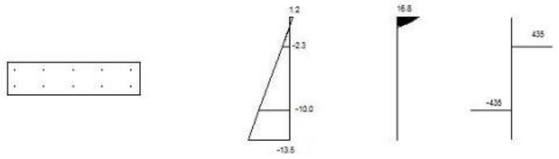
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

```
Sección : 25
b [m] = 1.00
h [m] = 0.25
r [m] = 0.060

nº barras horizontales = 5
nº barras verticales   = 2
```


2 Comprobación

```
ϕ [mm]    = 12
Nd [kN]   = -206
Md [kN·m] = 16

Nu [kN]   = -296.4
Mu [kN·m] = 23.0
γ         = 1.44
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x    [m]          = 0.020
1/r [1/m]·1.E-3 = 58.9
εs  ·1.E-3        = 1.2
εi  ·1.E-3        = -13.5
```

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.060	-2.3	-434.8
0.190	-10.0	434.8

- **RESUMEN**

  Losa Fondo (e = 30cm): Arm. Radial/Circular - Superior/ Inferior: # D12/0,20 m

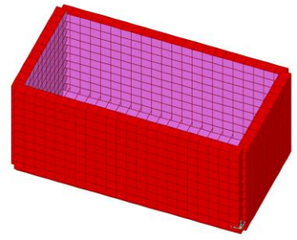
  Muro perimetral (e = 25cm): Arm. Horizontal/Vertical - Interior/Exterior: # D12/0,20 m

13. ARQUETA MEDIDA CAUDAL BIOLÓGICO Y ALIVIO PRETRATAMIENTO.

La arqueta de medida de caudal biológico y alivio a pretratamiento tiene unas dimensiones interiores de 4.20 m de largo y 2.00 m de ancho. La solera de cimentación tiene un espesor de 25 cm, mientras que los muros perimetrales son de 20 cm.

13.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



13.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio**

  Valor característico de los elementos estructurales de hormigón: 2500 kp/m^3

  Cota superior de arqueta: + 16,75 m

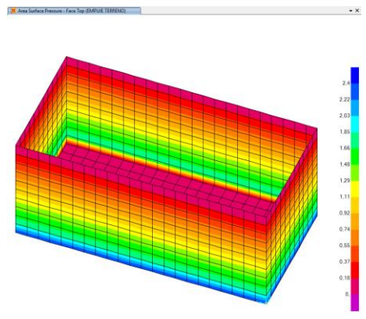
  Cota solera de arqueta: + 14,60 m

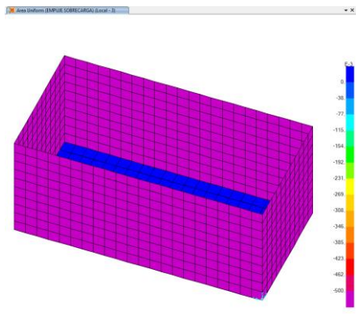
- **Acciones del terreno**

  Altura Terreno: + 16,65 m

+ ACCIONES VARIABLES

Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito: 1,00 Tn/m^2





Así como la introducción de cargas consideras sobre el modelo:

- Acción debido al empuje del terreno = h m x 2,00 Tn/m^3 x 0,50 = h Tn/m^2
- Acción del terreno debido a la sobrecarga = 1,00 Tn/m^3 x 0,50 = 0,50 Tn/m^2

13.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 2000 Tn/m^3

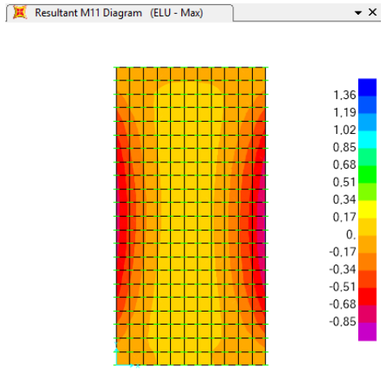
13.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 11 los listados obtenidos del software de cálculo.

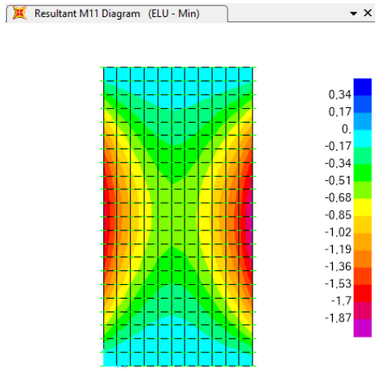
13.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- SOLERA (e = 0,25 M)

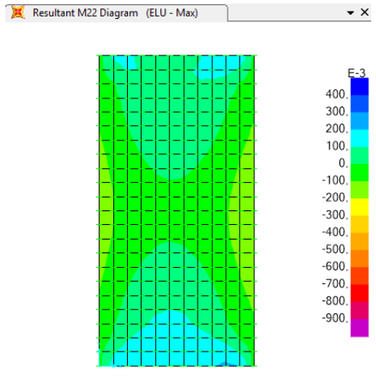
M11 (+) -> 1,50 Tn·m



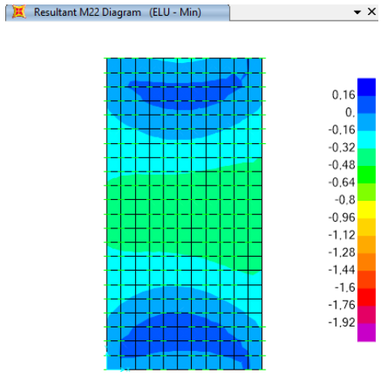
M11 (-) -> -2,00 Tn·m



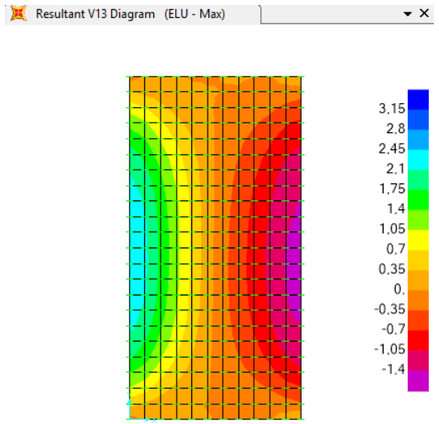
M22 (+) -> 0,50 Tn·m



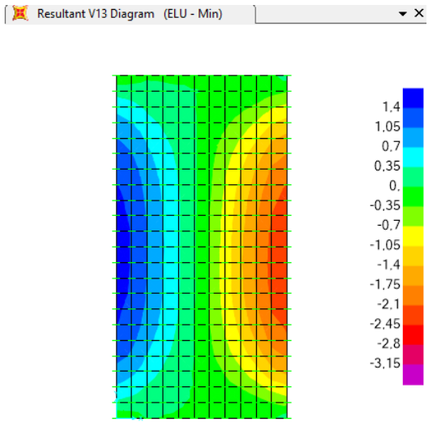
M22 (-) -> -2,00 Tn·m



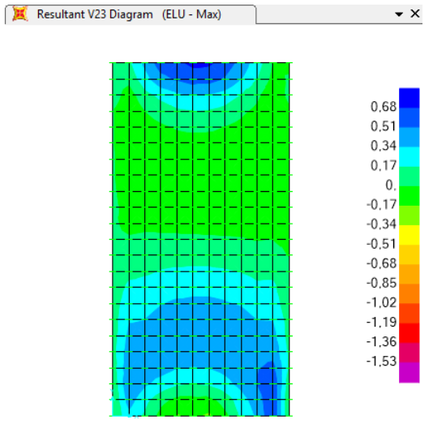
V13 (+) -> 3,00 Tn



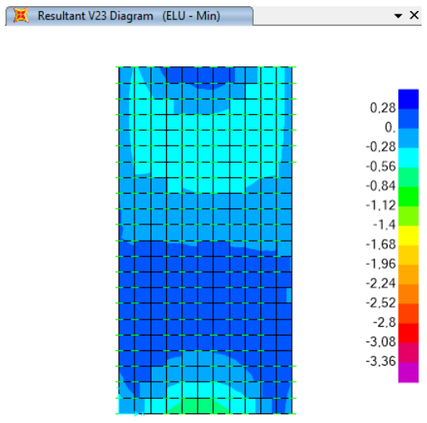
V13 (-) -> -3,40 Tn



V23 (+) -> 0,90 Tn

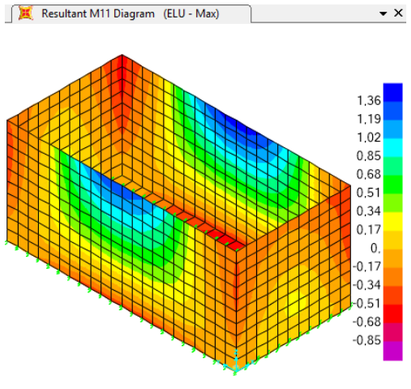


V23 (-) -> -3,40 Tn



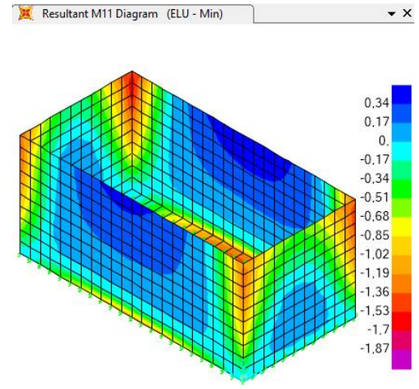
- MUROS (e = 0,20 M)

M11 (+) -> 2,20 Tn·m

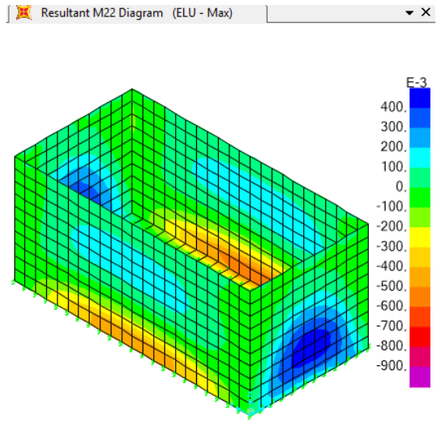


M22 (+) -> 0,70 Tn·m

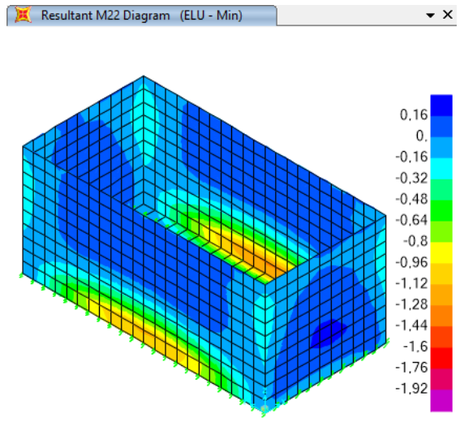
M11 (-) -> -3,30 Tn·m



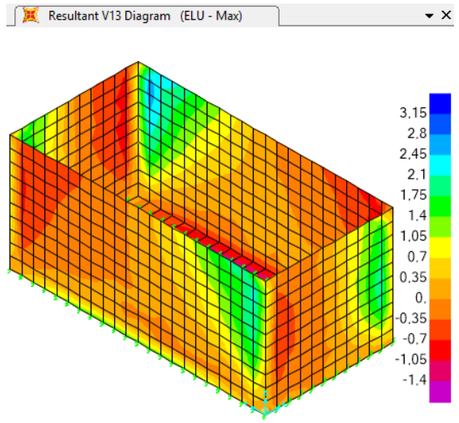
M22 (-) -> -3,30 Tn·m



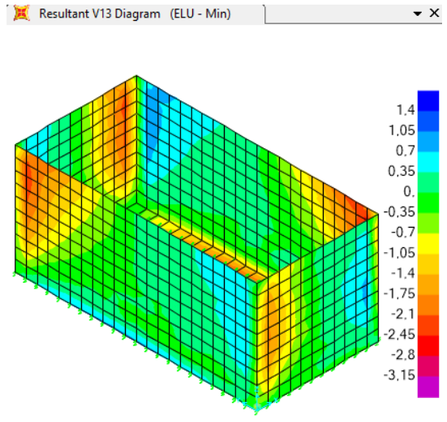
V13 (+) -> 3,100 Tn



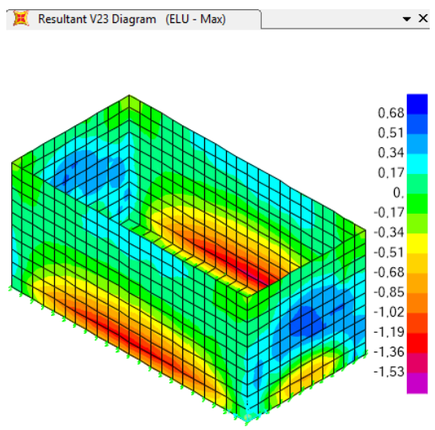
V13 (-) -> -3,40 Tn

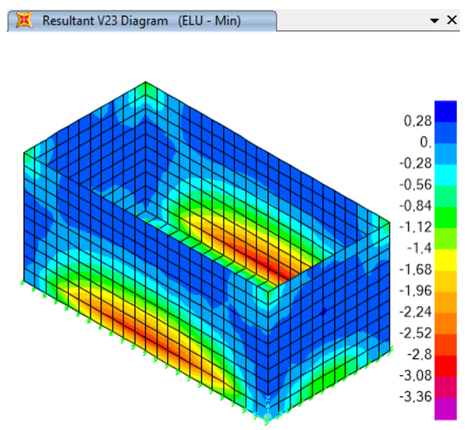


V23 (+) -> 0,80 Tn



V23 (-) -> -3,40 Tn





13.4.2 ARMADOS

- **SOLERA (e = 0,25 M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.
Long. Super. M11(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	20,00
Cortante Vd (KN)	34,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	111,91
Us1 mínima (KN)	124,86
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	124,86
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,30
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,30
Us Colocada (KN) Us1	162,27 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	81,97 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	189,89
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	435,45
Alargamiento medio Esm	3,80E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,13 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.
Long. Infer. M11(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	15,00
Cortante Vd (KN)	31,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	83,55
Us1 mínima (KN)	101,35
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	101,35
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,30
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,30
Us Colocada (KN) Us1	162,27 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	81,97 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	148,06
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	453,82
Alargamiento medio Esm	2,96E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 No fisura

- **MUROS (e = 0,20 M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
Trans. Super. M22(-)_BASE	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	20,00
Cortante Vd (KN)	34,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	111,91
Us1 mínima (KN)	124,86
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	124,86
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,30
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,30
Us Colocada (KN) Us1	162,27 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	81,97 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	189,89
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	435,45
Alargamiento medio Esm	3,80E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,13 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
Trans. Infer.M22(+)_BASE	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	6,00
Cortante Vd (KN)	8,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	27,60
Us1 mínima (KN)	38,78
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	97,83
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,30
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,30
Us Colocada (KN) Us1	162,27 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	81,97 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	49,35
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	453,82
Alargamiento medio Esm	9,87E-05
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,03 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
M11 HORIZ. EXT(+)	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	15,00
Cortante Vd (KN)	48,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,800
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	116,67
Us1 mínima (KN)	110,55
Us Geométrica (KN)	69,57
Us Calculo (KN)	116,67
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	177,57
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	345,65
Alargamiento medio Esm	3,55E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,11 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.	
M11 HORIZ. INT(-)	
Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	20,00
Cortante Vd (KN)	48,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,800
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	157,01
Us1 mínima (KN)	157,01
Us Geométrica (KN)	69,57
Us Calculo (KN)	157,01
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	236,76
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	345,65
Alargamiento medio Esm	4,74E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,15 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.EXT(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	5,00
Cortante Vd (KN)	15,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	38,20
Us1 mínima (KN)	50,40
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	78,26
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	59,19
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	345,65
Alargamiento medio Esm	1,18E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,04 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

M22 VERT.INT(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	20,00
Cortante Vd (KN)	47,50
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,20
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,132
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	2244,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	3400,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	157,01
Us1 mínima (KN)	157,01
Us Geométrica (KN)	78,26
Us Calculo (KN)	157,01
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	4,00
Separación Barras (cm)	25,00
Us Colocada (KN) Us2	196,69 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	792,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,003
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,29 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	90,00
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	236,76
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	345,65
Alargamiento medio Esm	4,74E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,15 No fisura

- RESUMEN

- Solera +14,60m (e = 0,25 m):

Armaduras Superiores: # D12/0,30 m

Armaduras Inferiores: # D12/0,30 m

- Muros (e = 0,20 m):

Armaduras Interiores: # D12/0,30 m

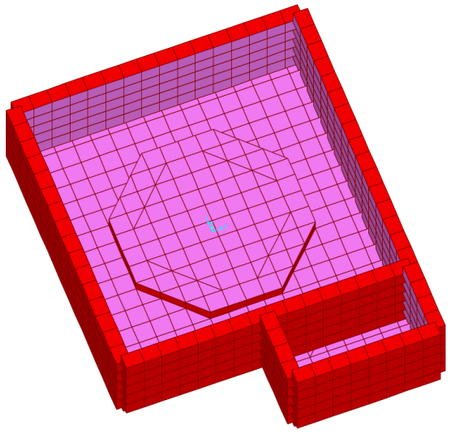
Armadura Exteriores: # D12/0,30 m

14. CUBETO DE DEPOSITO DE REACTIVO

El depósito de reactivo se ubica sobre un cubeto de retención ante posibles derrames y rotura de éste. Las dimensiones interiores del cubeto son de 3.70 m de lado y 1.15 m de altura. Existe una pequeña arqueta de entrada / salida, anexa al cubeto de 1.00 m de ancho, 1.50 m de largo y 1.15 m de altura. La losa de cimentación es de 0.25 m, mientras que los muros perimetrales y divisorios de 0.20 m. El pedestal sobre el que apoya el depósito sobresale 35 cm respecto a la solera. Las paredes de los muros y solera tienen una terminación porcelánica de 5 cm de espesor.

14.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



14.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio**

  El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kp/m^3

  Cota superior de muros: + 17,85 m

  Cota superior de solera de cimentación: + 16,65 m

  Cota superior de pedestal: + 17,00 m

- **Acciones de reactivo:**

  Densidad del Hipoclorito: 1,11 T/m^3

  Coeficiente de empuje: 1,00

  Nivel máximo de líquido en depósitos: + 19,50 m

  Nivel máximo de líquido en cubetos: + 17,85 m

- **Acciones del terreno**

  Densidad del terreno: 2,00 T/m^3

  Coeficiente de empuje Reposo: 0,50

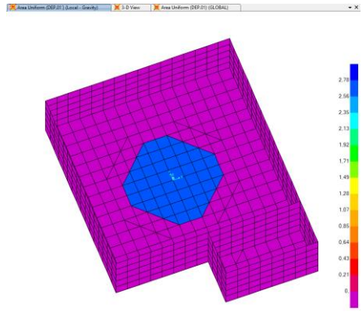
  Altura Terreno: + 39,65 m

+ ACCIONES VARIABLES

Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito: 1,00 Tn/m^2

Así como la introducción de cargas consideras sobre el modelo:

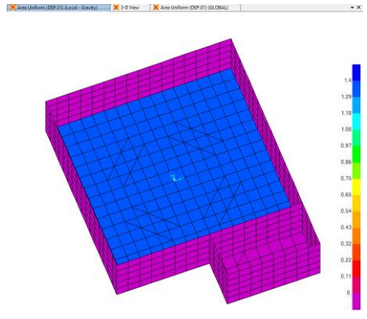
- Peso de hipoclorito en pedestal: 2.50m·1.11Tn/m^3 = 2.775Tn/m^2

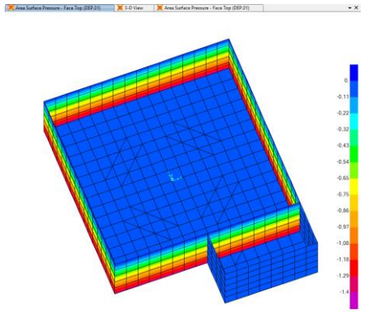


- Acción de los líquidos en los cubetos en caso de rotura de los depósitos* (H.máx = 1.25m):

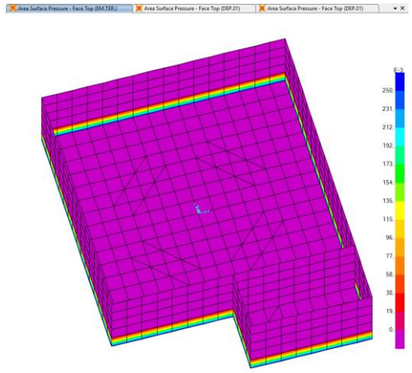
Peso = h m · γ Tn/m^3 Empuje = h m · γ Tn/m^3 · 1,00

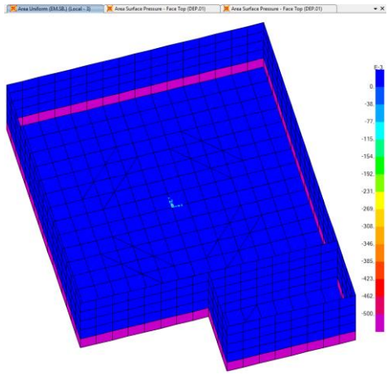
Hipoclorito: P.max = 1.25·1.11 = 1.4 Tn/m^2 E.Máx.: = 1.25·1.11·1.00 = 1.40Tn/m^2





- Acción debido al empuje del terreno (H.Máx. ≈ 0,25 m) = h m x 2,00 Tn/m^3 x 0,50 = h Tn/m^2
- Acción del terreno debido a la sobrecarga = 1,00 Tn/m^3 x 0,50 = 0,50 Tn/m^2





14.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 2000 Tn/m^3

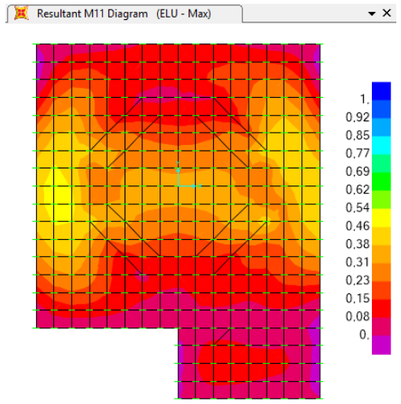
14.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 13 los listados obtenidos del software de cálculo.

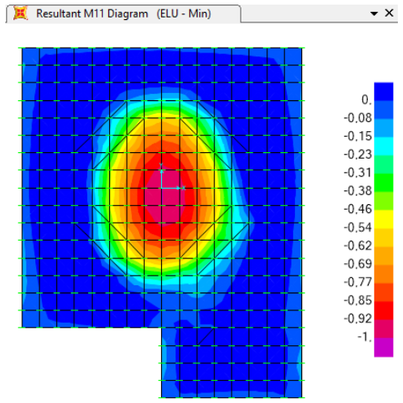
14.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- SOLERA (e = 0.25 M)

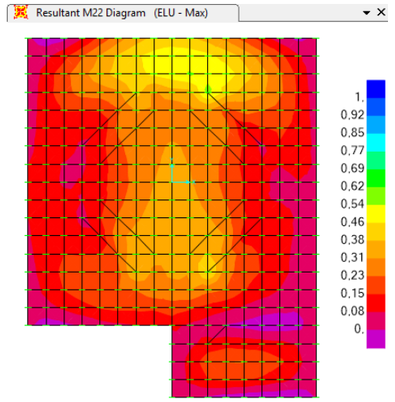
M11 (+) -> 0.55 Tn·m



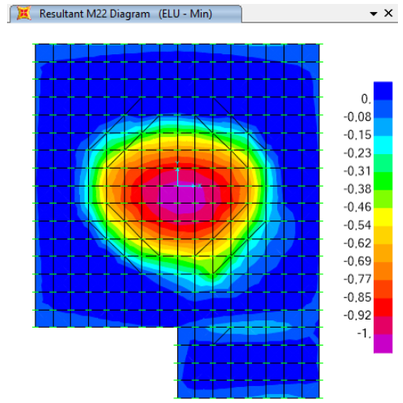
M11 (-) -> -0.95 Tn·m



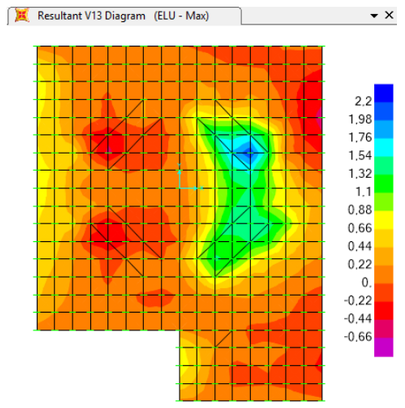
M22 (+) -> 0.60 Tn·m



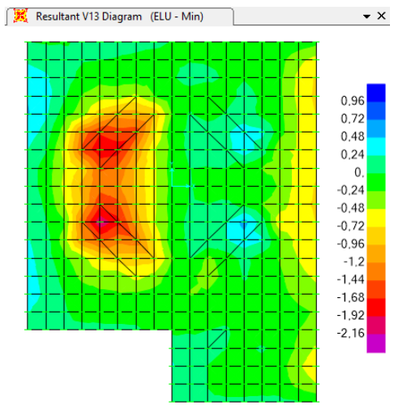
M22 (-) -> -1.15 Tn·m



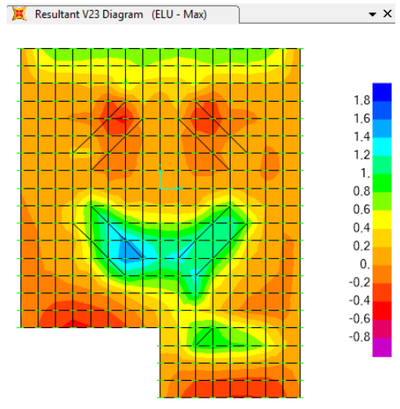
V13 (+) -> 2.40 Tn



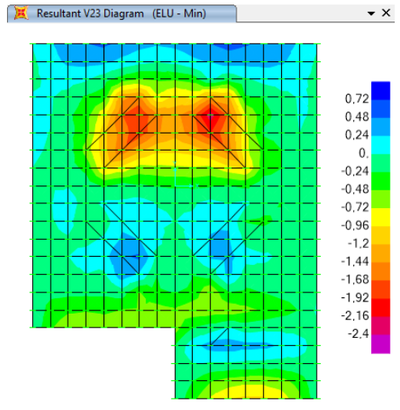
V13 (-) -> -2.30 Tn



V23 (+) -> 1.95 Tn

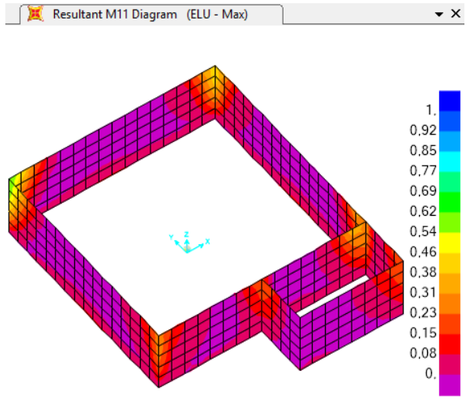


V23 (-) -> -2.55 Tn

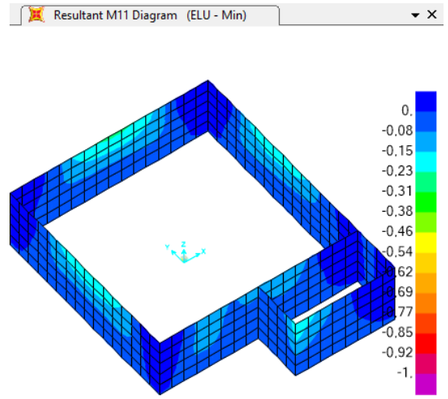


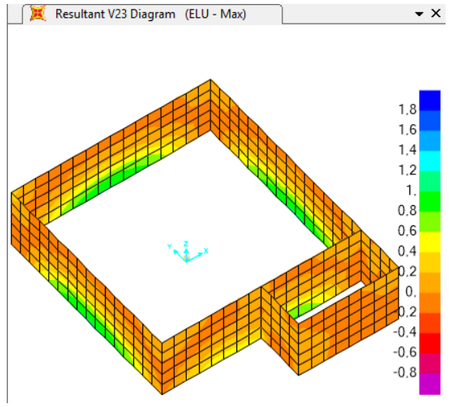
- MUROS (e = 0.20 M)

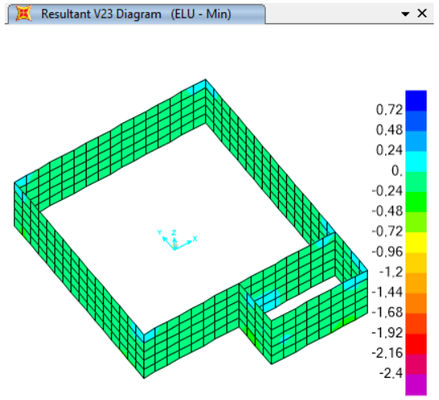
M11 (+) -> 0.70 Tn·m



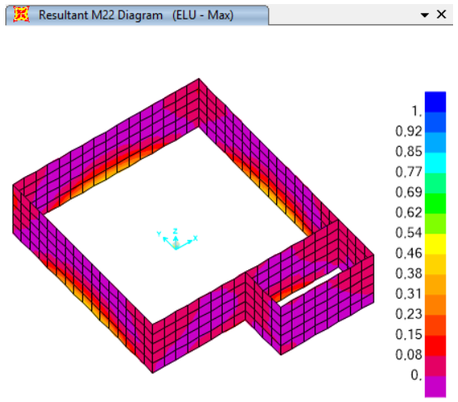
M11 (-) -> -0.45 Tn·m



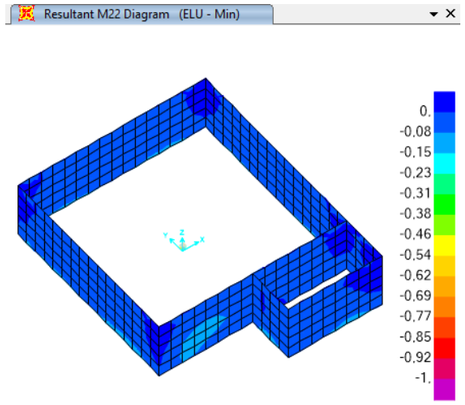




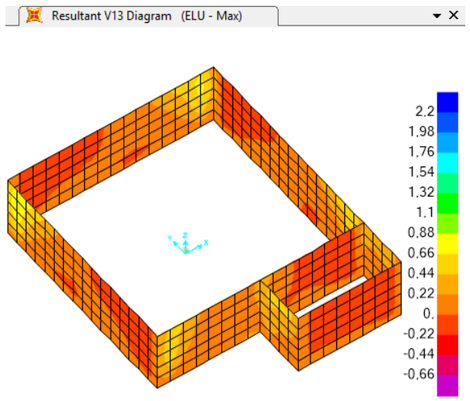
M22 (+) -> 0.55 Tn·m



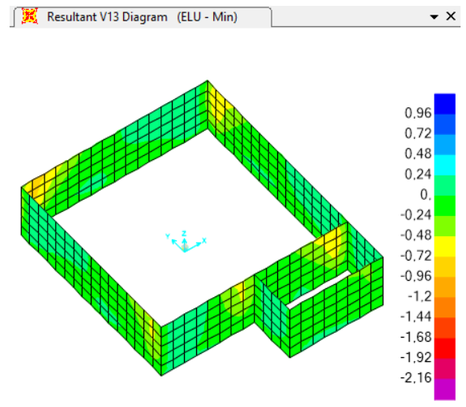
M22 (-) -> -0.15 Tn·m



V13 (+) -> 0.90 Tn



V13 (-) -> -0.75 Tn



V23 (+) -> 1.00 Tn

V23 (-) -> -0.75 Tn

14.4.2 ARMADOS

- **SOLERA (e = 0.25 M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Super. M11(-)_BASE

Ambiente: Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,60	
M.Flector Md (KNm)	5,60	
Cortante Vd (KN)	24,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,25	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,182	
d'(m)	0,068	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	3094,00	
Uv (KN)	2312,00	
Ua (KN)	4250,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	30,37	
Us1 mínima (KN)	42,39	
Us Geométrica (KN)	97,83	
Us Calculo (KN)	97,83	
Armadura Us1		
Diámetro	12,00	
N° de Barras	3,33	
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	30,03	
Us Colocada (KN) Us1	163,75	Cumple
Armadura Us2		
Diámetro	12,00	
N° de Barras	3,33	
Separación Barras (cm)	30,03	
Us Colocada (KN) Us2	163,75	Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00	Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,002	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22	Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
N° Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00	Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	52,48	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	437,54	
Alargamiento medio Esm	1,05E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,03	No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Infer. M11(+)_BASE

Ambiente: Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,60	
M.Flector Md (KNm)	9,60	
Cortante Vd (KN)	23,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,25	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,182	
d'(m)	0,056	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	3094,00	
Uv (KN)	1904,00	
Ua (KN)	4250,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	52,65	
Us1 mínima (KN)	69,45	
Us Geométrica (KN)	97,83	
Us Calculo (KN)	97,83	
Armadura Us1		
Diámetro	12,00	
N° de Barras	3,33	
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	30,03	
Us Colocada (KN) Us1	163,75	Cumple
Armadura Us2		
Diámetro	12,00	
N° de Barras	3,33	
Separación Barras (cm)	30,03	
Us Colocada (KN) Us2	163,75	Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00	Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,002	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22	Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
N° Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00	Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	93,67	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	453,04	
Alargamiento medio Esm	1,87E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,06	No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super. M22(-)_BASE

Ambiente: Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,60	
M.Flector Md (KNm)	6,00	
Cortante Vd (KN)	20,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,25	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,182	
d'(m)	0,068	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	3094,00	
Uv (KN)	2312,00	
Ua (KN)	4250,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	33,14	
Us1 mínima (KN)	45,94	
Us Geométrica (KN)	97,83	
Us Calculo (KN)	97,83	
Armadura Us1		
Diámetro	12,00	
N° de Barras	3,33	
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	30,03	
Us Colocada (KN) Us1	163,75	Cumple
Armadura Us2		
Diámetro	12,00	
N° de Barras	3,33	
Separación Barras (cm)	30,03	
Us Colocada (KN) Us2	163,75	Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00	Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,002	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22	Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
N° Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00	Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	57,25	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	437,54	
Alargamiento medio Esm	1,15E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,04	No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer.M22(+)_BASE

Ambiente: Qb

ESFUERZOS DE CALCULO

Coeficiente de Seguridad	1,60	
M.Flector Md (KNm)	11,50	
Cortante Vd (KN)	26,00	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		
Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,25	
Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto útil d (m)	0,182	
d'(m)	0,056	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2	
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE		
Uo (kN)	3094,00	
Uv (KN)	1904,00	
Ua (KN)	4250,00	
Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	63,85	
Us1 mínima (KN)	81,77	
Us Geométrica (KN)	97,83	
Us Calculo (KN)	97,83	
Armadura Us1		
Diámetro	12,00	
N° de Barras	3,33	
Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	30,03	
Us Colocada (KN) Us1	163,75	Cumple
Armadura Us2		
Diámetro	12,00	
N° de Barras	3,33	
Separación Barras (cm)	30,00	
Us Colocada (KN) Us2	163,89	Cumple
CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00	Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00	
Cuantía Geométrica rl	0,002	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22	Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00	
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00	
Diámetro Cercos (mm)	0,00	
Separación (mm)	0,00	
N° Ramas	0,00	
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00	Cumple
FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50	
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	113,39	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	453,03	
Alargamiento medio Esm	2,27E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,08	No fisura

- **MUROS (e = 0.25 M)**

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Super. M11(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	5,60
Cortante Vd (KN)	24,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	30,37
Us1 mínima (KN)	42,39
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	97,83
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	52,48
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	437,54
Alargamiento medio Esm	1,05E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,03 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Long. Infer. M11(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	9,60
Cortante Vd (KN)	23,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	52,65
Us1 mínima (KN)	69,45
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	97,83
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	93,67
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	453,04
Alargamiento medio Esm	1,87E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,06 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Super. M22(-)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	6,00
Cortante Vd (KN)	20,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,068
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	2312,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	33,14
Us1 mínima (KN)	45,94
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	97,83
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us2	163,75 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	57,25
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	437,54
Alargamiento medio Esm	1,15E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,04 No fisura

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.

Trans. Infer.M22(+)_BASE

Ambiente	Qb
ESFUERZOS DE CALCULO	
Coeficiente de Seguridad	1,50
M.Flector Md (KNm)	11,60
Cortante Vd (KN)	26,00
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho (m)	1,00
Canto h (m)	0,25
Recubrimiento (cm)	5,00
Canto útil d (m)	0,182
d'(m)	0,056
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2
Cuantía geométrica r (Tanto por mil)	0,900
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00
Coef. de Seguridad	1,50
Fcd(N / mm2)	20,00
Fctk (N/mm2)	2,03
Fctm (N/mm2)	2,90
Acero Fyk (N/mm2)	500,00
Coef. de Seguridad	1,15
CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	
Uo (kN)	3094,00
Uv (KN)	1904,00
Ua (KN)	4250,00
Us2 (KN)	0,00
Us1 (KN)	63,85
Us1 mínima (KN)	81,77
Us Geométrica (KN)	97,83
Us Calculo (KN)	97,83
Armadura Us1	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Losa =1,Viga =0	1,00
Separación Barras (cm)	30,03
Us Colocada (KN) Us1	163,75 Cumple
Armadura Us2	
Diámetro	12,00
N° de Barras	3,33
Separación Barras (cm)	30,00
Us Colocada (KN) Us2	163,89 Cumple
CALCULO A CORTANTE	
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00
Angulo armaduras a	90,00
Angulo Bielas Compresión q	45,00
Coeficiente Axil K	1,00
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1092,00 Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00
Cuantía Geométrica rl	0,002
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	82,22 Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00
Separación máxima Cercos (mm)	0,00
Cuantía mínima Ust/s (KN/m)	0,00
Diámetro Cercos (mm)	0,00
Separación (mm)	0,00
N° Ramas	0,00
Cuantía Colocada (KN/m)	0,00 Cumple
FISURACIÓN	
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00
Ac,eficaz (cm2)	112,50
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	113,39
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	453,03
Alargamiento medio Esm	2,27E-04
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,08 No fisura

- RESUMEN

- Solera (e = 0.25 m):

Armaduras Superiores: # D12/0,30 m

Armaduras Inferiores: # D12/0,20 m

- Muros (e = 0.20 m):

Armaduras Interiores: # D12/0,30 m

Armadura Exteriores: # D12/0,30 m

- Pedestal (e = 0.60 m):

Armaduras Superiores: # D12/0,20 m

Armaduras Inferiores: # D12/0,20 m

15. EBAR SECADERO

15.1 EDIFICIO DE LA EBAR

El edificio de la EBAR tiene las siguientes dimensiones exteriores: 13.90 m de largo, 6.05 m de ancho y altura de 3.53 m hasta forjado. La estructura está resuelta mediante pilares y vigas de hormigón armado que sirven de apoyo al forjado de viguetas autoportantes.

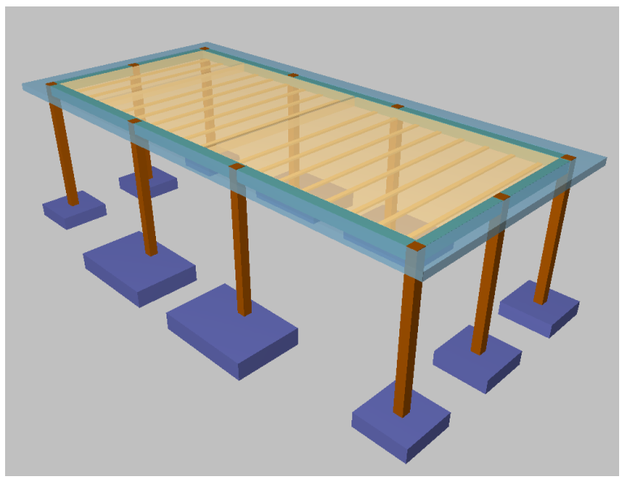
Las dimensiones de los pilares son 25 x 25 cm, mientras que las vigas están en función de la longitud y cargas de cálculo. El forjado de viguetas simples y bovedillas de hormigón tiene un canto total de 30 cm, incluyendo una capa de compresión ejecutada in situ de 5 cm.

La cubierta de teja árabe será a cuatro aguas, con un vuelo perimetral de 50 cm. El cerramiento se realizará mediante bloques de hormigón armado. Se dispone acerado perimetral de 1,50 m con un a pendiente del 2 %.

La cimentación se resuelve a través de zapatas aisladas cimentadas en el nivel de arcillas. Las zapatas se conectan mediante vigas de atado, las cuales además de arriostrar la cimentación ante cargas horizontales, sirven de cimentación del cerramiento. Se coloca solera de hormigón armado de 20 cm de espesor.

15.1.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



15.1.2 ACCIONES

+ Acciones Permanentes

- **Peso Propio**

  El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kg/m^3

  Peso propio forjado 25 + 5 cm, viguetas simples y bovedilla de hormigón: 378 kg/m^2

- **Cargas muertas**

  Faldones de teja sobre tablero y tabiques palomeros: 300 kg/m^2

  Cerramiento de bloques con guarnecidos y enlucidos: 300 kg/m^2

+ Acciones Variables

Cubiertas accesibles para conservación con inclinación inferior a 20º: 100 kg/m^2

+ Acciones Climáticas.

- **Viento**

  Zona eólica: C

  Grado de aspereza: III. Terreno rural accidentado o llano con obstáculos

  La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado: $q_e = q_b \cdot ce \cdot c_p$

- **Nieve**

  Se considera un valor de 20 kg/m^2

15.1.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia, considerándose una tensión admisible de 0.70 kg/cm^2

15.1.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Apéndice 12 los listados obtenidos del software de cálculo.

15.2 POZO DE BOMBEO

El pozo de bombeo de la EBAR está compuesto por varios vasos cuyas dimensiones interiores son las siguientes:

- Pozo de gruesos: 2,00 x 2,00 m
- Pozo húmedo (2UD): 2,60 x 1,625 m
- Pozo seco: 1,50 x 3,50 m

El fluido que entra a la EBAR llega al pozo de gruesos. El fluido se distribuye mediante compuertas al pozo húmedo, desde el cual es bombeado hacia la salida mediante las bombas ubicadas en el pozo seco.

Dada la cota de excavación (+2,80) y la posición del nivel freático (+6,70) se opta por la contención de tierras mediante muros pantalla de 60 cm de espesor, arriostradas en cabeza por la viga de coronación. Los muros interiores del pozo se ejecutarán in situ, de 30 cm de espesor. La losa de fondo tiene 35 cm de espesor, y la losa superior (ubicada sólo sobre parte del pozo húmedo) es de 20 cm.

15.2.1 CÁLCULOS EFECTUADOS

- **PANTALLAS**

Para el cálculo y diseño de las pantallas se ha empleado el programa RIDO (versión 4.02) de “Robert Fages Logiciels”.

Este programa permite el cálculo utilizando un modelo elastoplástico que caracteriza el comportamiento de los diversos tipos de terrenos atravesados.

El cálculo permite, fase a fase, seguir la secuencia de trabajos calculando en cada momento las fuerzas que minimizan la energía elástica de todos los elementos implicados en el cálculo.

El programa requiere la introducción de una longitud de pantalla predefinida, a partir de la cual calcula las acciones del terreno sobre la misma, en función de su deformación a cada nivel.

Para el cálculo, se considera que los empujes del terreno son función de la deformación de la pantalla, partiendo del empuje al reposo y estando limitados los valores extremos de los

mismos por el empuje activo y pasivo. Estos valores de empuje activo, pasivo y reposo son calculados automáticamente por el programa, según las siguientes expresiones:

$$k_a = \frac{\cos^2 \phi}{\cos\delta\left[1+\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot \operatorname{sen}\phi}{\cos\delta}}\right]^2}$$

$$k_p = \frac{\cos^2 \phi}{\cos\delta\left[1-\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot \operatorname{sen}\phi}{\cos\delta}}\right]^2} \qquad k_0 = 1-\operatorname{sen}\phi$$

Donde:

∅' = ángulo de rozamiento interno efectivo de la capa de terreno considerado.

δ' = ángulo de rozamiento efectivo del contacto terreno-pantalla

Con los coeficientes anteriores y de forma general, los empujes horizontales unitarios máximos (pasivo) y mínimos (activo) a una profundidad z bajo la cota de coronación de pantalla vienen dados por:

$$e_{activoz} = \left[\sigma_{vzi} k_a - 2c\sqrt{k_a}\right]\cos\delta$$

$$e_{pasivoz} = \left[\sigma_{vzi} k_p + 2c\sqrt{k_p}\right]\cos\delta$$

Donde:

σ'_{vzt} = presión efectiva vertical a profundidad Z, en el trasdós

σ'_{vzi} = presión efectiva vertical a profundidad z, en el intradós

c' = cohesión efectiva del terreno considerado

Entre estos dos valores extremos y partiendo de la situación de empuje al reposo,

$$e_{reposo} = \sigma' v_z k_r,$$

Se supone una variación lineal del empuje con la deformación de la pantalla. Las leyes de comportamiento del terreno se ven modificadas por los cambios en la carga de tierras que se producen durante la excavación, así como por las variaciones que se producen en los movimientos, incluso cambios en la dirección de los mismos, entre las distintas etapas.

A los empujes anteriores es necesario sumarles los empujes correspondientes al agua.

El programa permite estudiar el proceso constructivo completo de cada sección, pues arrastra resultados de una etapa a la siguiente; además, permite tener en cuenta la rigidez relativa de los apoyos y su posible precarga, lo cual permite realizar el cálculo simulando los diferentes elementos de sustentación.

Las longitudes se han considerado admisibles, cuando el porcentaje de pasivos movilizados no ha superado el 60 %, lo que equivale aproximadamente a un coeficiente de seguridad de 1,67 en la estabilidad general de la pantalla. Además, en base a nuestra experiencia, para las pantallas en voladizo se ha adoptado una longitud mínima de empotramiento de las mismas de al menos el 60% de la altura máxima de excavación.

Para el dimensionamiento estructural de los muros-pantalla se utilizan las salidas de resultados que proporciona el programa. Estas salidas están compuestas por los esfuerzos resultantes en cada una de las fases constructivas de la pantalla. La salida de resultados presenta además, una envolvente de esfuerzos gráfica y numérica que recoge todas las fases constructivas de la pantalla, y que es la que se utiliza para el armado del muro-pantalla.

Una vez definidas las leyes de esfuerzos (momentos flectores y cortantes), se ha procedido al armado de las pantallas, conforme a lo establecido en la actual norma de Hormigón Estructural EHE-08.

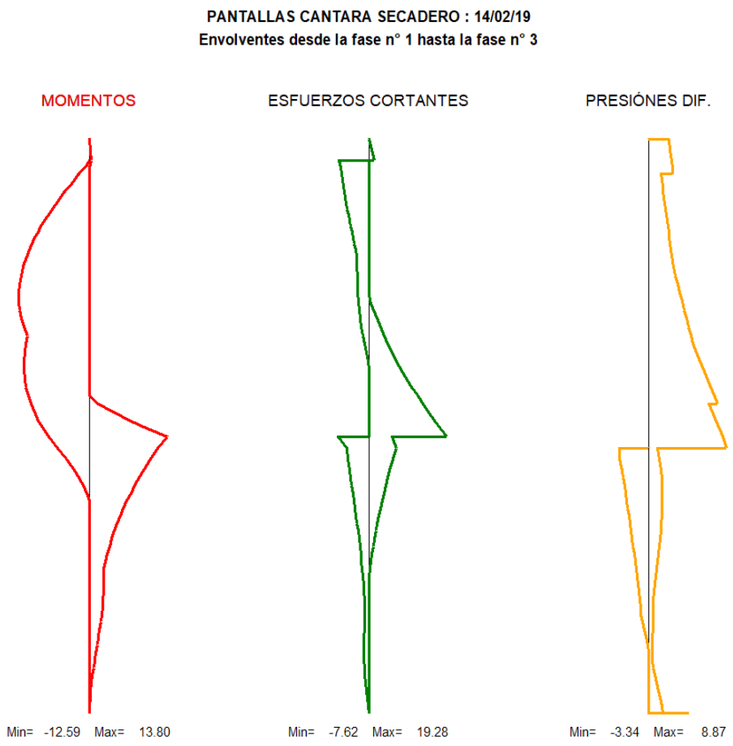
De forma general, el armado a flexión de las pantallas está constituido por una armadura base que se dispone en toda la altura de la pantalla y una armadura de refuerzo colocada en aquellas zonas en las que la armadura base no es suficiente para soportar los esfuerzos que allí se presentan. Para el dimensionamiento de la armadura horizontal se utiliza la cuantía mínima geométrica.

Respecto al armado a cortante, el procedimiento consiste en determinar qué intervalos no necesitan armadura, calculando la resistencia a cortante de la sección sin disponer armadura de cortante, en caso necesario se dispondrá la armadura de cortante que se precise.

Se incluyen en el Anexo 12 los listados obtenidos del software de cálculo. Se han realizado dos cálculos extremos, para analizar las pantallas y las vigas de coronación:

- Uno de ellos simulando las vigas de coronación con una rigidez pequeña (que genera los máximos esfuerzos en el trasdós de las pantallas)
- El otro simulando las vigas de coronación con una rigidez elevada (que genera los máximos esfuerzos sobre las vigas de coronación y en el intradós en el trasdós de las pantallas)

Los esfuerzos de dimensionamiento obtenidos son los siguientes:



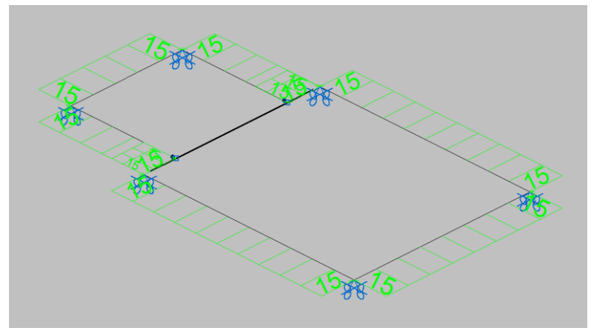
A partir de estos esfuerzos se obtiene el armado de las pantallas:

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.				CALCULO DE SECCIONES EHE 99. Flexión Simple.		
EBAR SECADERO				EBAR SECADERO		
	INTRADÓS				TRASDÓS	
Ambiente	Qb			Ambiente	Ila	
ESFUERZOS DE CALCULO				ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad	1,50			Coeficiente de Seguridad	1,50	
M.Flector Md (KNm)	298,50			M.Flector Md (KNm)	207,00	
Cortante Vd (KN)	245,00			Cortante Vd (KN)	300,00	
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS				CARACTERISTICAS GEOMETRICAS		
Ancho (m)	1,00			Ancho (m)	1,00	
Canto h (m)	0,60			Canto h (m)	0,60	
Recubrimiento (cm)	7,00			Recubrimiento (cm)	7,00	
Canto util d (m)	0,510			Canto util d (m)	0,510	
d'(m)	0,090			d'(m)	0,090	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2			Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2	
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900			Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES				CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00			Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50			Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00			Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03			Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90			Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00			Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15			Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXION SIMPLE				CALCULO A FLEXION SIMPLE		
Uo (kN)	8670,00			Uo (kN)	8670,00	
Uv (KN)	3060,00			Uv (KN)	3060,00	
Ua (KN)	10200,00			Ua (KN)	10200,00	
Us2 (KN)	0,00			Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	606,51			Us1 (KN)	415,86	
Us1 mínima (KN)	469,20			Us1 mínima (KN)	411,85	
Us Geometrica (KN)	199,57			Us Geometrica (KN)	199,57	
Us Calculo (KN)	606,51			Us Calculo (KN)	415,86	
Armadura Us1				Armadura Us1		
Armadura base				Armadura base		
Diametro	16,00			Diametro	16,00	
Nº de Barras	5,00			Nº de Barras	5,00	
Armadura refuerzo				Armadura refuerzo		
Diametro	20,00			Diametro	0,00	
Nº de Barras	5,00			Nº de Barras	0,00	
Losa =1,Viga =0	1,00			Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	10,00			Separación Barras (cm)	20,00	
Us Colocada (KN) Us1	1120,05	Cumple		Us Colocada (KN) Us1	437,09	Cumple
Armadura Us2				Armadura Us2		
Diametro	16,00			Diametro	16,00	
Nº de Barras	5,00			Nº de Barras	5,00	
Separación Barras (cm)	20,00			Separación Barras (cm)	20,00	
Us Colocada (KN) Us2	437,09	Cumple		Us Colocada (KN) Us2	437,09	Cumple
CALCULO A CORTANTE				CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00			Tensión media s'cd(N/mm2)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00			Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00			Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00			Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	3060,00	Cumple		Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	3060,00	Cumple
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00			¿Armadura de Cortante?(NO=1)	0,00	
Cuantia Geometrica rl	0,005			Cuantia Geometrica rl	0,002	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	246,28	Cumple		Agotamiento por tracción Vcu (KN)	149,98	No Cumple
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00			Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	326,84	
Separación máxima Cercos (mm)	0,00			Separación máxima Cercos (mm)	300,00	
Cuantia minima Ust/s (KN/m)	0,00			Cuantia minima Ust/s (KN/m)	400,00	
Diametro Cercos (mm)	10,00			Diametro Cercos (mm)	12,00	
Separación (mm)	300,00			Separación (mm)	200,00	
Nº de Ramas	4,00			Nº de Ramas	2,00	
Cuantia Colocada (KN/m)	0,00	Cumple		Cuantia Colocada (KN/m)	452,39	Cumple
FISURACIÓN				FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00			F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10			Abertura de fisura admisible (mm)	0,30	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00			¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	150,00			Ac,eficaz (cm2)	300,00	
Separación media de fisuras Sm (cm)	21,97			Separación media de fisuras Sm (cm)	29,94	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	170,02			Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	291,00	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	172,05			Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	393,55	
Alargamiento medio Esm	4,15E-04			Alargamiento medio Esm	5,82E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,15	NO FISURA		Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,30	NO FISURA
ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)				ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)		
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900			Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900	
Us Geometrica (KN)	199,57			Us Geometrica (KN)	199,57	
Diametro	12,00			Diametro	12,00	
Nº de Barras	5,00			Nº de Barras	5,00	
Separación Barras (cm)	20,00			Separación Barras (cm)	20,00	
Us Colocada (KN) Us2	245,86	Cumple		Us Colocada (KN) Us2	245,86	Cumple

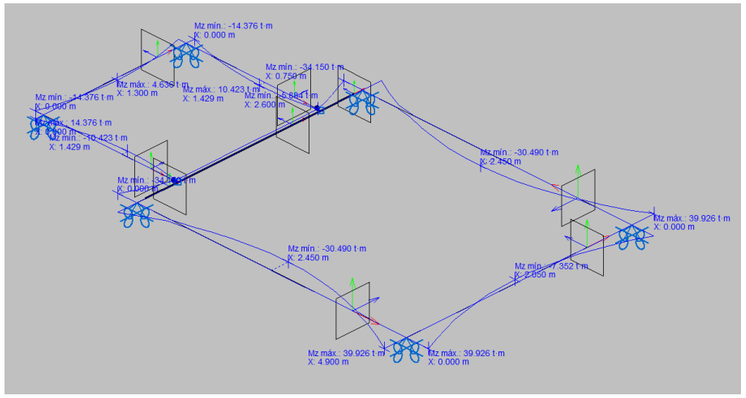
- **VIGA DE CORONACIÓN**

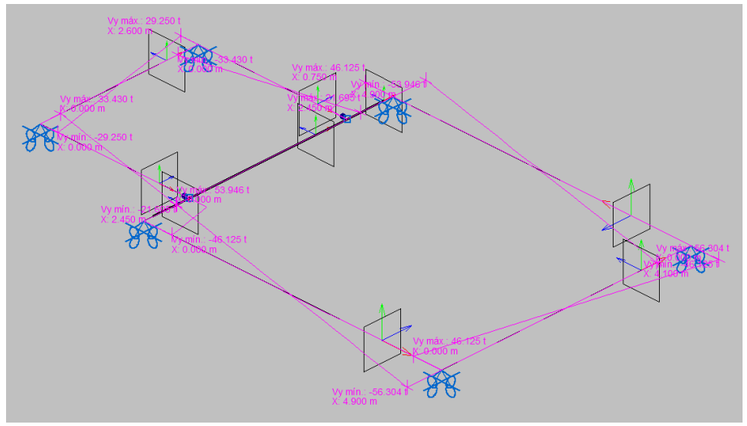
El procedimiento constructivo previsto consiste en ejecutar las pantallas y arriostrarlas en cabeza (con la viga de coronación) antes de proceder a la excavación entre pantallas.

Para el dimensionado de la viga de coronación se ha realizado un modelo plano de las vigas, sobre las que se ha aplicado la reacción correspondiente de las pantallas.



Los esfuerzos obtenidos en los cálculos son los siguientes:





El armado de la viga se detalla a continuación:

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.			CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.		
VIGA CORONACION. INTRADÓS			VIGA CORONACION. TRASDÓS		
Ambiente	Qb		Ambiente	Iia	
ESFUERZOS DE CALCULO			ESFUERZOS DE CALCULO		
Coeficiente de Seguridad	1,50		Coeficiente de Seguridad	1,50	
M.Flector Md (KNm)	305,00		M.Flector Md (KNm)	400,00	
Cortante Vd (KN)	565,00		Cortante Vd (KN)	565,00	
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS			CARACTERISTICAS GEOMETRICAS		
Ancho (m)	0,60		Ancho (m)	0,60	
Canto h (m)	0,60		Canto h (m)	0,60	
Recubrimiento (cm)	5,00		Recubrimiento (cm)	5,00	
Canto util d (m)	0,528		Canto util d (m)	0,528	
d'(m)	0,070		d'(m)	0,070	
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2		Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2	
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900	
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00		Hormigón Fck (N / mm2)	30,00	
Coef. de Seguridad	1,50		Coef. de Seguridad	1,50	
Fcd(N / mm2)	20,00		Fcd(N / mm2)	20,00	
Fctk (N/mm2)	2,03		Fctk (N/mm2)	2,03	
Fctm (N/mm2)	2,90		Fctm (N/mm2)	2,90	
Acero Fyk (N/mm2)	500,00		Acero Fyk (N/mm2)	500,00	
Coef. de Seguridad	1,15		Coef. de Seguridad	1,15	
CALCULO A FLEXION SIMPLE			CALCULO A FLEXION SIMPLE		
Uo (kN)	5380,50		Uo (kN)	5380,50	
Uv (KN)	1428,00		Uv (KN)	1428,00	
Ua (KN)	6120,00		Ua (KN)	6120,00	
Us2 (KN)	0,00		Us2 (KN)	0,00	
Us1 (KN)	613,13		Us1 (KN)	820,92	
Us1 mínima (KN)	177,34		Us1 mínima (KN)	-99,40	
Us Geometrica (KN)	123,85		Us Geometrica (KN)	123,85	
Us Calculo (KN)	613,13		Us Calculo (KN)	820,92	
Armadura Us1			**Armadura Us1**		
Diametro	25,00		Diametro	25,00	
Nº de Barras	8,00		Nº de Barras	6,00	
Losa =1,Viga =0	1,00		Losa =1,Viga =0	1,00	
Separación Barras (cm)	7,50		Separación Barras (cm)	10,00	
Us Colocada (KN) Us1	1707,39 Cumple		Us Colocada (KN) Us1	1280,54 Cumple	
Armadura Us2			**Armadura Us2**		
Diametro	25,00		Diametro	25,00	
Nº de Barras	6,00		Nº de Barras	8,00	
Separación Barras (cm)	10,00		Separación Barras (cm)	7,50	
Us Colocada (KN) Us2	1280,54 Cumple		Us Colocada (KN) Us2	1707,39 Cumple	
CALCULO A CORTANTE			CALCULO A CORTANTE		
Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00		Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00	
Angulo armaduras a	90,00		Angulo armaduras a	90,00	
Angulo Bielas Compresión q	45,00		Angulo Bielas Compresión q	45,00	
Coeficiente Axil K	1,00		Coeficiente Axil K	1,00	
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1899,00 Cumple		Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1899,00 Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	0,00		¿Armadura de Cortante?(NO=1)	0,00	
Cuantia Geometrica rl	0,012		Cuantia Geometrica rl	0,009	
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	170,75		Agotamiento por tracción Vcu (KN)	155,13	
Valor mínimo Vcu (KN)	178,02 No Cumple		Valor mínimo Vcu (KN)	178,02 No Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	815,13		Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	815,13	
Separación máxima Cercos (mm)	0,32		Separación máxima Cercos (mm)	0,32	
Cuantia minima Ust/s (KN/m)	240,00		Cuantia minima Ust/s (KN/m)	240,00	
Diametro Cercos (mm)	12,00		Diametro Cercos (mm)	12,00	
Separación (mm)	200,00		Separación (mm)	200,00	
Nº de Ramas	4,00		Nº de Ramas	4,00	
Cuantia Colocada (KN/m)	904,78 Cumple		Cuantia Colocada (KN/m)	904,78 Cumple	
FISURACIÓN			FISURACIÓN		
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00		F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00	
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10		Abertura de fisura admisible (mm)	0,30	
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00		¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00	
Ac,eficaz (cm2)	112,50		Ac,eficaz (cm2)	150,00	
Separación media de fisuras Sm (cm)	14,37		Separación media de fisuras Sm (cm)	15,82	
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	113,00		Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	195,01	
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	88,80		Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	111,41	
Alargamiento medio Esm	3,91E-04		Alargamiento medio Esm	8,16E-04	
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,10 Cumple		Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,22 Cumple	
ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)			ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)		
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900	
Us Geometrica (KN)	140,87		Us Geometrica (KN)	140,87	
Diametro	16,00		Diametro	16,00	
Nº de Barras	5,00		Nº de Barras	5,00	
Separación Barras (cm)	12,00		Separación Barras (cm)	12,00	
Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple		Us Colocada (KN) Us2	437,09 Cumple	

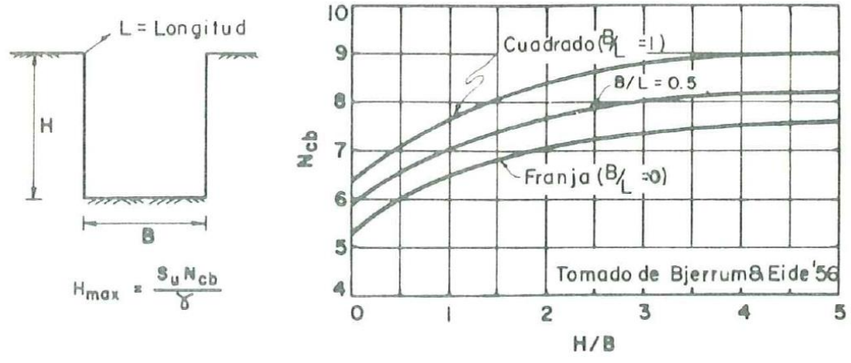
- **CONDICIONANTES POR LA PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO**

Durante la excavación entre pantallas, y debido a la altura que presenta el nivel freático, existe el peligro de inestabilidad como consecuencia de las filtraciones por el fondo de la excavación, que pueden conducir al sifonamiento (en el caso de suelos granulares) o al levantamiento de dicho fondo (en el caso de arcillas), así como del levantamiento de la estructura (flotación).

El terreno del fondo de la excavación es cohesivo, por lo que procedemos a continuación a la verificación de la rotura de fondo y a la verificación de la flotación.

ROTURA DEL FONDO

El cálculo del coeficiente de seguridad a rotura del fondo se realiza de acuerdo con la fórmula de Bjerrum y Eide (1956) (Geotecnia y Cimientos, III, Capítulo 10, pág.1095):



$$F = \frac{N_{cb} \cdot c_u}{\gamma \cdot H + q}$$

siendo:

N_{cb}: factor de capacidad de carga que depende de la relación entre la altura y el ancho de excavación. En el caso más desfavorable, donde H/B = 7/6,6 = 1,1, N_{cb} toma un valor mínimo de 7,8.

c_u: resistencia al corte sin drenaje, que tomamos igual a 6,0 t/m^2.

γ: la densidad del terreno, que toma un valor máximo de 1,6 t/m^3.

H: la altura de excavación, que es no mayor de 7,0 m.

q: la carga uniformemente distribuida en la superficie, antes de ejecutar la losa de fondo, que se considera de 1,0 t/m^2.

Así, el coeficiente de seguridad mínimo es:

$$F = (7{,}8 \cdot 6{,}0)/(1{,}6 \cdot 7{,}0 + 1{,}0) = 3{,}84$$

superior a 2,5 por lo que no se producirá rotura del fondo.

FLOTACIÓN

Es preciso garantizar que no se produce el levantamiento de la estructura.

Se considera una longitud de las pantallas de 13,00 m.

Subpresión en la losa de fondo: S1 = 19,65 m^2 x (7,0 – 2,9) t/m^2 = 80,57 t.

Subpresión en el extremo de las pantallas: S2 = 22,6 m x (13,0 – 2,9) t/m^2 x 0,60 m = 136,96 t

Subpresión total: S = S1 + S2 = 217,53 t

Peso de la losa inferior: W1 = 2,5 t/m^3 x 19,65 m^2 x 0,35 m = 17,19 t

Peso de las pantallas: W2 = 2,5 t/m^3 x 22,6 m x 13,0 m x 0,6 m = 440,7 t

Peso total: W = W1 + W2 = 457,89 T

Incluso sin considerar el rozamiento terreno/pantallas, el coeficiente de seguridad frente a la flotación es de

$$F = 457{,}89/217{,}53 = 2{,}10$$

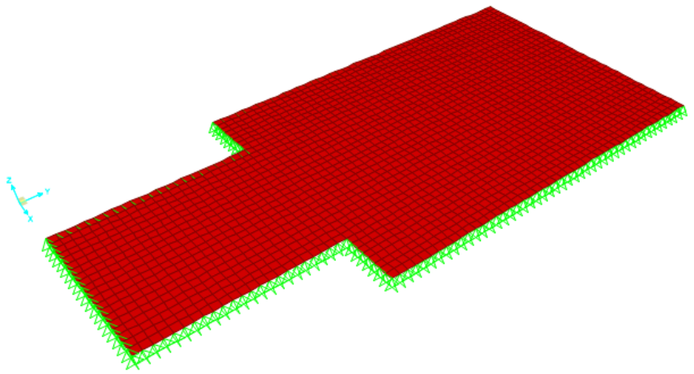
superior a 2,5 por lo que no se producirá flotación de la estructura.

- **LOSA SUPERIOR**

Se dispone la misma losa superior calculada en la EBAR de San Martín.

- **LOSA DE FONDO**

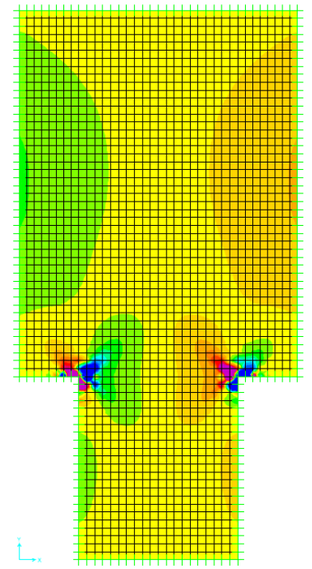
Para el dimensionado de la losa de fondo se emplea el programa SAP2000. Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura



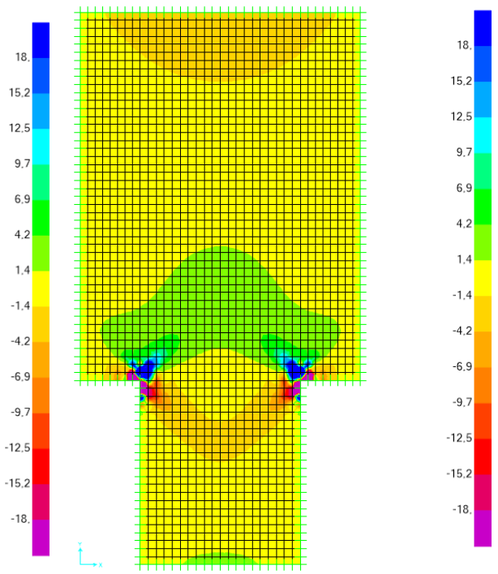
Se considera sobre la losa las cargas correspondientes a su peso propio (0,875 t/m^2) y a la subpresión (4,1 t/m^2).

- Esfuerzos de diseño:

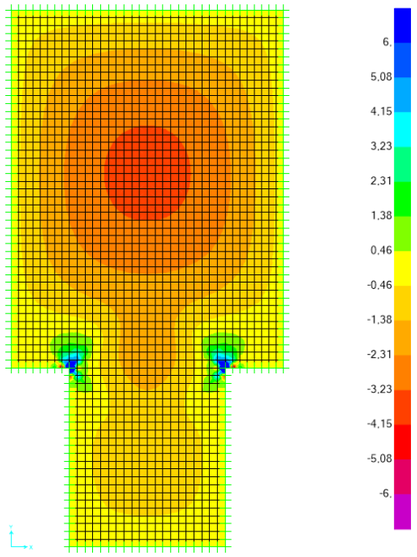
V13 → 9,0 t/m



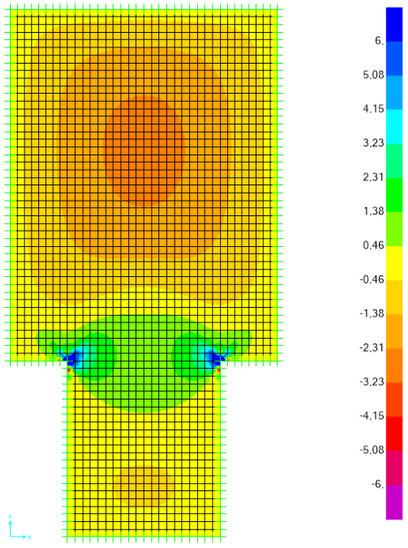
V23 → 8,2 t/m



M11 → -6,0 t·m/m



M22 → -6,0 t·m/m



CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.			
LOSA FONDO			
Ambiente	Qb		
ESFUERZOS DE CALCULO			
Coeficiente de Seguridad	1,50		
M.Flector Md (KNm)	63,00		
Cortante Vd (KN)	180,00		
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS			
Ancho (m)	1,00		
Canto h (m)	0,35		
Recubrimiento (cm)	7,00		
Canto util d (m)	0,264		
d'(m)	0,090		
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2		
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00		
Coef. de Seguridad	1,50		
Fcd(N / mm2)	20,00		
Fctk (N/mm2)	2,03		
Fctm (N/mm2)	2,90		
Acero Fyk (N/mm2)	500,00		
Coef. de Seguridad	1,15		
CALCULO A FLEXION SIMPLE			
Uo (kN)	4488,00		
Uv (KN)	3060,00		
Ua (KN)	5950,00		
Us2 (KN)	0,00		
Us1 (KN)	245,34		
Us1 mínima (KN)	225,51		
Us Geometrica (KN)	103,30		
Us Calculo (KN)	245,34		
Armadura Us1			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	5,00		
Losa =1,Viga =0	1,00		
Separación Barras (cm)	20,00		
Us Colocada (KN) Us1	245,86	Cumple	
Armadura Us2			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	5,00		
Separación Barras (cm)	20,00		
Us Colocada (KN) Us2	245,86	Cumple	
CALCULO A CORTANTE			
Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00		
Angulo armaduras a	90,00		
Angulo Bielas Compresión q	45,00		
Coeficiente Axil K	1,00		
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1584,00	Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00		
Cuantia Geometrica rl	0,002		
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	110,16		
Valor mínimo Vcu (KN)	184,94	Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00		
Separación máxima Cercos (mm)	0,00		
Cuantia minima Ust/s (KN/m)	0,00		
Diametro Cercos (mm)	0,00		
Separación (mm)	0,00		
Nº de Ramas	0,00		
Cuantia Colocada (KN/m)	0,00	Cumple	
FISURACIÓN			
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00		
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10		
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00		
Ac,eficaz (cm2)	157,50		
Separación media de fisuras Sm (cm)	25,96		
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	293,92		
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	428,95		
Alargamiento medio Esm	5,88E-04		
Abertura caraterística de fisura Wk (mm)	0,26	No fisura	
ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)			
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
Us Geometrica (KN)	136,96		
Diametro	12,00		
Nº de Barras	5,00		
Separación Barras (cm)	20,00		
Us Colocada (KN) Us2	245,86	Cumple	

- RESUMEN

+ PANTALLAS (60 cm):

Armadura base Vertical Exterior / Interior:	Ø16/0,20 m
Armadura de refuerzo en el intradós Vertical:	Ø20/0,20 m
Armadura Horizontal Exterior / Interior:	Ø12/0,20 m

+ LOSAS DE FONDO (35cm):

Armaduras Inferiores / Superiores:	#Ø12/0,20 m

+ LOSAS DE FONDO (35cm):

Armaduras Inferiores / Superiores:	#Ø12/0,20 m

+ MUROS INTERIORES (30cm):

Armaduras Verticales Exteriores / Interiores:	Ø12/0,20 m
Armaduras Horizontales Exteriores / Interiores:	Ø12/0,20 m

+ LOSA DE PLANTA BAJA (20cm):

Armaduras Inferiores / Superiores:	#Ø12/0,30 m

16. EBAR SAN MARTÍN

16.1 EDIFICIO DE LA EBAR

El edificio de la EBAR tiene las siguientes dimensiones exteriores: 21.05 m de largo, 7.70 m de ancho y altura de 4.50 m hasta forjado. La estructura está resuelta mediante pilares y vigas de hormigón armado que sirven de apoyo al forjado de viguetas autoportantes.

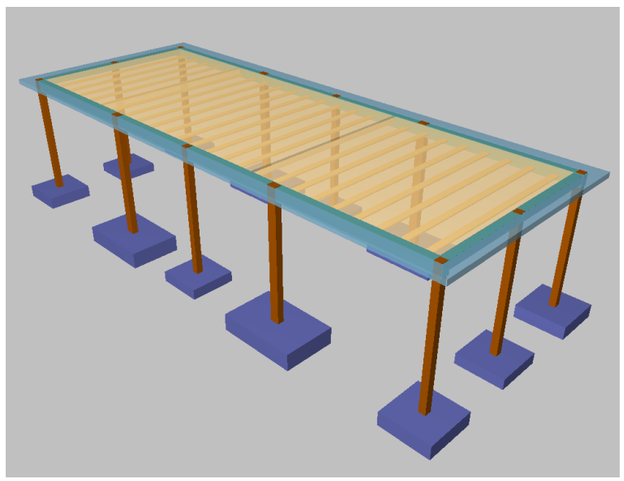
Las dimensiones de los pilares son 25 x 25 o 35x25 cm según cálculo, mientras que las vigas están en función de la longitud y cargas de cálculo. El forjado de viguetas dobles y bovedillas de hormigón tiene un canto total de 30 cm, incluyendo una capa de compresión ejecutada in situ de 5 cm.

La cubierta de teja árabe será a cuatro aguas, con un vuelo perimetral de 50 cm. El cerramiento se realizará mediante bloques de hormigón armado. Se dispone acerado perimetral de 1,50 m con un a pendiente del 2 %.

La cimentación se resuelve a través de zapatas aisladas cimentadas en el nivel de arcillas. Las zapatas se conectan mediante vigas de atado, las cuales además de arriostrar la cimentación ante cargas horizontales, sirven de cimentación del cerramiento. Se coloca solera de hormigón armado de 20 cm de espesor.

16.1.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura:



16.1.2 ACCIONES

+ Acciones Permanentes

- **Peso Propio**

  El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kg/m^3

  Peso propio forjado 25 + 5 cm, viguetas dobles y bovedilla de hormigón: 427 kg/m^2

- **Cargas muertas**

  Faldones de teja sobre tablero y tabiques palomeros: 300 kg/m^2

  Cerramiento de bloques con guarnecidos y enlucidos: 300 kg/m^2

+ Acciones Variables

Cubiertas accesibles para conservación con inclinación inferior a 20º: 100 kg/m^2

+ Acciones Climáticas.

- **Viento**

  Zona eólica: C

  Grado de aspereza: III. Terreno rural accidentado o llano con obstáculos

  La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado: $q_e = q_b \cdot ce \cdot c_p$

- **Nieve**

  Se considera un valor de 20 kg/m^2

16.1.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia, considerándose una tensión admisible de 0.70 kg/cm^2

16.1.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Apéndice 13 los listados obtenidos del software de cálculo.

16.2 POZO DE BOMBEO

El pozo de bombeo de la EBAR está compuesto por varios vasos cuyas dimensiones interiores son las siguientes:

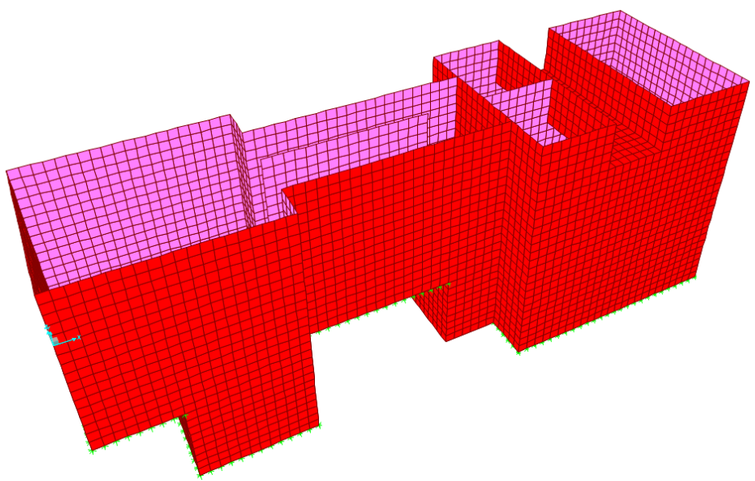
- Pozo de gruesos: 2,50 x 0,60 m
- Arqueta aliviadero: 2,50 x 0,60 m
- Canales de desbaste (2 UD): 2,50 x 0,60 m
- Pozo húmedo (2UD): 8,80 x 2,40 m
- Pozo seco: 0,75 x 5,10 m

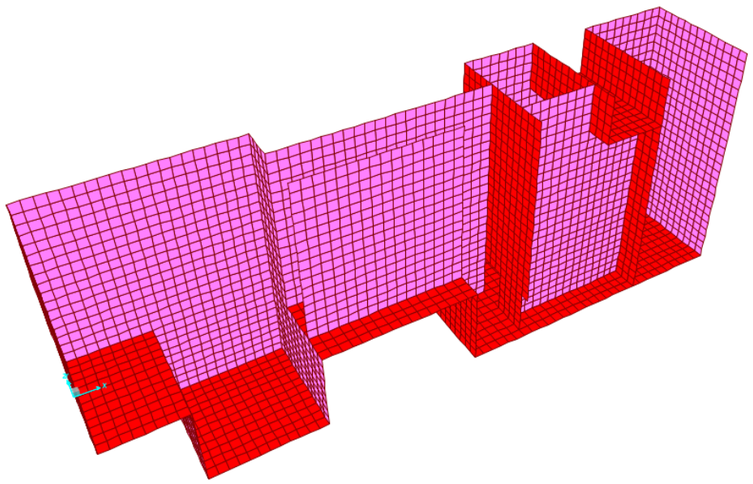
El fluido que entra a la EBAR llega al pozo de gruesos, el cual lleva adosada una arqueta aliviadero. El fluido se distribuye mediante compuertas a los dos canales de desbaste, para pasar mediante compuertas al pozo húmedo, desde el cual es bombeado hacia la salida mediante las bombas ubicadas en el pozo seco.

Los muros tienen un espesor de 30 cm (para los muros bajo rasante), 20 cm (para los muros sobre rasante) y 60 cm (para el muro de separación entre anales de desbaste). Las losas de cimentación tienen un espesor de 30 cm y la losa superior (ubicada sólo sobre parte del pozo húmedo) es de 20 cm.

16.2.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura





16.2.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- Peso propio

El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kg/m^3

Cota superior del pozo de gruesos: + 10,15 m
Cota solera del pozo de gruesos: + 5,20 m
Cota superior de la arqueta aliviadero: + 10,15 m
Cota solera de la arqueta aliviadero: + 6,90 m
Cota superior de los canales de desbaste: + 10,15 m
Cota soleras de los canales de desbaste: + 6,80 m
Cota superior del pozo húmedo: + 10,15 m
Cota solera del pozo húmedo: + 5,20 m
Cota superior del pozo seco: + 10,15 m
Cota solera del pozo seco: + 5,20 m

- Acciones del Agua

Densidad del Agua: 1,00 t/m^3
Coeficiente de empuje: 1,00
Cota del agua en pozo de gruesos, arqueta aliviadero, canales

de desbaste y pozo húmedo: + 8,20 m

- Acciones del terreno

Densidad del terreno: 2,00 t/m^3

Coeficiente de empuje Reposo: 0,50

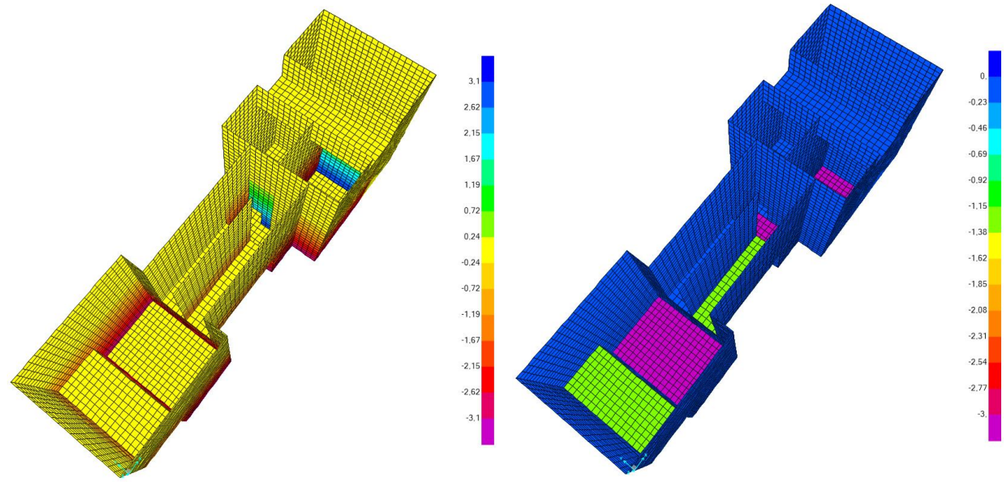
Altura Terreno: + 9,15

+ ACCIONES VARIABLES

Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito 1,00 t/m^2

Sobrecarga en losa de cubierta 0,50 t/m^2

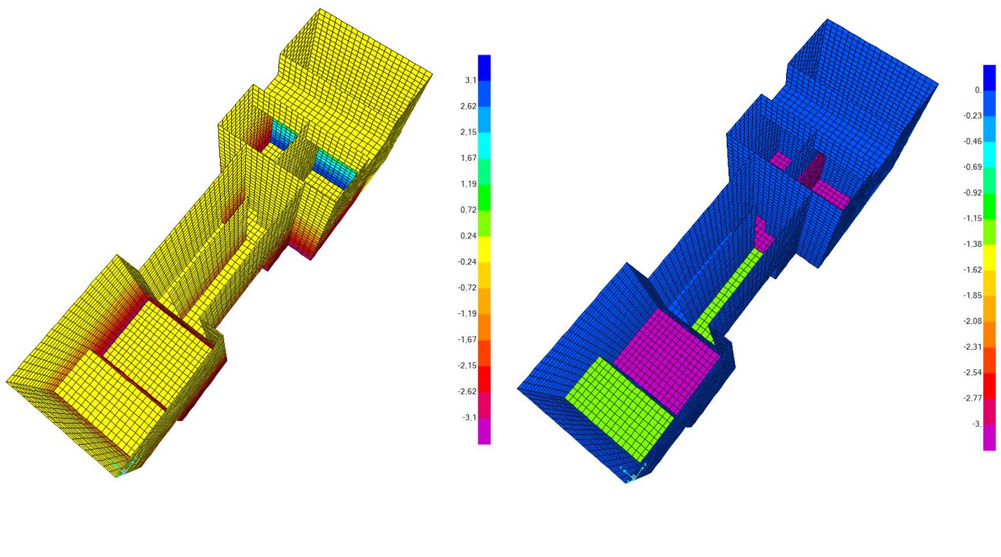
Se incluye a continuación imágenes sobre el modelo de cálculo de las cargas consideradas:

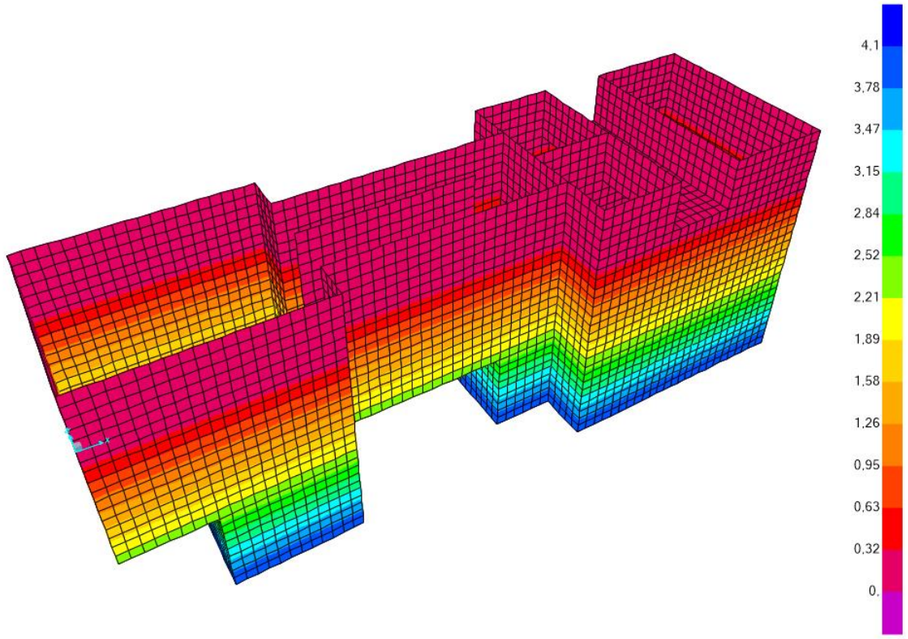


- Acción debido al empuje del terreno = h m x 2,00 t/m^3 x 0,50 = h t/m^2

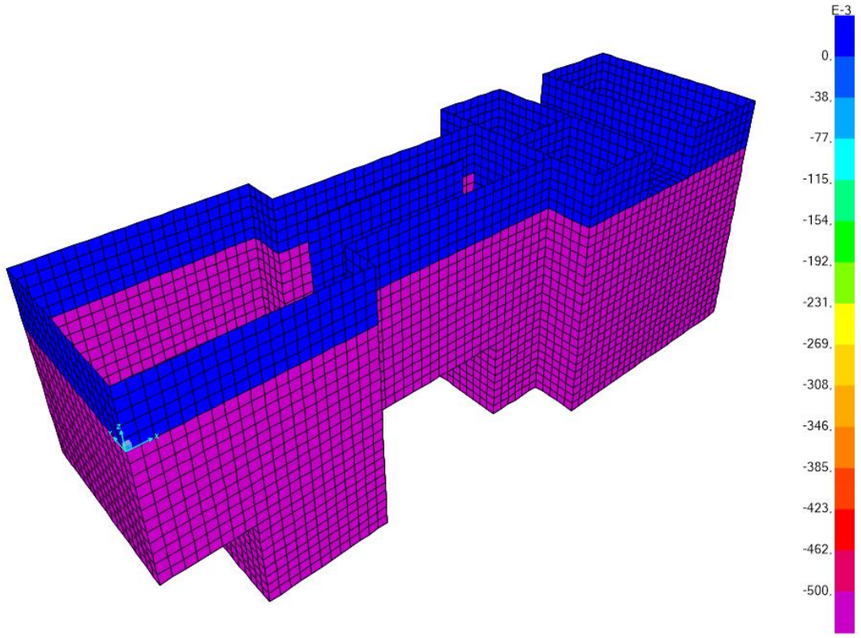
- Acción del agua en vasos llenos (Se considera 2 casos para el dimensionado de los muros interiores):

Peso = h m · 1,00 t/m^3 = h t/m^2 Empuje = h m x 1,00 t/m^3 x 1,00 = h t/m^2

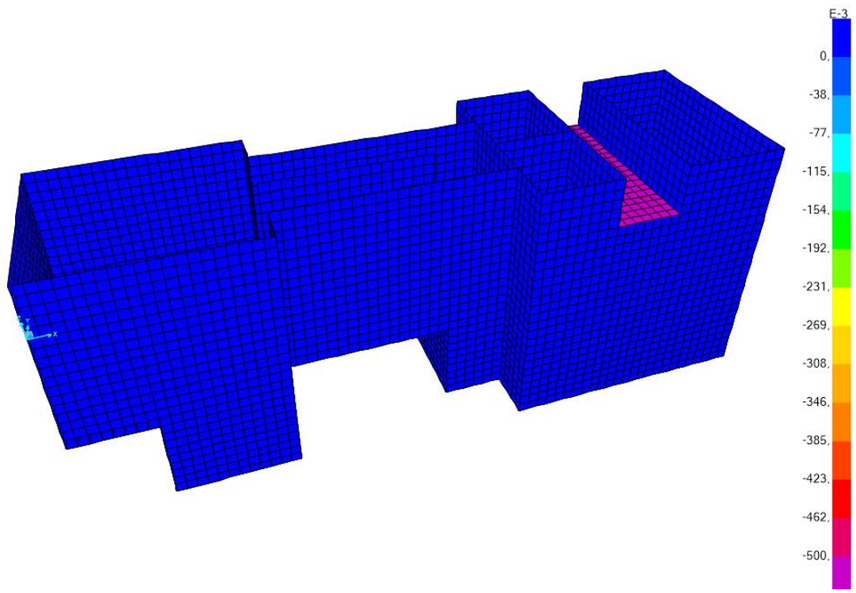




- Acción del terreno debido al empuje de la sobrecarga = 1,00 t/m^3 x 0,50 = 0,50 t/m^2



- Acción de la sobrecarga = 0,50 t/m^2



16.2.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia, considerándose una tensión admisible de 0,70 kg/cm^2. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 1500 t/m^3.

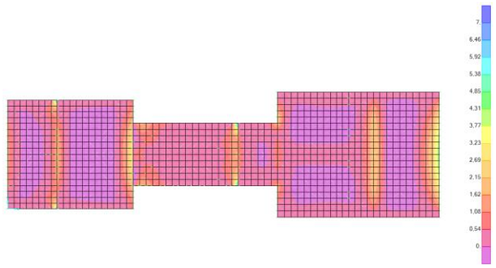
16.2.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 13 los listados obtenidos del software de cálculo.

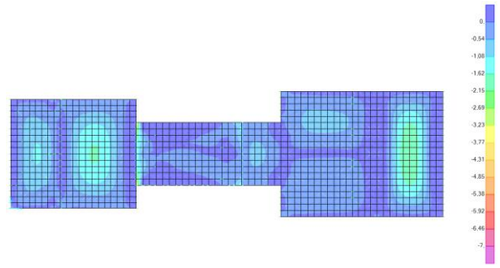
16.2.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- LOSAS DE CIMENTACIÓN (30cm):

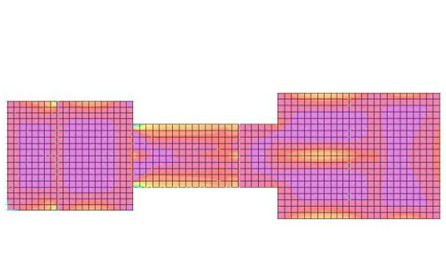
M11 (+) → 4,4 t·m/m



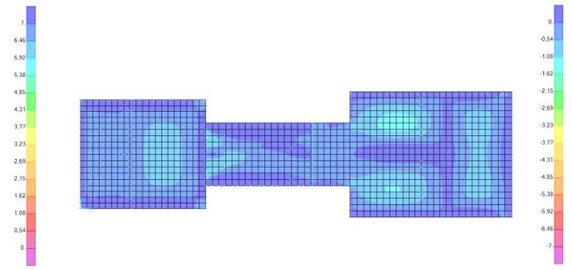
M11 (-) → -3,9 t·m/m



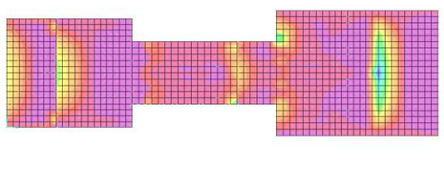
M22 (+) → 4,3 t·m/m



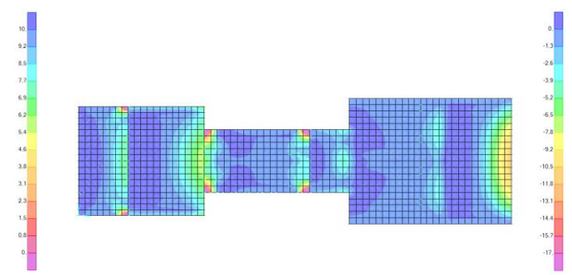
M22 (-) → -1,4 t·m/m



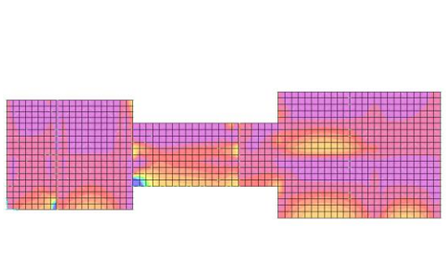
V13 (+) → 10,2 t/m



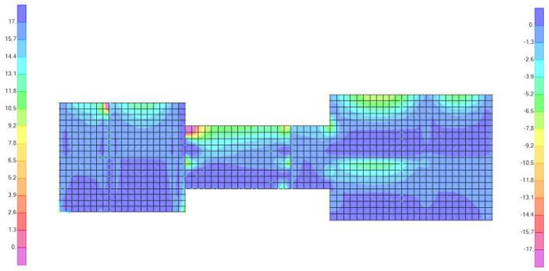
V13 (-) → -11,8 t/m



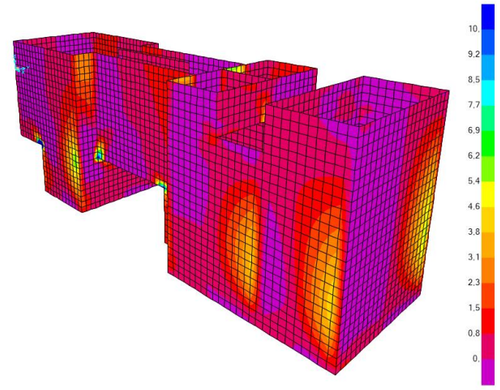
V23 (+) → 12,4 t/m



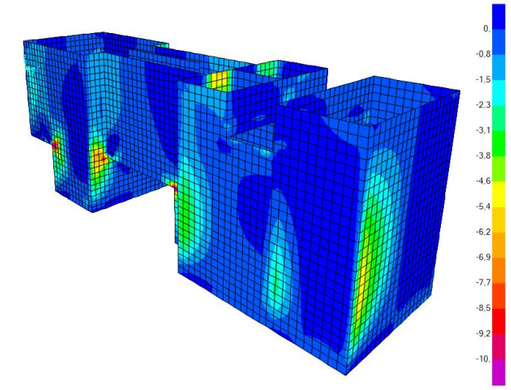
V23 (-) → -14,3 t/m



V13 (+) → 6,0 t/m

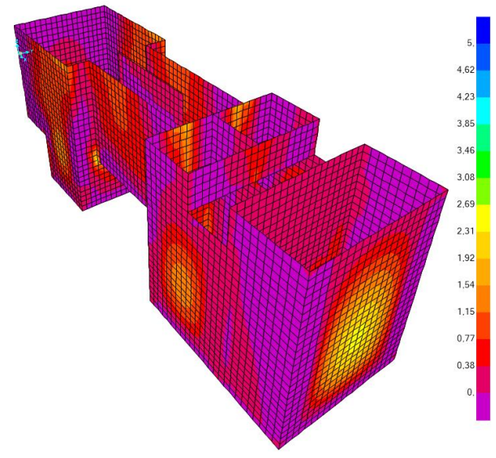


V13 (-) → -6,5 t/m

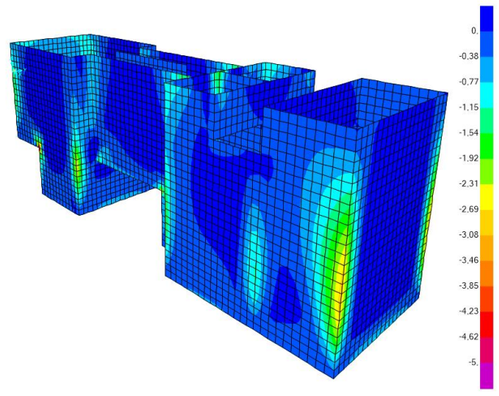


- MUROS (30cm):

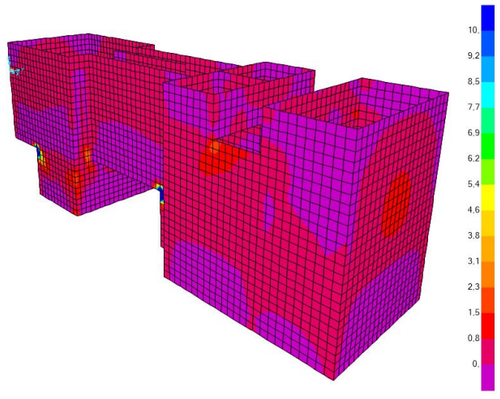
M11 (+) → 2,9 t·m/m



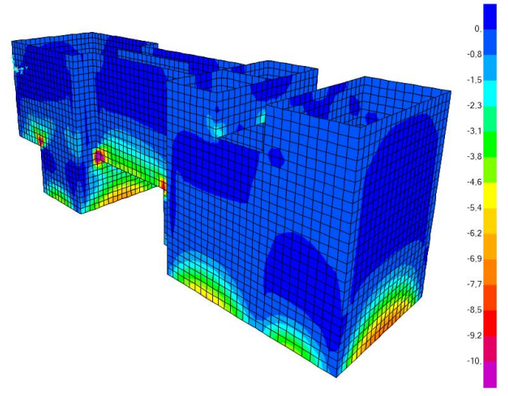
M11 (-) → -3,0 t·m/m



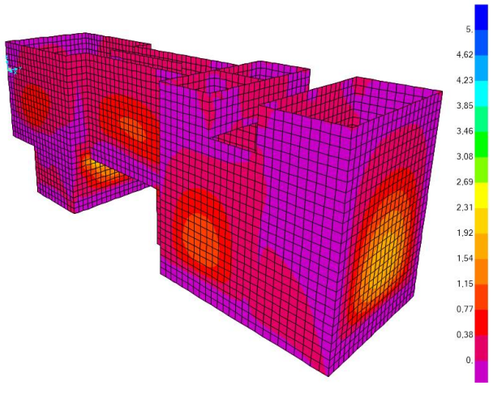
V23 (+) → 6,6 t/m



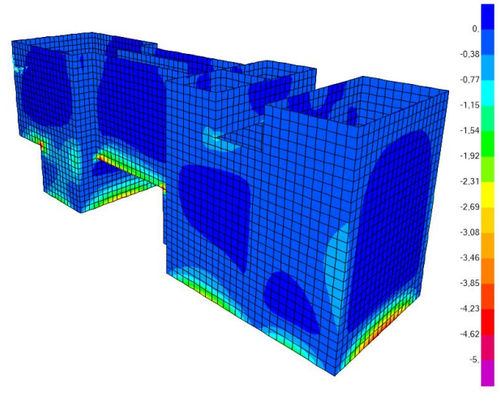
V23 (-) → -13,7 t/m



M22 (+) → 3,1 t·m/m

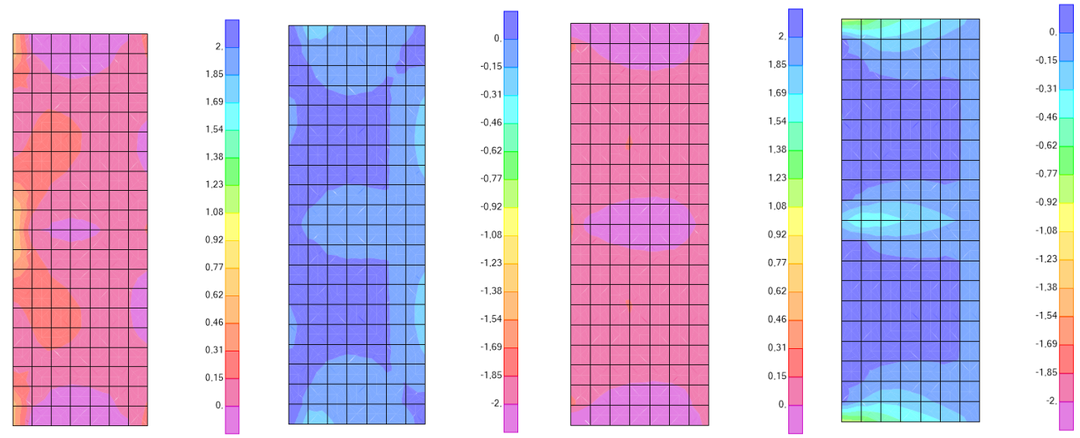


M22 (-) → -4,4 t·m/m

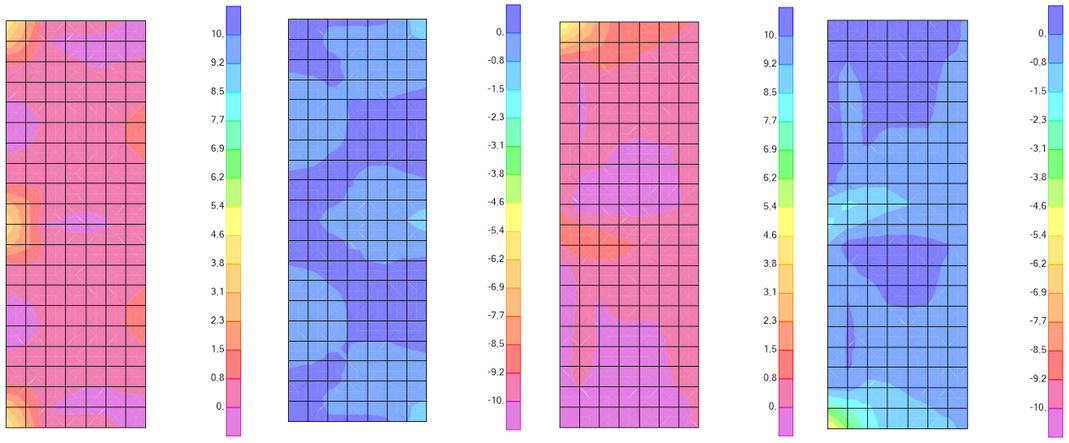


- LOSA DE PLANTA BAJA (20 CM):

M11 (+) → 0,7 t·m/m **M11 (-)** → -0,30 t·m/m **M22 (+)** → 0,7 t·m/m **M11 (-)** → -0,90 t·m/m



V13 (+) → 4,7 t/m **V13 (-)** → -1,3 t/m **V23 (+)** → 5,7 t/m **V23 (-)** → -5,7 t/m



16.2.4.2 ARMADOS

- LOSAS DE CIMENTACIÓN (30cm):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.			
LOSAS DE CIMENTACION			
Ambiente	Qb		
ESFUERZOS DE CALCULO			
Coeficiente de Seguridad	1,35		
M.Flector Md (KNm)	44,00		
Cortante Vd (KN)	170,00		
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS			
Ancho (m)	1,00		
Canto h (m)	0,30		
Recubrimiento (cm)	5,00		
Canto util d (m)	0,234		
d'(m)	0,070		
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2		
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00		
Coef. de Seguridad	1,50		
Fcd(N / mm2)	20,00		
Fctk (N/mm2)	2,03		
Fctm (N/mm2)	2,90		
Acero Fyk (N/mm2)	500,00		
Coef. de Seguridad	1,15		
CALCULO A FLEXION SIMPLE			
Uo (kN)	3978,00		
Uv (KN)	2380,00		
Ua (KN)	5100,00		
Us2 (KN)	0,00		
Us1 (KN)	192,70		
Us1 mínima (KN)	189,87		
Us Geometrica (KN)	91,57		
Us Calculo (KN)	192,70		
Armadura Us1			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00		
Losa =1,Viga =0	1,00		
Separación Barras (cm)	25,00		
Us Colocada (KN) Us1	196,69	Cumple	
Armadura Us2			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	3,33		
Separación Barras (cm)	30,00		
Us Colocada (KN) Us2	163,89	Cumple	
CALCULO A CORTANTE			
Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00		
Angulo armaduras a	90,00		
Angulo Bielas Compresión q	45,00		
Coeficiente Axil K	1,00		
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1404,00	Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00		
Cuantia Geometrica rl	0,002		
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	97,09		
Valor mínimo Vcu (KN)	171,09	Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00		
Separación máxima Cercos (mm)	0,00		
Cuantia minima Ust/s (KN/m)	0,00		
Diametro Cercos (mm)	0,00		
Separación (mm)	0,00		
Nº de Ramas	0,00		
Cuantia Colocada (KN/m)	0,00	Cumple	
FISURACIÓN			
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00		
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10		
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00		
Ac,eficaz (cm2)	135,00		
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77		
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	325,79		
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	451,64		
Alargamiento medio Esm	6,52E-04		
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,23	No fisura	
ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)			
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
Us Geometrica (KN)	117,39		
Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00		
Separación Barras (cm)	25,00		
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple	

- MUROS (30cm):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.			
MUROS			
Ambiente	Qb		
ESFUERZOS DE CALCULO			
Coeficiente de Seguridad	1,35		
M.Flector Md (KNm)	44,00		
Cortante Vd (KN)	170,00		
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS			
Ancho (m)	1,00		
Canto h (m)	0,30		
Recubrimiento (cm)	5,00		
Canto util d (m)	0,234		
d'(m)	0,070		
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3		
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00		
Coef. de Seguridad	1,50		
Fcd(N / mm2)	20,00		
Fctk (N/mm2)	2,03		
Fctm (N/mm2)	2,90		
Acero Fyk (N/mm2)	500,00		
Coef. de Seguridad	1,15		
CALCULO A FLEXION SIMPLE			
Uo (kN)	3978,00		
Uv (KN)	2380,00		
Ua (KN)	5100,00		
Us2 (KN)	0,00		
Us1 (KN)	192,70		
Us1 mínima (KN)	189,87		
Us Geometrica (KN)	91,57		
Us Calculo (KN)	192,70		
Armadura Us1			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00		
Losa =1,Viga =0	1,00		
Separación Barras (cm)	25,00		
Us Colocada (KN) Us1	196,69	Cumple	
Armadura Us2			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00		
Separación Barras (cm)	25,00		
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple	
CALCULO A CORTANTE			
Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00		
Angulo armaduras a	90,00		
Angulo Bielas Compresión q	45,00		
Coeficiente Axil K	1,00		
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1404,00	Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00		
Cuantia Geometrica rl	0,002		
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	97,09		
Valor mínimo Vcu (KN)	171,09	Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00		
Separación máxima Cercos (mm)	0,00		
Cuantia minima Ust/s (KN/m)	0,00		
Diametro Cercos (mm)	0,00		
Separación (mm)	0,00		
Nº de Ramas	0,00		
Cuantia Colocada (KN/m)	0,00	Cumple	
FISURACIÓN			
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00		
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10		
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00		
Ac,eficaz (cm2)	135,00		
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77		
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	324,78		
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	450,78		
Alargamiento medio Esm	6,50E-04		
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,23	No fisura	
ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)			
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	1,600		
Us Geometrica (KN)	208,70		
Diametro	12,00		
Nº de Barras	5,00		
Separación Barras (cm)	20,00		
Us Colocada (KN) Us2	245,86	Cumple	

- LOSA DE PLANTA BAJA (20cm):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.			
LOSA DE PLANTA BAJA			
Ambiente	Qb		
ESFUERZOS DE CALCULO			
Coeficiente de Seguridad	1,35		
M.Flector Md (KNm)	21,00		
Cortante Vd (KN)	100,00		
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS			
Ancho (m)	1,00		
Canto h (m)	0,20		
Recubrimiento (cm)	5,00		
Canto util d (m)	0,134		
d'(m)	0,070		
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2		
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00		
Coef. de Seguridad	1,50		
Fcd(N / mm2)	20,00		
Fctk (N/mm2)	2,03		
Fctm (N/mm2)	2,90		
Acero Fyk (N/mm2)	500,00		
Coef. de Seguridad	1,15		
CALCULO A FLEXION SIMPLE			
Uo (kN)	2278,00		
Uv (KN)	2380,00		
Ua (KN)	3400,00		
Us2 (KN)	0,00		
Us1 (KN)	162,51		
Us1 mínima (KN)	120,59		
Us Geometrica (KN)	52,43		
Us Calculo (KN)	162,51		
Armadura Us1			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	3,33		
Losa =1,Viga =0	1,00		
Separación Barras (cm)	30,03		
Us Colocada (KN) Us1	163,75	Cumple	
Armadura Us2			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	3,33		
Separación Barras (cm)	30,03		
Us Colocada (KN) Us2	163,75	Cumple	
CALCULO A CORTANTE			
Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00		
Angulo armaduras a	90,00		
Angulo Bielas Compresión q	45,00		
Coeficiente Axil K	1,00		
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	804,00	Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00		
Cuantia Geometrica rl	0,003		
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	72,71		
Valor mínimo Vcu (KN)	103,80	Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00		
Separación máxima Cercos (mm)	0,00		
Cuantia minima Ust/s (KN/m)	0,00		
Diametro Cercos (mm)	0,00		
Separación (mm)	0,00		
Nº de Ramas	0,00		
Cuantia Colocada (KN/m)	0,00	Cumple	
FISURACIÓN			
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00		
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10		
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00		
Ac,eficaz (cm2)	90,00		
Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38		
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	294,13		
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	371,88		
Alargamiento medio Esm	5,88E-04		
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,18	No fisura	
ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)			
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
Us Geometrica (KN)	78,26		
Diametro	12,00		
Nº de Barras	3,33		
Separación Barras (cm)	30,03		
Us Colocada (KN) Us2	163,75	Cumple	

- RESUMEN

+ LOSAS DE CIMENTACIÓN (30cm):

Armaduras Inferiores / Superiores:	#Ø12/0,25 m

+ MUROS (20/30cm):

Armaduras Verticales Exteriores / Interiores:	Ø12/0,25 m
Armaduras Horizontales Exteriores / Interiores:	Ø12/0,20 m

+ MUROS (60cm):

Armaduras Verticales Exteriores / Interiores:	Ø12/0,25 m
Armaduras Horizontales Exteriores / Interiores:	Ø16/0,20 m

+ LOSA DE PLANTA BAJA (20cm):

Armaduras Inferiores / Superiores:	#Ø12/0,30 m

17. EBAR MONTENEGRAL

La EBAR está compuesta por varios vasos cuyas dimensiones interiores son las siguientes:

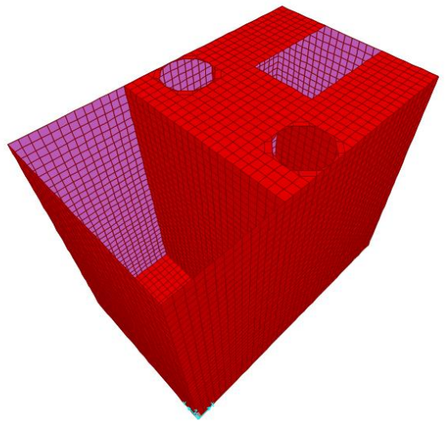
- Pozo de llegada y desbaste: 1,00 x 1,90 m
- Pozo húmedo (2UD): 1,00 x 0,85 m
- Pozo seco: 1,00 x 1,90 m

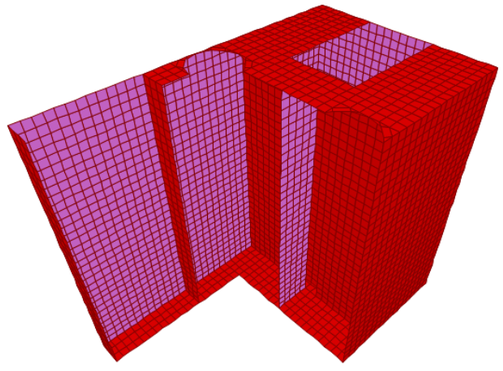
El fluido que entra a la EBAR llega al pozo de desbaste. El fluido se distribuye mediante compuertas a los dos pozos húmedos, desde los cuales es bombeado hacia la salida mediante las bombas ubicadas en el pozo seco.

Los muros exteriores tienen un espesor de 25 cm y los muros interiores de 20 cm. La losa de cimentación y la losa superior tienen un espesor de 30 cm.

17.1 MODELO DE CÁLCULO UTILIZADO

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura





17.2 ACCIONES

+ ACCIONES PERMANENTES

- Peso propio

El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 2500 kg/m^3

Cota superior de la EBAR: + 16,00 m

Cota solera de la EBAR: + 13,00 m

- Acciones del Agua

Densidad del Agua: 1,00 t/m^3

Coeficiente de empuje: 1.00

Cota del agua en pozo de desbaste y pozo húmedo: + 14,00 m

- Acciones del terreno

Densidad del terreno: 2,00 t/m^3

Coeficiente de empuje Reposo: 0,50

Altura Terreno: +16,00

+ ACCIONES VARIABLES

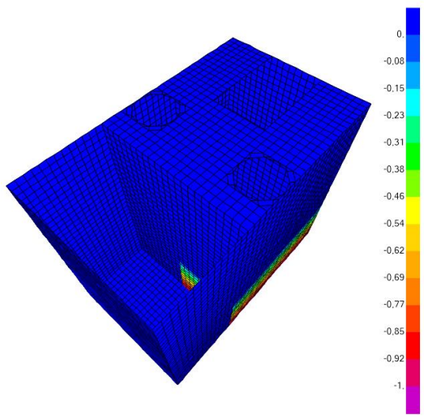
Sobrecarga en urbanización alrededor de depósito 1,00 t/m^2

Sobrecarga en losa de cubierta 0,90 t/m^2 + vehículo 60t (IAP-11)

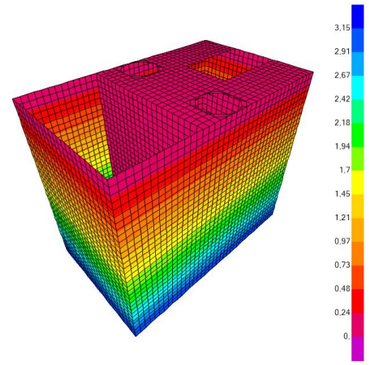
Se incluye a continuación imágenes sobre el modelo de cálculo de las cargas consideradas:

- Acción del agua en vasos llenos:

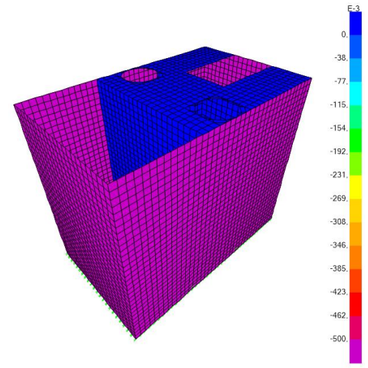
Peso = h m · 1,00 t/m^3 = h t/m^2 Empuje = h m x 1,00 t/m^3 x 1,00 = h t/m^2



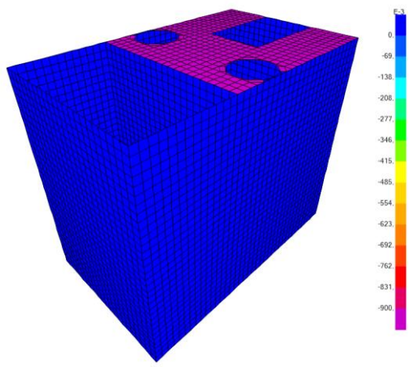
- Acción debido al empuje del terreno = h m x 2,00 t/m^3 x 0,50 = h t/m^2

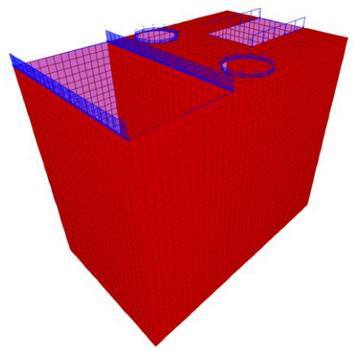


- Acción del terreno debido al empuje de la sobrecarga = 1,00 t/m^3 x 0,50 = 0,50 t/m^2

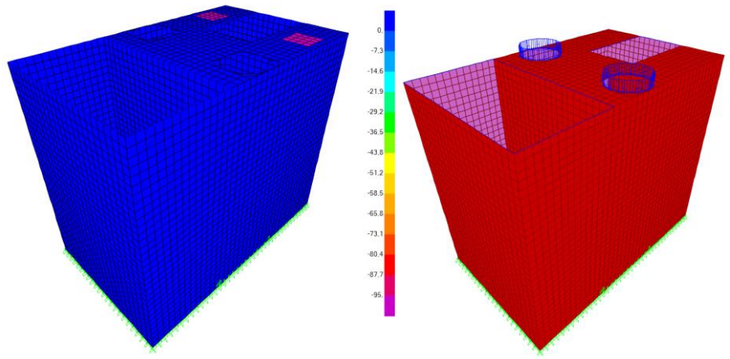


- Acción de la sobrecarga uniforme = 0,90 t/m^2





- Acción de la sobrecarga = vehículo pesado (4 cargas de 15 t). (Se ha considerado el vehículo en varias posiciones, aunque en las gráficas sólo se recoge una de ellas).



17.3 CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Las consideraciones geotécnicas para el cálculo de la cimentación quedan detalladas en el Anejo de Geotecnia, considerándose una tensión admisible de 0,70 kg/cm^2. El módulo de balasto considera en los cálculos es de 1500 t/m^3.

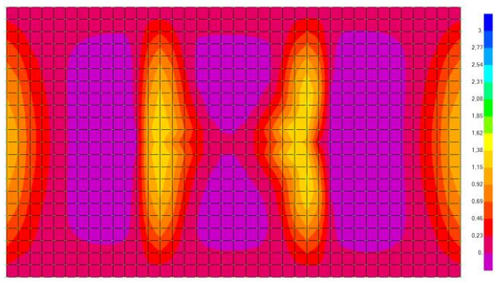
17.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se incluyen en el Anexo 13 los listados obtenidos del software de cálculo.

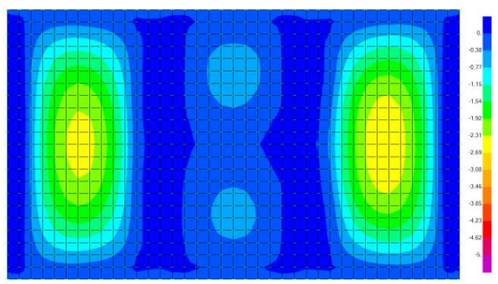
17.4.1 ESFUERZOS DE DISEÑO

- LOSAS DE CIMENTACIÓN (30cm):

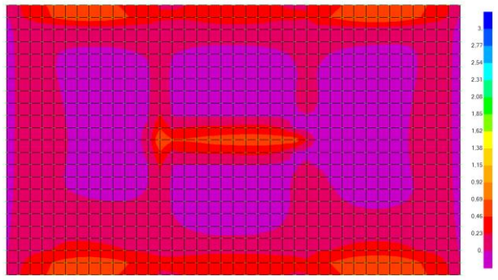
M11 (+) → 1,2 t·m/m



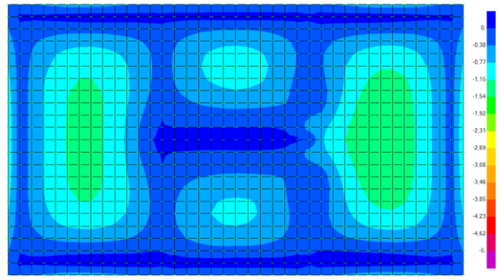
M11 (-) → -2,60 t·m/m



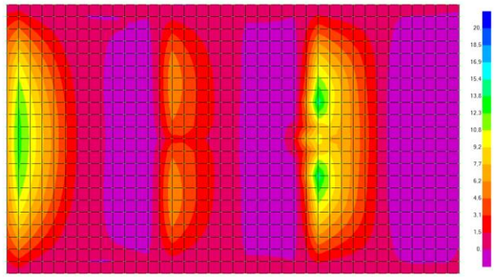
M22 (+) → 0,60 t·m/m



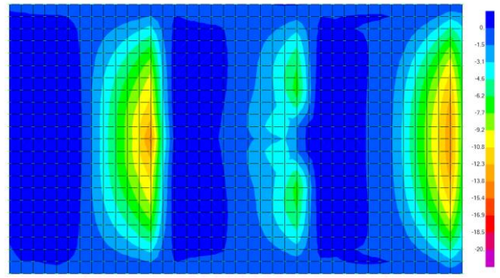
M22 (-) → -1,5 t·m/m



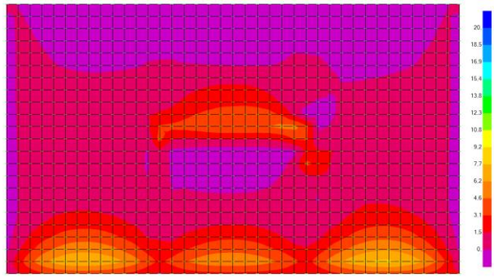
V13 (+) → 15,0 t/m



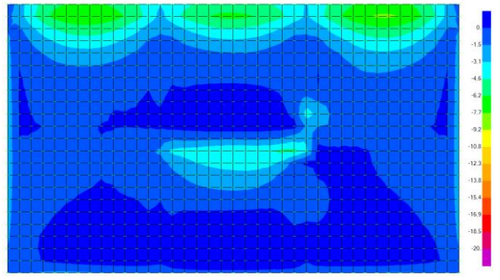
V13 (-) → -14,4 t/m



V23 (+) → 7,7 t/m

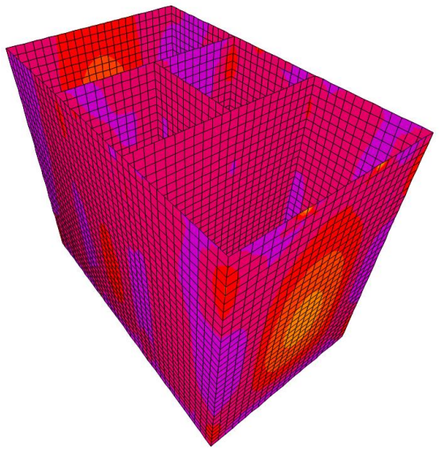


V23 (-) → -6,5 t/m

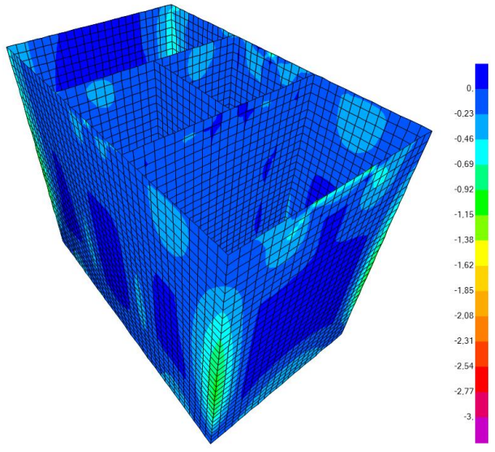


- MUROS (30cm):

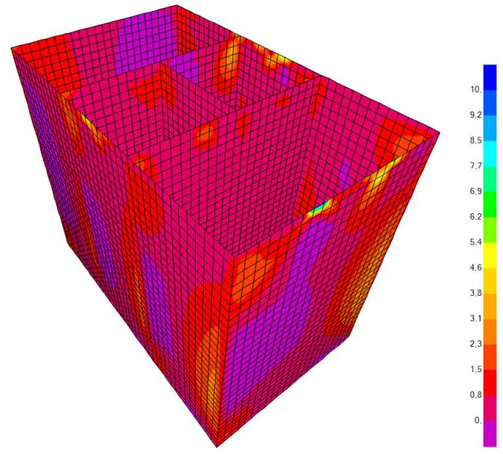
M11 (+) → 0,80 t·m/m



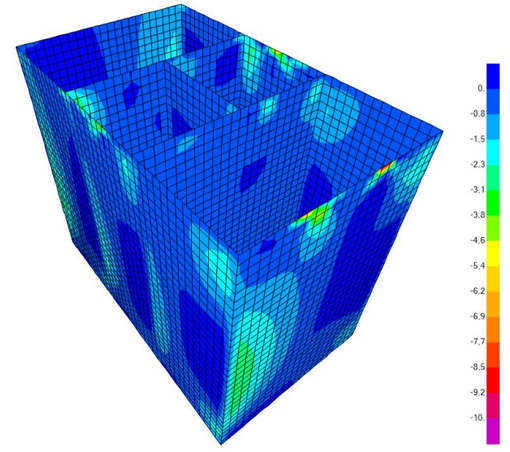
M11 (-) → -1,1 t·m/m



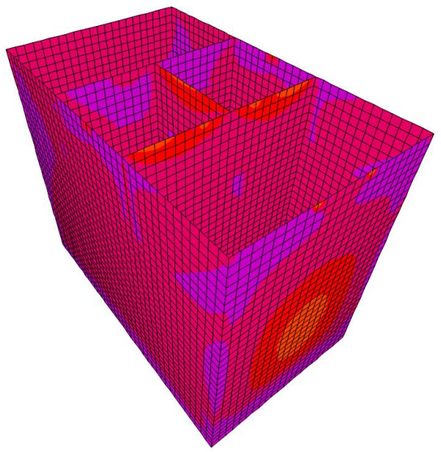
V13 (+) → 3,1 t/m



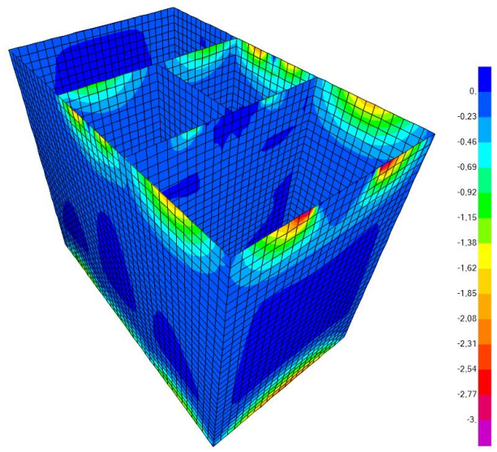
V13 (-) → -3,10 t/m



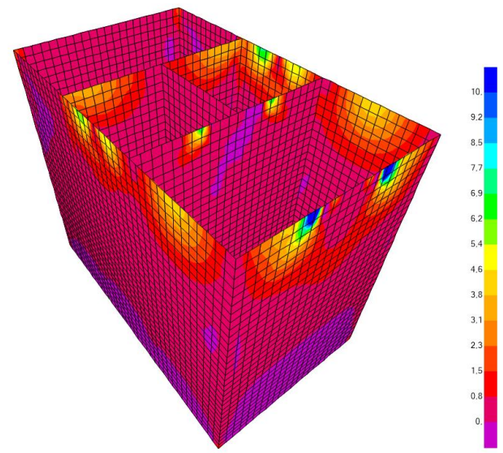
M22 (+) → 0,60 t·m/m



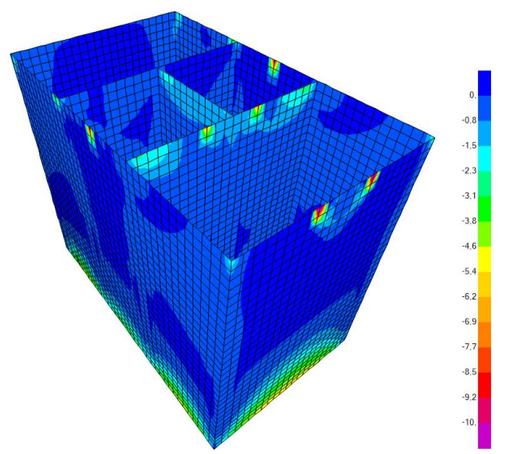
M22 (-) → -3,2 t·m/m



V23 (+) → 5,0 t/m

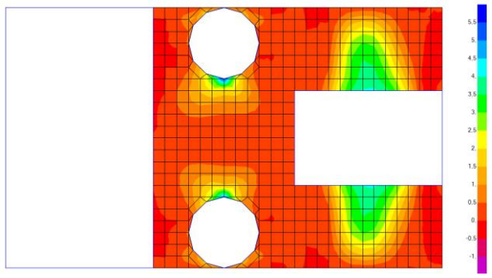


V23 (-) → -5,3 t/m

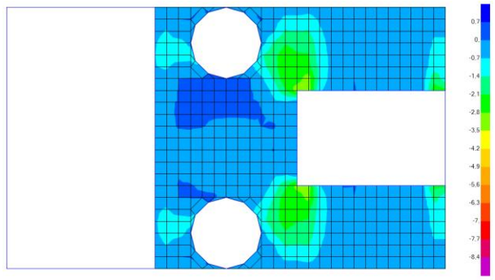


- LOSA DE PLANTA BAJA (20 CM):

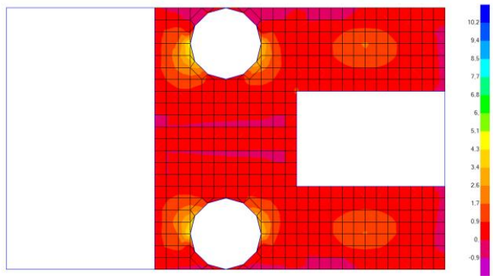
M11 (+) → 5,5 t·m/m



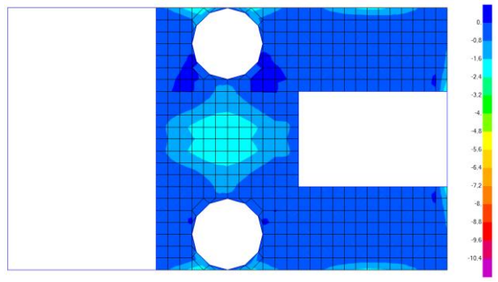
M11 (-) → -3,2 t·m/m



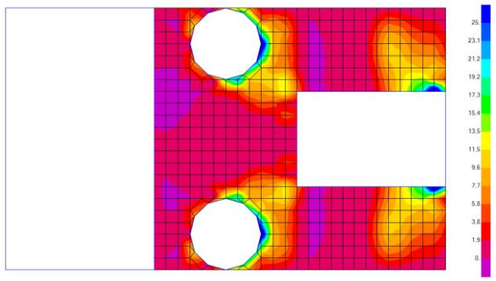
M22 (+) → 4,5 t·m/m



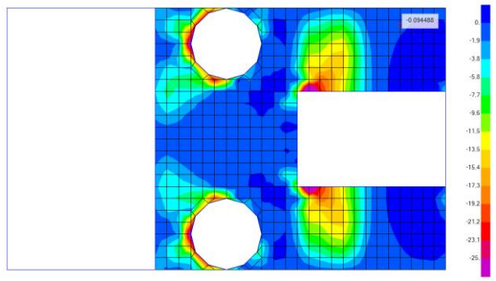
M11 (-) → -2,2 t·m/m



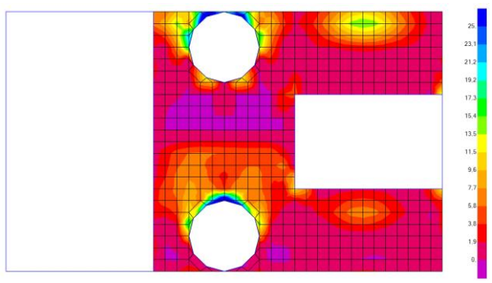
V13 (+) → 17,0 t/m



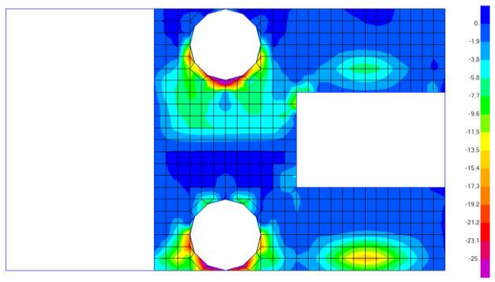
V13 (-) → -16,7 t/m



V23 (+) → 15,0 t/m



V23 (-) → -14,8 t/m



17.4.2 ARMADOS

- LOSAS DE CIMENTACIÓN (30cm):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.			
LOSA DE CIMENTACIÓN			
Ambiente	Qb		
ESFUERZOS DE CALCULO			
Coeficiente de Seguridad	1,50		
M.Flector Md (KNm)	44,00		
Cortante Vd (KN)	170,00		
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS			
Ancho (m)	1,00		
Canto h (m)	0,30		
Recubrimiento (cm)	5,00		
Canto util d (m)	0,234		
d'(m)	0,070		
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2		
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00		
Coef. de Seguridad	1,50		
Fcd(N / mm2)	20,00		
Fctk (N/mm2)	2,03		
Fctm (N/mm2)	2,90		
Acero Fyk (N/mm2)	500,00		
Coef. de Seguridad	1,15		
CALCULO A FLEXION SIMPLE			
Uo (kN)	3978,00		
Uv (KN)	2380,00		
Ua (KN)	5100,00		
Us2 (KN)	0,00		
Us1 (KN)	192,70		
Us1 mínima (KN)	189,87		
Us Geometrica (KN)	91,57		
Us Calculo (KN)	192,70		
Armadura Us1			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00		
Losa =1,Viga =0	1,00		
Separación Barras (cm)	25,00		
Us Colocada (KN) Us1	196,69	Cumple	
Armadura Us2			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00		
Separación Barras (cm)	25,00		
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple	
CALCULO A CORTANTE			
Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00		
Angulo armaduras a	90,00		
Angulo Bielas Compresión q	45,00		
Coeficiente Axil K	1,00		
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1404,00	Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00		
Cuantia Geometrica rl	0,002		
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	97,09		
Valor mínimo Vcu (KN)	171,09	Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00		
Separación máxima Cercos (mm)	0,00		
Cuantia minima Ust/s (KN/m)	0,00		
Diametro Cercos (mm)	0,00		
Separación (mm)	0,00		
Nº de Ramas	0,00		
Cuantia Colocada (KN/m)	0,00	Cumple	
FISURACIÓN			
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00		
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10		
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00		
Ac,eficaz (cm2)	135,00		
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77		
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	292,31		
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	450,78		
Alargamiento medio Esm	5,85E-04		
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,21	No fisura	
ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)			
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
Us Geometrica (KN)	117,39		
Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00		
Separación Barras (cm)	25,00		
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple	

- MUROS (20/25cm):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.					CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.			
MUROS EXTERIORES					MUROS INTERIORES			
Ambiente	Qb				Ambiente	Qb		
ESFUERZOS DE CALCULO					ESFUERZOS DE CALCULO			
Coeficiente de Seguridad	1,50				Coeficiente de Seguridad	1,50		
M.Flector Md (KNm)	35,00				M.Flector Md (KNm)	25,00		
Cortante Vd (KN)	140,00				Cortante Vd (KN)	100,00		
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS					CARACTERISTICAS GEOMETRICAS			
Ancho (m)	1,00				Ancho (m)	1,00		
Canto h (m)	0,25				Canto h (m)	0,20		
Recubrimiento (cm)	5,00				Recubrimiento (cm)	5,00		
Canto util d (m)	0,184				Canto util d (m)	0,134		
d'(m)	0,070				d'(m)	0,070		
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3				Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	3		
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900				Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES					CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00				Hormigón Fck (N / mm2)	30,00		
Coef. de Seguridad	1,50				Coef. de Seguridad	1,50		
Fcd(N / mm2)	20,00				Fcd(N / mm2)	20,00		
Fctk (N/mm2)	2,03				Fctk (N/mm2)	2,03		
Fctm (N/mm2)	2,90				Fctm (N/mm2)	2,90		
Acero Fyk (N/mm2)	500,00				Acero Fyk (N/mm2)	500,00		
Coef. de Seguridad	1,15				Coef. de Seguridad	1,15		
CALCULO A FLEXION SIMPLE					CALCULO A FLEXION SIMPLE			
Uo (kN)	3128,00				Uo (kN)	2278,00		
Uv (KN)	2380,00				Uv (KN)	2380,00		
Ua (KN)	4250,00				Ua (KN)	3400,00		
Us2 (KN)	0,00				Us2 (KN)	0,00		
Us1 (KN)	196,38				Us1 (KN)	194,91		
Us1 mínima (KN)	163,57				Us1 mínima (KN)	115,17		
Us Geometrica (KN)	72,00				Us Geometrica (KN)	52,43		
Us Calculo (KN)	196,38				Us Calculo (KN)	194,91		
Armadura Us1					**Armadura Us1**			
Diametro	12,00				Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00				Nº de Barras	4,00		
Losa =1,Viga =0	1,00				Losa =1,Viga =0	1,00		
Separación Barras (cm)	25,00				Separación Barras (cm)	25,00		
Us Colocada (KN) Us1	196,69	Cumple			Us Colocada (KN) Us1	196,69	Cumple	
Armadura Us2					**Armadura Us2**			
Diametro	12,00				Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00				Nº de Barras	5,00		
Separación Barras (cm)	25,00				Separación Barras (cm)	20,00		
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple			Us Colocada (KN) Us2	245,86	Cumple	
CALCULO A CORTANTE					CALCULO A CORTANTE			
Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00				Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00		
Angulo armaduras a	90,00				Angulo armaduras a	90,00		
Angulo Bielas Compresión q	45,00				Angulo Bielas Compresión q	45,00		
Coeficiente Axil K	1,00				Coeficiente Axil K	1,00		
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1104,00	Cumple			Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	804,00	Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00				¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00		
Cuantia Geometrica rl	0,002				Cuantia Geometrica rl	0,003		
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	87,79				Agotamiento por tracción Vcu (KN)	77,29		
Valor mínimo Vcu (KN)	142,53	Cumple			Valor mínimo Vcu (KN)	103,80	Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00				Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00		
Separación máxima Cercos (mm)	0,00				Separación máxima Cercos (mm)	0,00		
Cuantia minima Ust/s (KN/m)	0,00				Cuantia minima Ust/s (KN/m)	0,00		
Diametro Cercos (mm)	0,00				Diametro Cercos (mm)	0,00		
Separación (mm)	0,00				Separación (mm)	0,00		
Nº de Ramas	0,00				Nº de Ramas	0,00		
Cuantia Colocada (KN/m)	0,00	Cumple			Cuantia Colocada (KN/m)	0,00	Cumple	
FISURACIÓN					FISURACIÓN			
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00				F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00		
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10				Abertura de fisura admisible (mm)	0,10		
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00				¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00		
Ac,eficaz (cm2)	112,50				Ac,eficaz (cm2)	90,00		
Separación media de fisuras Sm (cm)	19,57				Separación media de fisuras Sm (cm)	18,38		
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	290,29				Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	260,08		
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	388,41				Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	307,98		
Alargamiento medio Esm	5,81E-04				Alargamiento medio Esm	5,20E-04		
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,19	No fisura			Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,16	No fisura	
ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)					ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)			
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	1,600				Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	1,600		
Us Geometrica (KN)	173,91				Us Geometrica (KN)	139,13		
Diametro	12,00				Diametro	12,00		
Nº de Barras	4,00				Nº de Barras	4,00		
Separación Barras (cm)	25,00				Separación Barras (cm)	25,00		
Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple			Us Colocada (KN) Us2	196,69	Cumple	

- LOSA DE PLANTA BAJA (20cm):

CALCULO DE SECCIONES EHE 08. Flexión Simple.			
LOSA SUPERIOR			
Ambiente	Qb		
ESFUERZOS DE CALCULO			
Coeficiente de Seguridad	1,50		
M.Flector Md (KNm)	55,00		
Cortante Vd (KN)	100,00		
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS			
Ancho (m)	1,00		
Canto h (m)	0,30		
Recubrimiento (cm)	5,00		
Canto util d (m)	0,234		
d'(m)	0,070		
Tipo de Sección :Viga(1),Losa(2),Muro(3)	2		
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
Hormigón Fck (N / mm2)	30,00		
Coef. de Seguridad	1,50		
Fcd(N / mm2)	20,00		
Fctk (N/mm2)	2,03		
Fctm (N/mm2)	2,90		
Acero Fyk (N/mm2)	500,00		
Coef. de Seguridad	1,15		
CALCULO A FLEXION SIMPLE			
Uo (kN)	3978,00		
Uv (KN)	2380,00		
Ua (KN)	5100,00		
Us2 (KN)	0,00		
Us1 (KN)	242,43		
Us1 mínima (KN)	206,67		
Us Geometrica (KN)	91,57		
Us Calculo (KN)	242,43		
Armadura Us1			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	5,00		
Losa =1,Viga =0	1,00		
Separación Barras (cm)	20,00		
Us Colocada (KN) Us1	245,86	Cumple	
Armadura Us2			
Diametro	12,00		
Nº de Barras	5,00		
Separación Barras (cm)	20,00		
Us Colocada (KN) Us2	245,86	Cumple	
CALCULO A CORTANTE			
Tensión media s'cd(N/mm2) (Compresion +)	0,00		
Angulo armaduras a	90,00		
Angulo Bielas Compresión q	45,00		
Coeficiente Axil K	1,00		
Agotamiento del Hormigón Vu1(KN)	1404,00	Cumple	
¿Armadura de Cortante?(NO=1)	1,00		
Cuantia Geometrica rl	0,002		
Agotamiento por tracción Vcu (KN)	104,59		
Valor mínimo Vcu (KN)	171,09	Cumple	
Arm. de Cortante Ust/s (KN/m)	0,00		
Separación máxima Cercos (mm)	0,00		
Cuantia minima Ust/s (KN/m)	0,00		
Diametro Cercos (mm)	0,00		
Separación (mm)	0,00		
Nº de Ramas	0,00		
Cuantia Colocada (KN/m)	0,00	Cumple	
FISURACIÓN			
F.Simple=1;T.Compuesta=1a2;T.Simple=2	1,00		
Abertura de fisura admisible (mm)	0,10		
¿Losa o Viga? Viga=1.Losa =0	0,00		
Ac,eficaz (cm2)	135,00		
Separación media de fisuras Sm (cm)	20,77		
Tensión de Servicio Ss (N/mm2)	296,27		
Tensión de rotura Ssr (N/mm2)	369,13		
Alargamiento medio Esm	5,93E-04		
Abertura característica de fisura Wk (mm)	0,21	No fisura	
ARMADURA PERPENDICULAR (C.Geométrica)			
Cuantía geometrica r (Tanto por mil)	0,900		
Us Geometrica (KN)	117,39		
Diametro	12,00		
Nº de Barras	5,00		
Separación Barras (cm)	20,00		
Us Colocada (KN) Us2	245,86	Cumple	

- RESUMEN

+ LOSAS DE CIMENTACIÓN (30cm):

Armaduras Inferiores / Superiores: #Ø12/0,25 m

+ MUROS (20/25cm):

Armaduras Verticales / Horizontales Exteriores / Interiores: Ø12/0,25 m

+ LOSA SUPERIOR (30cm):

Armaduras Inferiores / Superiores: #Ø12/0,20 m

18. CERCHA DE CRUCE SOBRE EL RÍO GUADIARO

Para el cruce de la tubería sobre el río Guadiaro se proyecta una cercha de 72 m de luz. La cercha se resuelve con perfiles en H y perfiles tubulares. El canto de la cercha es de 1,8 m y el ancho es de 1,50 m (ambas dimensiones entre ejes de cordones).

Se prevé un apoyo fijo y otro deslizante para reducir en lo posible las acciones en la cimentación.

18.1 ACCIONES

Con carácter general se consideran los criterios especificados en la Instrucción sobre las acciones a considerar en puentes de carretera (IAP-11).

+ ACCIONES PERMANENTES

Se refiere a los pesos de los elementos que constituyen la obra, y se supone que actúan en todo momento, siendo constante en magnitud y posición. Están formadas por el peso propio y la carga muerta.

- Peso propio

El valor característico del peso de los elementos estructurales de acero se determinará tomando como peso específico del mencionado material: 7850 kg/m^3

- Carga muerta

Son las debidas a los elementos no resistentes y, en este caso, se trata del peso propio de la tubería y de fluido interior: 93 kg/m

+ ACCIONES VARIABLES

- Sobrecarga de uso

Se considera una sobrecarga de mantenimiento de 100 kg en distintos puntos de la estructura.

- **Viento**

Para el cálculo del empuje del viento se considera el método recogido en la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-11.

A efectos de cálculo la acción de viento se asimila a una acción estática cuyo valor se obtiene como se describe a continuación:

- **Velocidad básica fundamental del viento.**

  Se define la *velocidad básica fundamental del viento* $V_{b,0}$, como la velocidad media a lo largo de un período de diez (10) minutos, medida en una zona plana y desprotegida frente al viento equivalente a un entorno de puente tipo II según se definen posteriormente, a una altura de diez metros (10 m), y con un período de retorno de cincuenta (50) años.

  En nuestro caso y según lo dispuesto en la Instrucción IAP-11 se considera una velocidad básica fundamental $V_{b,0}$ = 29 m/s.

- **Velocidad básica del viento.**

La *velocidad básica del viento* V_b se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

donde:

$v_{b,0}$ es la velocidad básica fundamental del viento

c_{dir} es el factor direccional, que puede tomarse igual a 1,0

c_{season} es el factor estacional, que puede tomarse igual a 1,0

- **Velocidad media del viento.**

La *velocidad media del viento* a una altura z por encima del terreno, depende de la rugosidad del terreno, de la topografía y de la velocidad básica del viento y se determina según la siguiente expresión:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

donde:

$c_0(z)$ es el factor de topografía, que se tomamos igual a 1,0

$c_r(z)$ es el factor de rugosidad obtenido de la siguiente fórmula:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \qquad para \quad z_{min} \le z \le z_{máx}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \qquad para \qquad z \le z_{min}$$

siendo:

z la altura del punto de aplicación del empuje del viento respecto del terreno o respecto del nivel mínimo del agua del mar bajo el puente.

z_0 la longitud de la rugosidad

z_{min} la altura mínima

k_r el factor del terreno, que se calcula como:

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07} \qquad con \;\; z_{0,II} = 0.05\, m$$

En el caso de la cercha, y considerando un terreno de categoría II (áreas con vegetación baja, como hierba, y obstáculos aislados (árboles, edificaciones) con separaciones de al menos 20 veces la altura de los obstáculos), los parámetros anteriormente mencionados son los siguientes:

v_b (m/s)	29,00
z_0	0,005
z_{min} (m)	2,00
$z_{0,II}$	0,05
k_r	0,19
z (m)	9,0
c_r	0,987
v_m (m/s)	29,7

- **Presión de la velocidad punta del viento.**

La presión correspondiente a la velocidad punta del viento a una determinada altura z, se obtiene mediante la expresión:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

donde:

ρ es la densidad del aire, que toma un valor de 1,25 kg/m^3

$l_v(z)$ es la intensidad de turbulencia y se calcula mediante la expresión:

$$l_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad para \quad z_{min} \le z \le z_{máx} \qquad con\ k_1 = 1.0$$

$$l_v(z) = l_v(z_{min})$$

En la cercha se obtienen los siguientes valores:

I_v	0,193
q_p (kg/m^2)	130,0

- **Empuje del viento.**

El *empuje del viento* sobre cualquier elemento se calcula multiplicando la presión de la velocidad punta del viento por el coeficiente de fuerza del elemento considerado, c_f, y por el área de referencia, A_{ref}, que se obtiene como la proyección del área sólida expuesta sobre el plano perpendicular a la acción del viento.

Los coeficientes de fuerza considerados en los cálculos son los siguientes:

- Viento transversal:
  - En los perfiles de las cerchas: c_f = 1,8 (según el apartado 4.2.5.1.1 b de la IAP-11).
  - En la tubería c_f = 0,7 (según la figura 4.2-b de la IAP-11).
- Viento vertical:
  - En todos los perfiles: c_f = 0,9 (según el apartado 4.2.5.1.2 de la IAP-11).

Además, según el artículo 4.2.3 de la IAP-11, se ha considerado el efecto del ocultamiento en los elementos que se sitúan ocultos tras la sombra o proyección de otro situado inmediatamente a barlovento de éste. Así, según la tabla 4.2-c de la IAP-11, se han tenido en cuenta los siguientes coeficientes de ocultamiento, η, en función de la relación de solidez, λ, y el espaciamiento relativo, s_r:

- Viento transversal: λ = 0,31 y s_r = 0,74 → η = 0,48

- Viento vertical hacia arriba: λ = 0,38 y s_r = 1,03 → η = 0,52

- Viento vertical hacia abajo: $\lambda = 0,37$ y $s_r = 1,03 \rightarrow \eta = 0,53$

Por otro lado, según el artículo 4.2.5.1.3 de la IAP-11, se ha considerado que el empuje transversal del viento está aplicado en la media ponderada de las alturas de los centros de gravedad de las diferentes áreas que componen el primer frente y que el empuje vertical está aplicado a una distancia del borde de barlovento igual a un cuarto de la anchura de la pasarela.

El empuje del viento longitudinal se ha considerado como un porcentaje (el 50%) del empuje del viento transversal, según el apartado 4.2.5.2 de la IAP-11.

Finalmente cabe señalar que, según el apartado 4.2.4 de la IAP-11, la acción del viento en las direcciones transversal y longitudinal no es concomitante, y que la componente vertical del viento se considera concomitante sólo con la dirección transversal del viento.

- **Variación uniforme de la temperatura**

La componente uniforme de temperatura de las pasarelas tendrá un valor mínimo y un valor máximo que de determina a partir de la temperatura del aire mediante las siguientes expresiones:

$$T_{e,min} = T_{min} + \Delta T_{e,min}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + \Delta T_{e,max}$$

siendo:

T_{min} = valor característico de la temperatura mínima del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento, y que en este caso toma un valor de -7ºC.

T_{man} = valor característico de la temperatura máxima del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento, y que en este caso toma un valor de 48ºC.

$\Delta T_{e,min}$ = -3ºC según la tabla 4.3-b de la IPA-11 para tableros de acero.

$\Delta T_{e,max}$ = 16ºC según la tabla 4.3-b de la IPA-11 para tableros de acero.

El valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en contracción será:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min}$$

El valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en dilatación será:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0$$

Siendo T_0 la temperatura inicial del elemento en el momento de coaccionar su movimiento, que es igual a la temperatura media de dicho elemento durante el periodo de construcción y que puede tomarse de 17,8ºC.

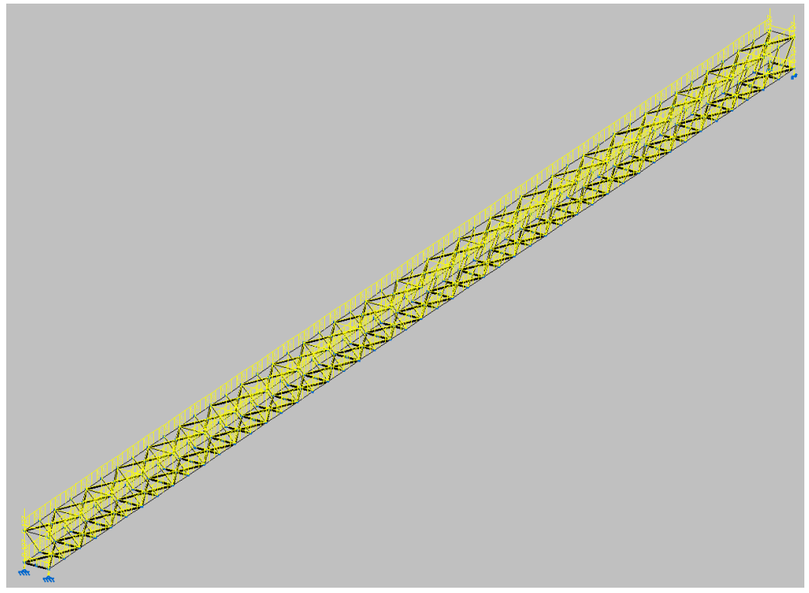
Así, se obtiene que las máximas variaciones de temperatura son:

$$\Delta T_{N,con} = 17,8 – (-7-3) = 27,8ºC$$

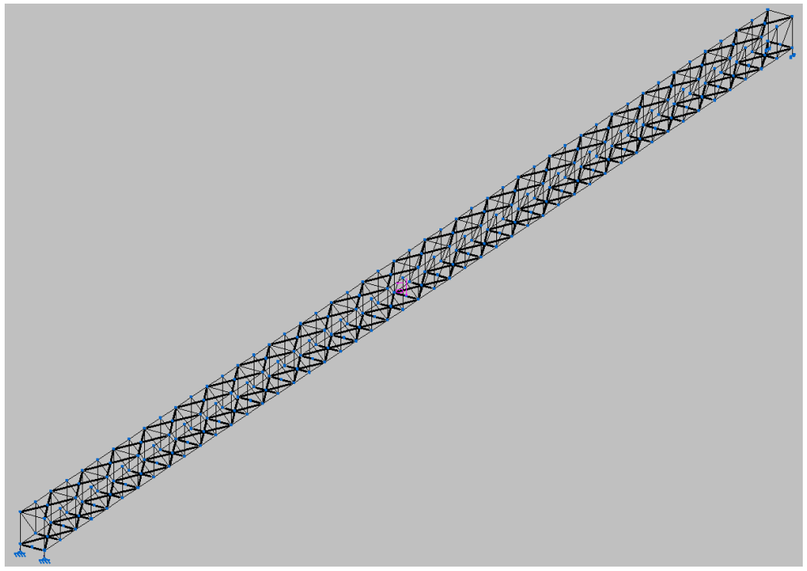
$$\Delta T_{N,exp} = (48+16) – 17,8 = 46,2ºC$$

Se incluye a continuación imágenes sobre el modelo de cálculo de las cargas consideradas:

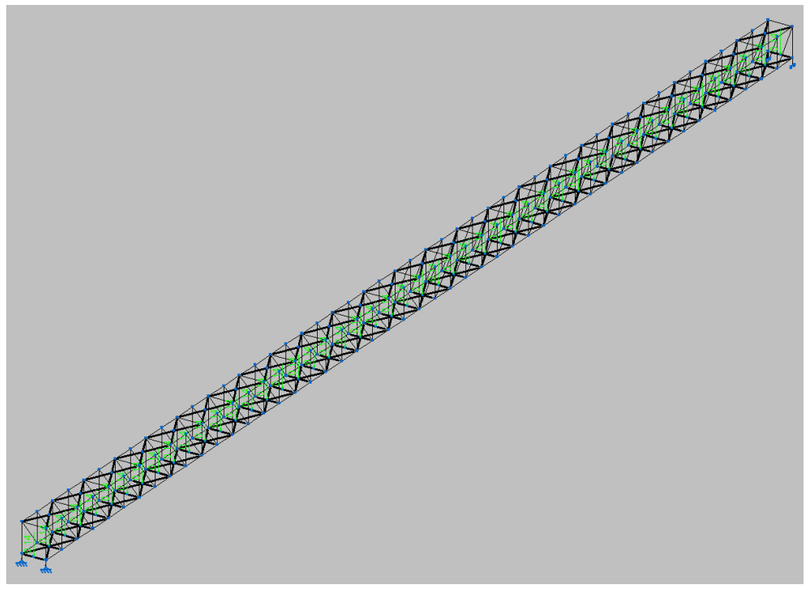
- Peso propio:



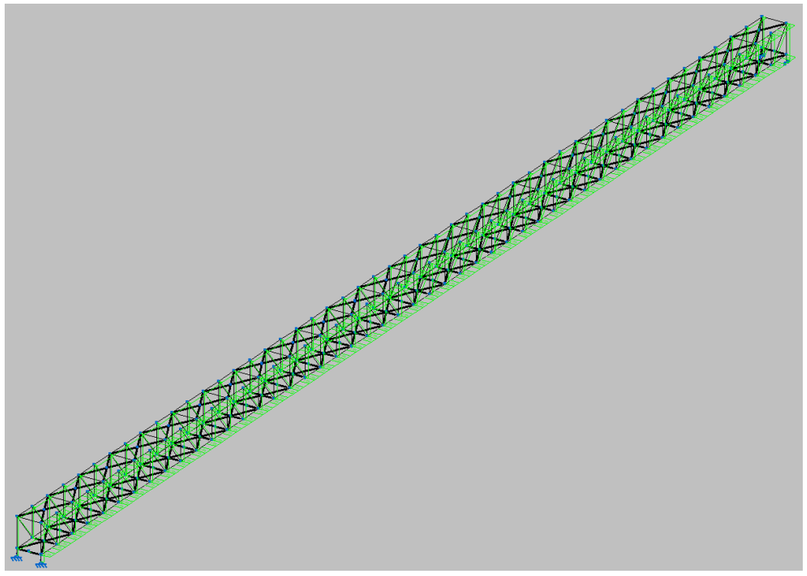
- Sobrecarga de mantenimiento:



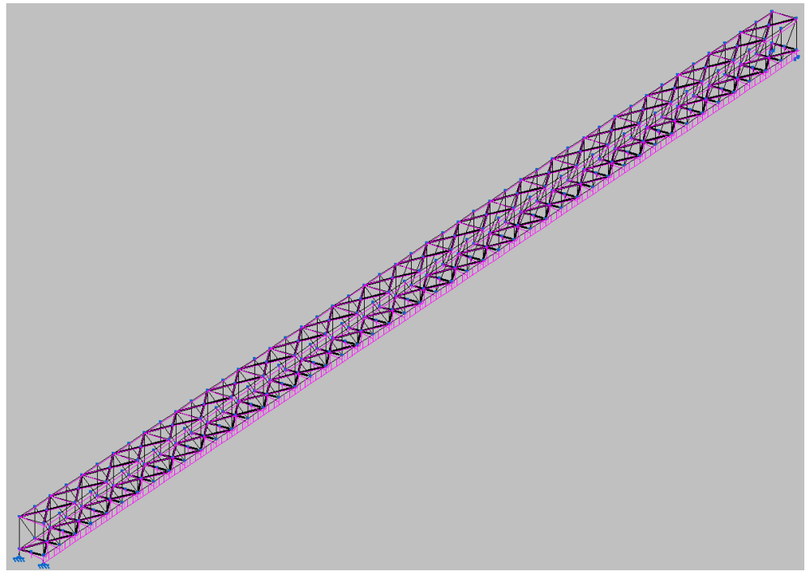
- Carga muerta:



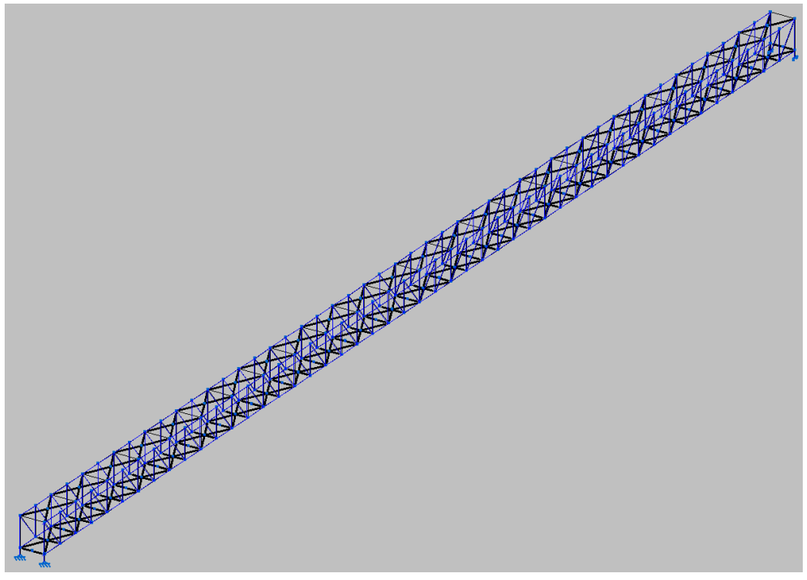
- Viento transversal:



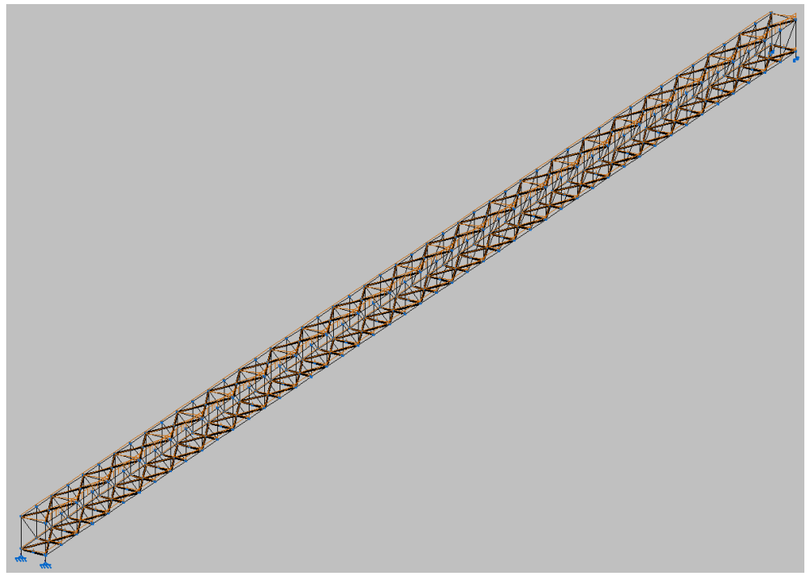
- Viento vertical:

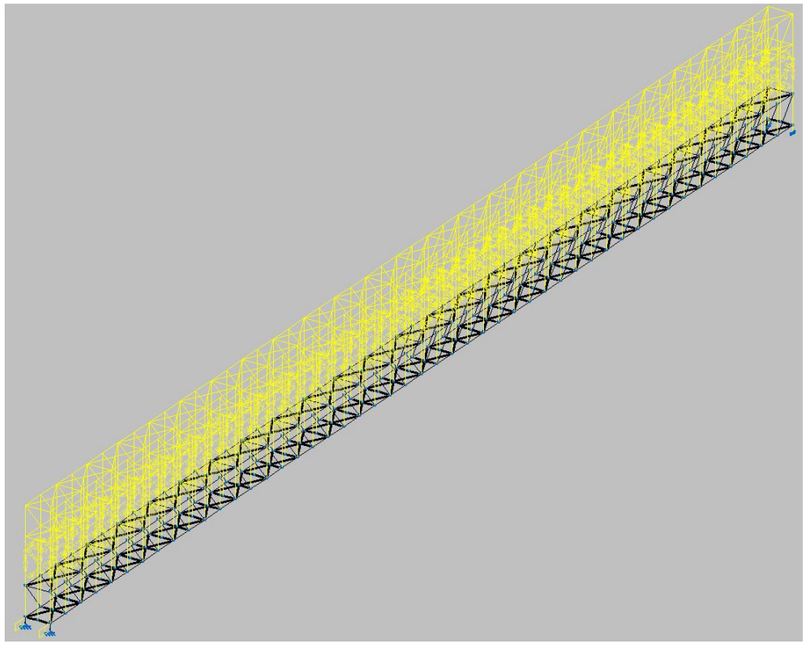


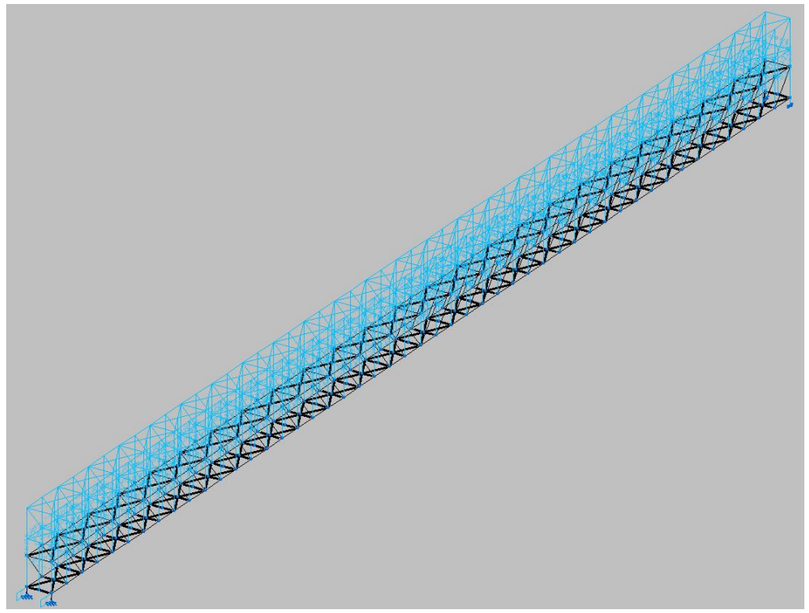
- Viento longitudinal:



- Variación de temperatura:

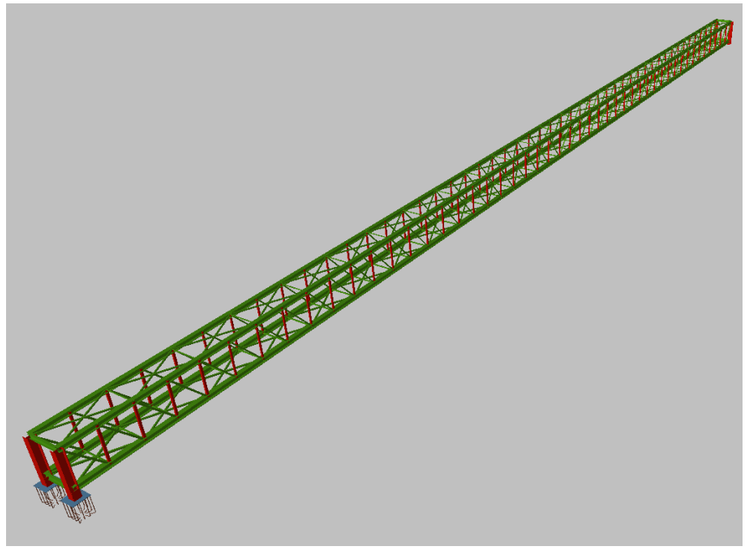






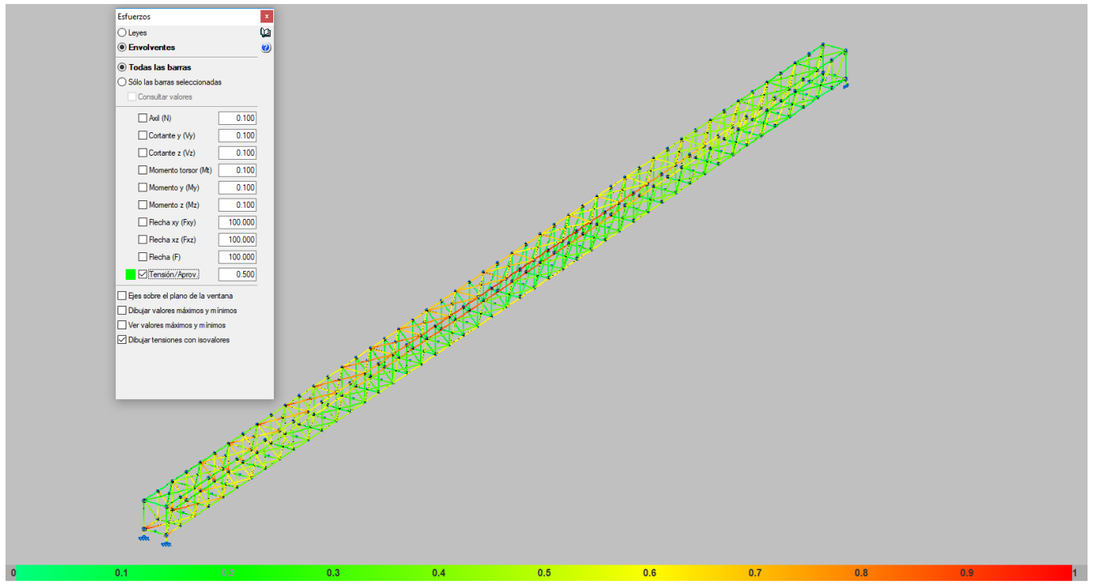
18.2 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Se ha empleado el programa Nuevo Metal 3D de la firma Cype Ingenieros para modelar la cercha de 72 m de longitud:



18.3 COMPROBACIONES RELATIVAS A LOS E.L.U.

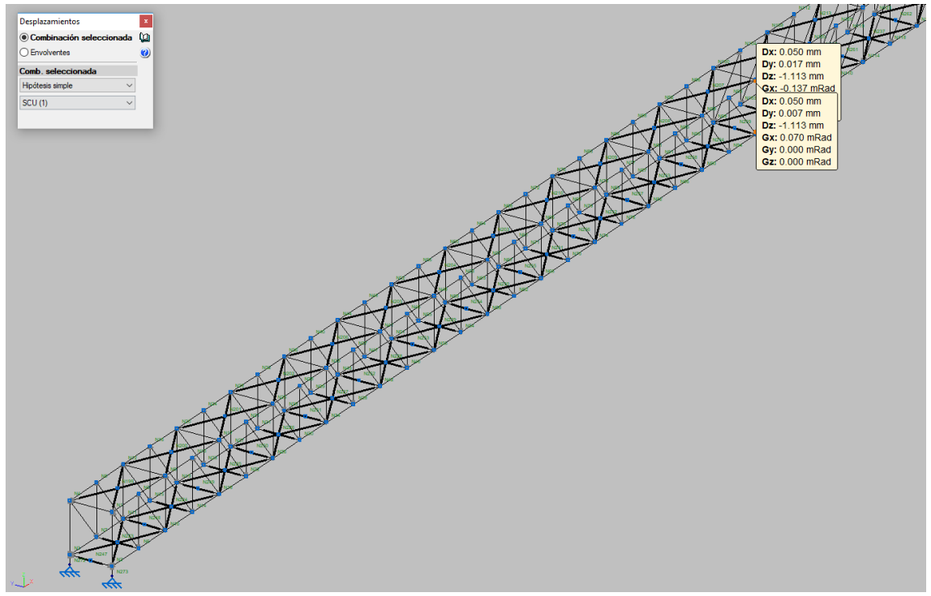
Se verifica que en todos los perfiles no se superan las tensiones máximas admisibles según la EAE:



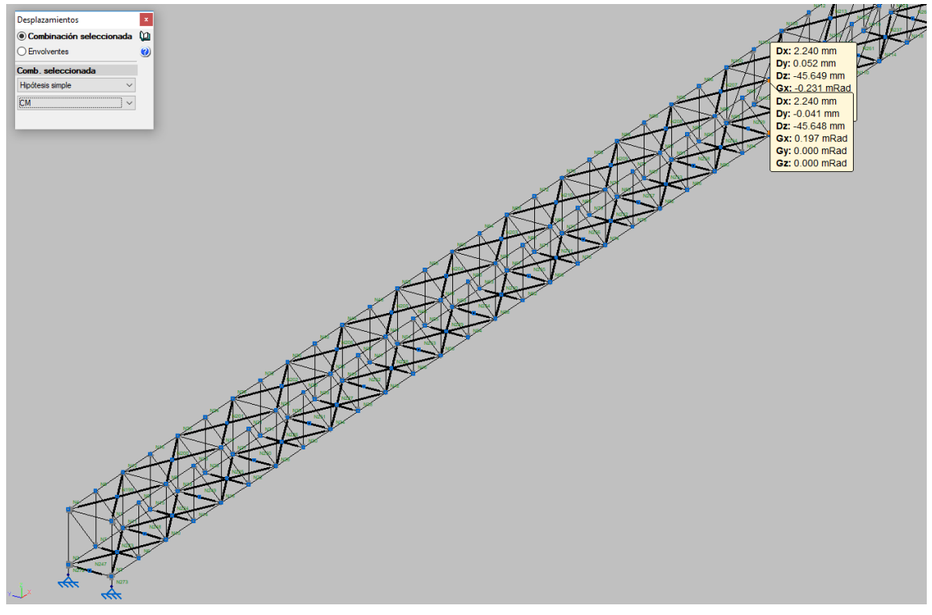
18.4 COMPROBACIONES RELATIVAS A LOS E.L.S.

Según el apartado 7.0 del IAP-11, se verifican los siguientes aspectos relativos a flechas:

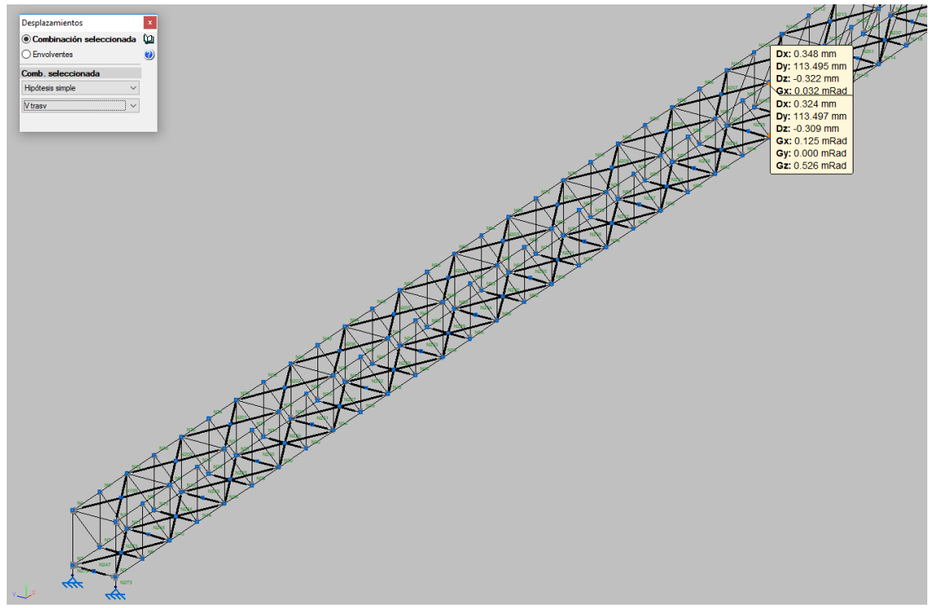
- La flecha vertical máxima correspondiente al valor frecuente de la sobrecarga de mantenimiento es mínima: 1,1 mm

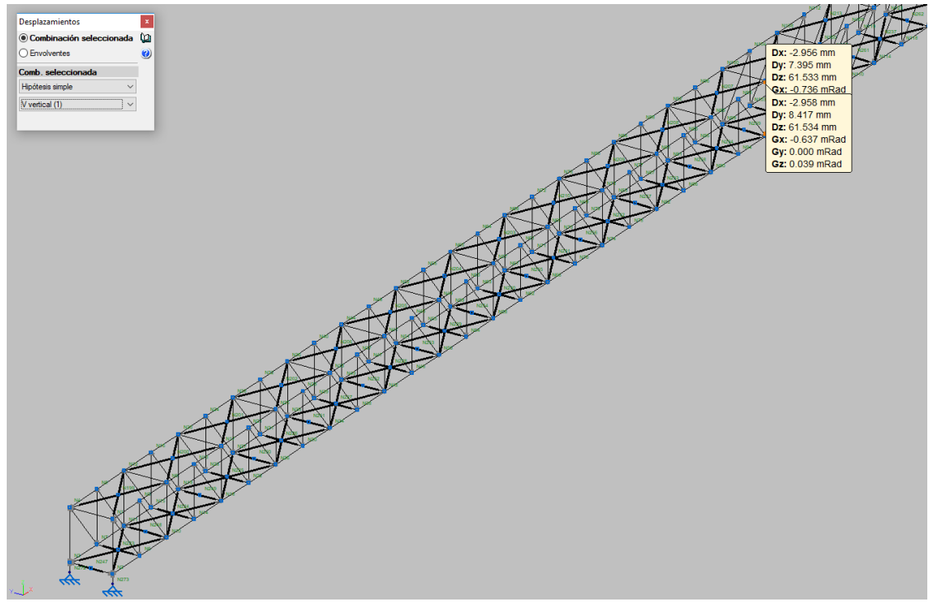


- La flecha vertical máxima correspondiente al valor frecuente de la sobrecarga de uso (en este caso la carga muerta debida al peso de la tubería y el fluido: 45,6 mm = L / 1579 < L/1200



- La flecha horizontal máxima correspondiente al valor frecuente de las cargas variables (viento): 0,2 x (113,5 + 8,42) = 24,4 = L / 2953 < L / 1200





Dadas las luces de las pasarelas, y en consonancia con lo especificado en la IAP-11, se definen en los planos unas contraflechas de ejecución, de forma que para la totalidad de las cargas permanentes (peso propio), la geometría de las estructuras se ajuste al máximo a la rasante teórica del proyecto, no afectando así a la apariencia ni a la funcionalidad de la estructura.

18.5 COMPROBACIONES RELATIVAS A LOS NEOPRENOS

Según los cálculos efectuados, la reacción vertical máxima en los apoyos es de 18,5 T y el giro máximo de 15,2 mRad. Por tanto, se proyectan unos apoyos de neopreno con las siguientes dimensiones: 300x400x74(53).

Este neopreno resiste un giro máximo de 18,0 mRad y la tensión máxima de trabajo sería 18,5/(0,3x0,4) = 154 t/m^2 = 15,4 kg/cm^2, muy inferior a los 150 kg/cm^2 admisibles.

ANEJO Nº11. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN....2
1.1. Normativa considerada....2
1.2. Necesidades de Energía....2
2. ACOMETIDAS ELÉCTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN....9
2.1. Acometida eléctrica en Media Tensión....9
2.1.1 Datos generales de las instalaciones de Media Tensión....9
2.1.2 Datos generales de las instalaciones de Baja Tensión....10
2.1.3 Acometida MT EDAR....10
2.1.4 Acometida BT EBAR 1 (Montenegral)....29
2.1.5 Acometida MT EBAR 2 (San Martín)....32
2.1.6 Acometida BT EBAR 3 (El Secadero)....32
2.1.7 Características de los materiales a emplear....34
3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN....36
3.1. CT EDAR BAJO GUADIARO....36
3.1.1 Previsión de potencia en transformación....36
3.1.2 Justificación de Intensidades en los devanados....38
3.1.3 Análisis de corriente en cortocircuito....38
3.1.4 Justificación de las protecciones seleccionadas....39
3.1.5 Previsión de las instalaciones de Puesta a Tierra....39
3.2. CT EBAR 1. MONTENEGRAL....45
3.2.1 Previsión de potencia en transformación....45
3.2.2 Justificación de Intensidades en los devanados....46
3.2.3 Análisis de corriente en cortocircuito....46
3.2.4 Justificación de las protecciones seleccionadas....47
3.3. CT EBAR 2. SAN MARTIN....48
3.3.1 Previsión de potencia en transformación....48
3.3.2 Justificación de Intensidades en los devanados....49
3.3.3 Análisis de corriente en cortocircuito....50
3.3.4 Justificación de las protecciones seleccionadas....50
3.3.5 Previsión de las instalaciones de Puesta a Tierra....51
4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN....56
4.1. Alimentación a los receptores eléctricos....56
4.2. Cuadros eléctricos EDAR....59
4.2.1 Cuadro General de Distribución....59
4.2.2 Cuadro de Control de Motores....60
4.2.3 Cuadros para PLC....63
4.2.4 Cuadros de alumbrado y tomas de corriente....64
4.2.5 Cálculo del sistema de compensación de reactiva....64
4.3. Cuadros eléctricos EBAR....65
4.3.1 Cuadro General de Distribución....65
4.3.2 Cuadro de Control de Motores....65
4.3.3 Cuadros para PLC....69
4.3.4 Cuadros de alumbrado y tomas de corriente....69
4.3.5 Cálculo del sistema de compensación de reactiva....70
4.4. Sistema de alumbrado y tomas de fuerza....71
4.4.1 Tomas de corriente....71
4.4.2 Alumbrado interior....71
4.4.3 Alumbrado exterior....71
4.5. Puesta a tierra de las instalaciones....77
4.5.1 Pararrayos....77
4.6. Grupo electrógeno....78
4.6.1 Características generales del Grupo Electrógeno....78
4.6.2 Cálculo del grupo electrógeno....78
4.6.3 Grupo electrógeno seleccionado....79
5. ACTUACIONES NECESARIAS PARA LA FUTURA AMPLIACIÓN....80
5.1. Actuaciones en líneas de Media Tensión....80
5.2. Actuaciones en centro de transformación....80
5.3. Actuaciones en instalaciones de baja tensión....80
5.4. Actuaciones en instalaciones de Baja tensión....80
APÉNDICE Nº1. PLANOS....81
APÉNDICE Nº2. COORDINACIÓN CON ORGANISMOS....82
EDAR BAJO GUADIARO....83
EBAR MONTENEGRAL ALTO....87
EBAR SAN MARTÍN....90
EBAR EL SECADERO....94
APÉNDICE Nº3: CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES EN BAJA TENSIÓN....97
1. Hipótesis de cálculo....98
2. Cuadrante de cálculo EDAR....101
3. Cuadrante de cálculo EBAR 1....159
4. Cuadrante de cálculo EBAR 2....166
5. Cuadrante de cálculo EBAR 3....185

Todos los apéndices de cálculo se presentan en formato digital.

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del anejo es el de definir y justificar las instalaciones eléctricas que se proyectan, que forman parte del proyecto de agrupación de vertidos y diseño de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Bajo Guadiaro (Cadiz), así como incluir los cálculos y justificaciones correspondientes.

Destacar que se distinguen en este anejo la instalación eléctrica de una EDAR (EDAR Bajo Guadiaro); y tres EBAR, EBAR-1 (EBAR Montenegral Alto), EBAR-2 (EBAR San Martin) y EBAR-3 (EBAR El Secadero). El suministro a las mismas será mediante acometida en media tensión.

1.1. NORMATIVA CONSIDERADA

La normativa técnica de aplicación al respecto de este apartado, es la siguiente:

- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Orden de 10 de marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

De todas las normas anteriores, en cada caso tendrá valor preferente la más restrictiva.

1.2. NECESIDADES DE ENERGÍA

Disponemos de cuatro ubicaciones diferenciadas donde necesitamos suministro eléctrico (EBAR y EDAR) en las cuales se ha previsto solicitar las siguientes potencias:

Para la EDAR Bajo Guadiaro

La potencia máxima estimada en las instalaciones de la EDAR será de unos 220 kW, por lo que se proyecta un centro de transformación de 400 KVA a 20 KV.

Para la EBAR-1 Montenegral Alto

La potencia máxima estimada en las instalaciones de la EBAR-1 será de unos 16 kW, por lo que se proyecta un centro de transformación de 50 KVA a 20 KV.

Para la EBAR-2 San Martín

La potencia máxima estimada en las instalaciones de la EBAR-2 será de unos 80 kW, por lo que se proyecta un centro de transformación de 100 KVA a 20 KV, con celdas de entrada y salida.

Para la EBAR-3 El Secadero

La potencia máxima estimada en las instalaciones de la EBAR-3 será de unos 27 kW, para la ubicación de dicha EBAR existe suministro en baja tensión por lo que se proyecta una derivación individual trifásica desde un CT.

GESTIONES CON LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA:

Para conocer las líneas eléctricas aéreas de alta tensión existentes en la zona, se han consultado las redes existentes y planificadas tanto al Ayuntamiento, como a las empresas de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (R.E.E.) y ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L.U.

La compañía ENDESA nos envía un plano de las líneas de AT/MT para el punto de conexión a cada uno de los suministros, que se adjunta en la siguiente imagen, nos envían información de condiciones en relación a afección a líneas de AT, nos facilitan punto de conexión para las EBAR y la EDAR, las condiciones técnico-económicas de ambas solicitudes y el pcr de los apoyos de conexión.

<u>EDAR Bajo Guadiaro</u>

El suministro eléctrico de la EDAR que se proyecta se ha realizado de acuerdo con las directrices marcadas por la compañía suministradora, Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. Ésta se proyecta en Media Tensión (20 kV), desde el Apoyo A160003 proporcionado. A continuación, se presentan las directrices marcadas por la compañía suministradora:

- PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

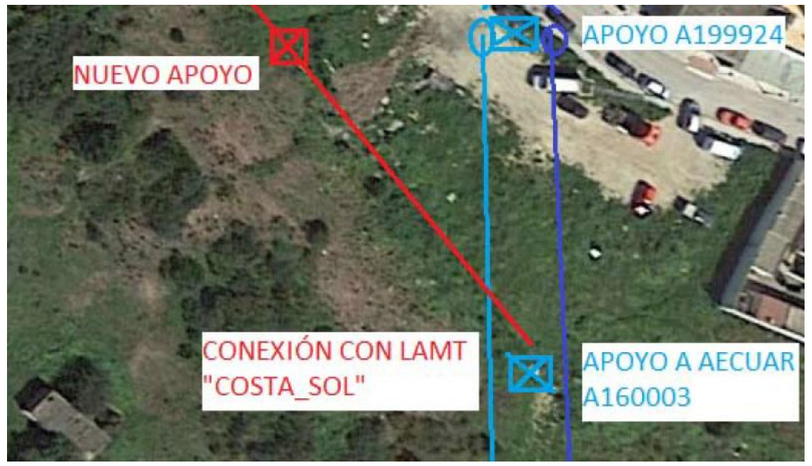
El punto de conexión es el lugar de la red de distribución más próximo al de consumo con capacidad para atender un nuevo suministro o la ampliación de uno existente.

Una vez analizada la solicitud, el punto de conexión que verifica los requisitos reglamentarios de capacidad, seguridad y viabilidad física son los siguientes:

Punto de Conexión: Su punto de conexión será reforzado mediante un cierre de MT entre dos líneas MT, siendo estas:

- L/Tesorillo (20kV): Sustitución apoyo existente A160126
- L/Costa_Sol (20kV): Conexión en apoyo existente A160003

Apoyo A160126



Apoyo A160003

- TRABAJOS A REALIZAR EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Los trabajos incluidos en este apartado, que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, de acuerdo con la legislación vigente, serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, consistiendo en:

Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio con coste a cargo del cliente:

- Adecuación apoyo existente

- Sustitución apoyo existente
- Mano de obra tendido LAMT

Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente:

- La operación será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.
- El coste de los materiales utilizados en dicha operación, en base a la legislación vigente, será a cargo del cliente.

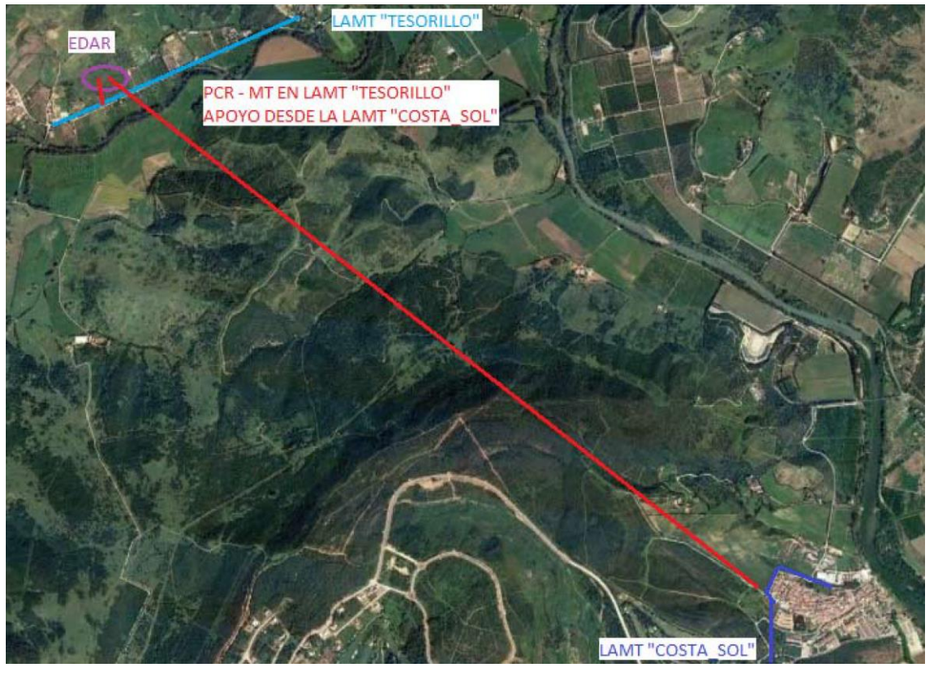
- TRABAJOS NECESARIOS PARA LA NUEVA EXTENSION DE RED

Comprenden las nuevas instalaciones de red a construir entre el punto de conexión y el lugar de consumo (a cargo del solicitante).

Conforme establece el artículo 25.3 del Real Decreto 1048/2013 estos trabajos 'podrán ser ejecutados a requerimiento del solicitante por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora', e incluyen las instalaciones siguientes:

A realizar por el cliente, consistiendo en:

-Cierre de ambas líneas MT mediante nueva LAMT y acometida MT a Nuevo Centro de Secc. y Entrega.



EBAR 1 (Montenegral Alto)

Para la EBAR de Montenegral, se solicitó a la compañía distribuidora Endesa Distribución un punto de suministro, con número 1132531. Nos envían las condiciones técnico-económicas del punto de conexión a la red propuesto para la EBAR-1 (A160132): Nuevo apoyo a realizar por parte de la EDE y un apoyo en vano flojo a menos de 20 metros de distancia, siendo las instalaciones necesarias a ejecutar un nuevo apoyo a intercalar de C-2000 KG, con antiescalo, losa perimetral, seccionadores unipolares, pararrayos, etc. Conexión derivación particular LA 56 preparada por el cliente.

Apoyo PCR (A160132)

Plano de situación apoyo A160132

- TRABAJOS A REALIZAR EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Comprende este apartado los trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio. Los trabajos incluidos en este apartado que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, de acuerdo con la legislación vigente serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo estos trabajos su coste a cargo del solicitante. En presente proyecto se trata de las siguientes adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio:

Será precisa el tendido de la red MT desde apoyo cliente hasta apoyo pcr existente de EDE.

La instalación comprende:

- SECCIONADOR I EXT 24 KV
- CONJUNTO SECCIONADOR I 24 O 36 KV
- MONTAJE ARMADO TRESB.
- TENDIDO CIRCUITO HASTA 56
- CORTAFUEGOS PERIMETRAL
- INSTALACION CONJUNTO PARARRAYOS MT
- INSTALAR ANTIESCALO DE OBRA CIVIL MT/BT
- PAT APOYO CON ANILLO DIFUSOR
- DOP
- VISADO
- Etc.

Para mayor detalle, se adjunta en el apéndice el presupuesto detallado.

- TRABAJOS NECESARIOS PARA LA NUEVA EXTENSION DE RED

Las instalaciones de extensión de la red de distribución, a realizar entre el punto de conexión indicado a continuación y el primer elemento de su instalacion privada, deben ser ejecutadas por el solicitante a su cargo a través de un Instalador Electricista Autorizado, y de acuerdo a las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias y Normas Técnicas de Endesa Distribución:

- Punto de conexión a la red: LAMT #SOTOGRAN/20/TESORILLO EN APOYO A160132

- Instalaciones necesarias a ejecutar por Endesa y contemplados en este presupuesto:

- Tendido de la red MT desde apoyo cliente hasta apoyo pcr existente de EDE.

- Instalaciones necesarias a ejecutar por el Cliente y no contemplados en este presupuesto:

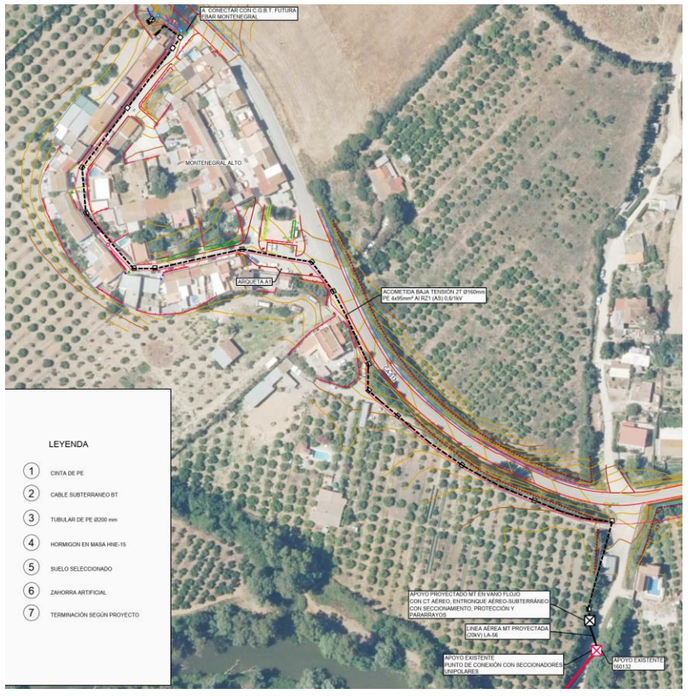
- Prolongación red MT Aérea y nuevo CT.

CARACTERISTICAS Y APARAMENTA DEL PRIMER APOYO DE LA DERIVACION

A la menor distancia posible al apoyo de entronque (inferior a 20 m.), se instalará el primer apoyo de la derivación del Cliente, del tipo Fin de Línea, en el que deberán ir instalados los fusibles de protección de la derivación, así como el elemento de maniobra que permita al Cliente conectar y desconectar la línea y, en su caso, cambiar los fusibles sin necesidad de cortar la línea principal ni maniobrar el seccionamiento de la Distribuidora ubicado en el apoyo de entronque. En dicho apoyo se instalará el CT aéreo y se realizará el entronque aéreo-subterráneo, desde este punto se realiza el tendido soterrado en Baja Tensión hasta el interior de la EBAR.

En dicho apoyo se instalará la Caja de Protección y Medida según los planos de detalle.

La longitud total del tramo subterráneo de la acometida será de 510 (m) y el conductor empleado será RZ1 (AS)-Al 0,6-1 kV. Se utilizarán 2 tubos de 160 mm, siendo uno de ellos de reserva.



EBAR 2 (San Martín)

Para la EBAR de San Martín, se solicitó a la compañía distribuidora Endesa Distribución un punto de suministro, con número 1134904. Nos envían las condiciones técnico-económicas del punto de conexión a la red propuesto para la EBAR-2 (A160097): LMT #SOTOGRAN/20/TESORILLO intercalando apoyo en red aérea a fin de eliminar el tramo aéreo que atraviesa la parcela y conectando centro de medida haciendo e/s en nuevo tramo subterráneo.

Apoyo PCR (A160097)

Plano de situación apoyo A160097

Apoyo anterior de entronque

TRABAJOS A REALIZAR EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Comprende este apartado los trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio. Los trabajos incluidos en este apartado que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, de acuerdo con la legislación vigente serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo estos trabajos su coste a cargo del solicitante. En presente proyecto se trata de las siguientes adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio:

Trabajos de adecuación:

- Localización LSMT a pie de apoyo existente A160097 para instalar arqueta A2.
- Tendido de la red MT a arqueta A2 a instalar a pie de apoyo A160097.
- Instalación nuevo apoyo para realizar conversión y eliminar el tramo LAMT que pasaría por encima del bombeo a instalar.

Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente:

- La operación será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.

- El coste de los materiales utilizados en dicha operación, en base a la legislación vigente, son a cargo del cliente.

La instalación comprende:

- SECCIONADOR I EXT 24 KV
- CONJUNTO SECCIONADOR I 24 O 36 KV
- INSTALAR ANTIESCALO DE OBRA CIVIL MT/BT
- INSTALACION CONJUNTO PARARRAYOS MT.
- PAT APOYO CON ANILLO DIFUSOR
- CORTAFUEGOS PERIMETRAL
- ARQUETA
- APOYO METÁLICO C 4500 DAN 14 M
- PROYECTO
- PERMISOS OFICIALES
- Etc.

Para mayor detalle, se adjunta en el apéndice el presupuesto detallado.

TRABAJOS NECESARIOS PARA LA NUEVA EXTENSION DE RED

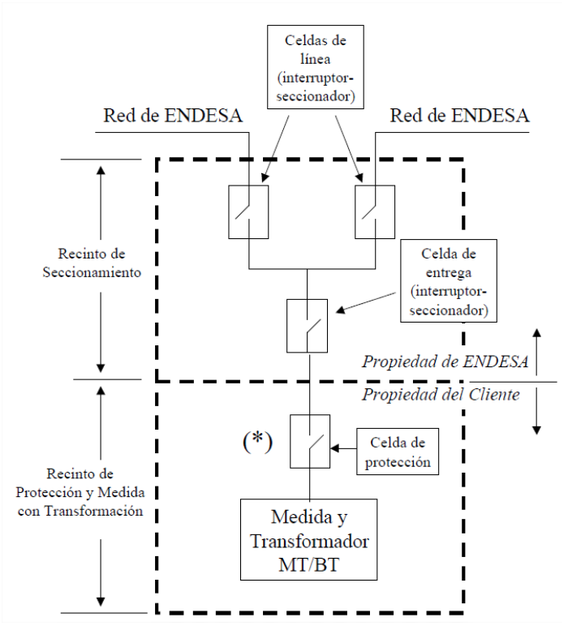
Comprenden las nuevas instalaciones de red a construir entre el punto de conexión y el lugar de consumo (línea de media tensión y centro de Transformación en la EBAR.). En el presente caso serán de propiedad compartida.

Los trabajos necesarios que realizar son:

- Instalación del nuevo Centro de Seccionamiento y Medida.
- Instalación red MT subterránea.

CARACTERISTICAS Y APARAMENTA DEL PUNTO DE CONEXIÓN

La conexión a realizar entre la arqueta del entronque aéreo-subterráneo hasta la arqueta situada a pie del apoyo A160097 será según el siguiente esquema:



EBAR 3 (El Secadero)

Para la EBAR de El Secadero, se solicitó a la compañía distribuidora Endesa Distribución un punto de suministro, con número 1153018. Nos envían las condiciones técnico-económicas del punto de conexión a la red propuesto para la EBAR-3 (CT 72654): Los trabajos de adecuación por parte de la empresa distribuidora son el calado desde arqueta y tendido de conductores al interior del CT desde el CGPM.

PCR CT 72654

Plano de situación de CT 72654

TRABAJOS A REALIZAR EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Comprende este apartado los trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio. Los trabajos incluidos en este apartado que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, de acuerdo con la legislación vigente serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, consistiendo en:

- Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio con coste a cargo del cliente:

  - Trabajos de adecuación: Calado en arqueta y tendido de conductores al interior del CT.

- Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente:

  - La operación será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.
  - El coste de los materiales utilizados en dicha operación, en base a la legislación vigente, son a cargo del cliente.

TRABAJOS NECESARIOS PARA LA NUEVA EXTENSION DE RED

Comprenden las nuevas instalaciones de red a construir entre el punto de conexión existente y el lugar de consumo (a cargo del cliente.). En el presente caso serán de propiedad particular.

Los trabajos necesarios que realizar son:

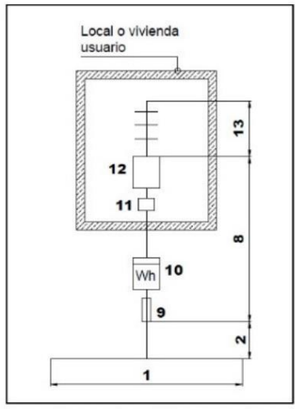
- Cuadro General de Protección y Medida próximo al CT.
- Instalación eléctrica BT desde C.G.P.M. hasta la EBAR
- Canalización de dos tubos de 200mm de diámetro.
- Arquetas cada 40 metros.
- Tendido de red en BT subterráneo.

CARACTERISTICAS DEL PUNTO CONEXIÓN DE RED.

A la menor distancia posible al CT, se instalará el Cuadro General de Protección y Medida, según esquema, en el que deberán ir instalados los fusibles de protección de la derivación, así como el contador de medida, desde este punto la derivación individual es propiedad del cliente, por lo tanto y teniendo en cuenta la localización de la estación de bombeo se utilizará cable de aluminio y armado, impidiendo el uso indebido y su protección contra roedores.

La longitud total del tramo subterráneo de BT será de 240 (m) y el conductor empleado será RZ1-Al (AS) (0,6-1 kV). A la llegada a la EBAR se instalará un interruptor general automático acorde a la potencia.

A continuación, se adjunta el esquema de instalación en BT para un único usuario:



(Esquema 3.3.1. Para un solo usuario)

Leyenda:

1	Red de distribución	8	Derivación individual
2	Acometida	9	Fusible de seguridad
3	Caja general de protección	10	Contador
4	Línea general de alimentación	11	Caja para ICP
5	Interruptor general de maniobra	12	Dispositivos generales de mando y protección
6	Caja de derivación	13	Instalación interior
7	Emplazamiento de contadores		

2. ACOMETIDAS ELÉCTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

En este apartado se detallan las necesidades de energía, gestiones con la compañía suministradora y características de la línea, acometida y materiales relativos a la EDAR y las tres EBAR.

2.1. ACOMETIDA ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN

2.1.1 Datos generales de las instalaciones de Media Tensión

CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN AÉREA:

- Frecuencia: 50 Hz
- Número y tipo de circuito: 1, bóveda triangular
- Tensión de servicio: 20 kV
- Temperatura max. Conductor 85 ºC
- Número y tipo de conductor: LA56
- Número y tipo de cable de tierra: No
- Apoyos: Metálicos galvanizados de celosías
- Aisladores: Vidrio
- Tipo de apoyos y material Apoyos metálicos de celosía
- Cimentaciones Zapatas aisladas
- Puestas a tierra Picas metálicas

CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN SUBTERRÁNEA:

- Frecuencia: 50 Hz
- Número y tipo de circuito: 1, enterrado bajo tubo
- Tensión de servicio: 20 kV
- Temperatura max. Conductor 90 ºC

- Temperatura mínima de servicio: -15 °C
- Número y tipo de conductor: RHZ1-Al
- Aislamiento: MEDIA TENSIÓN 6/10 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV y 18/30 kV
- Baja emisión de humos: según UNE-EN 61034.
- Libre de halógenos: según UNE-EN 60754.
- No propagación de la llama: según UNE-EN 60332-1

2.1.2 Datos generales de las instalaciones de Baja Tensión

CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN SUBTERRÁNEA:

- Frecuencia: 50 Hz
- Número y tipo de circuito: 1, enterrado bajo tubo
- Tensión de servicio: 400 kV
- Temperatura max. Conductor 90 ºC
- Temperatura mínima de servicio: -40 °C
- Número y tipo de conductor: RZ1·(AS)-Al
- Aislamiento: BAJA TENSIÓN 0,6/1kV
- Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 y IEC 60754-2
- Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034.
- Libre de halógenos según UNE-EN 60754-1 y IEC 60754-1
- No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- No propagación del incendio según UNE-EN 60332-3 e IEC 60332-3

2.1.3 Acometida MT EDAR

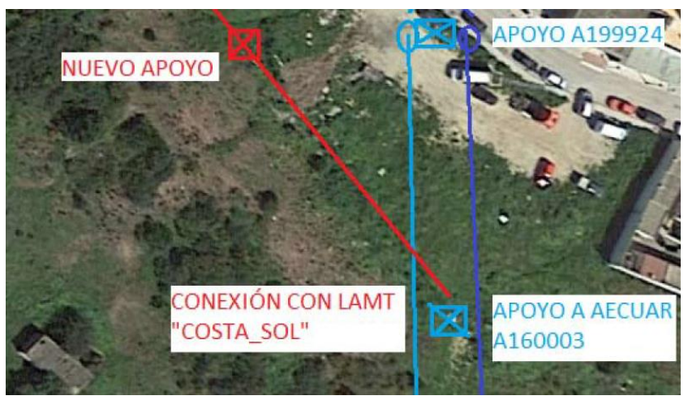
Para poder dar suministro eléctrico a la EDAR se ha de realizar dos actuaciones: el cierre en MT entre la LAMT Tesorillo y la LAMT Costa del Sol por medio de un Centro de seccionamiento y entrega, y la derivación desde este a las celdas de propiedad particular.

2.1.3.1 Cierre del anillo en MT

En primer lugar, se ha de realizar el cierre en MT entre la línea LAMT Costa del Sol (20kV) en el apoyo A1600003 y la línea LAMT Tesorillo de 20 kV en el apoyo A160126. Dicha línea conlleva la adecuación del apoyo existente A160003, la sustitución del apoyo A160126 y la ejecución de un C:D. y E.

Apoyo A160126 LAMT Tesorillo:

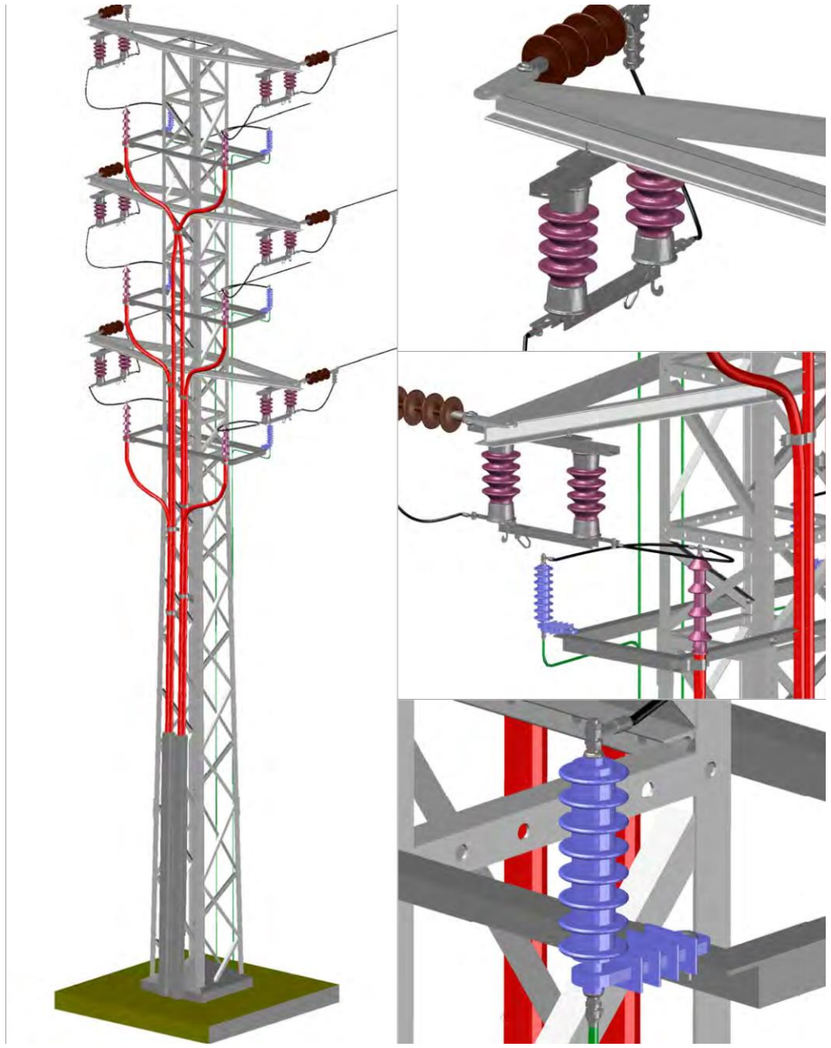
Apoyo A160003 LAMT Costa del Sol:



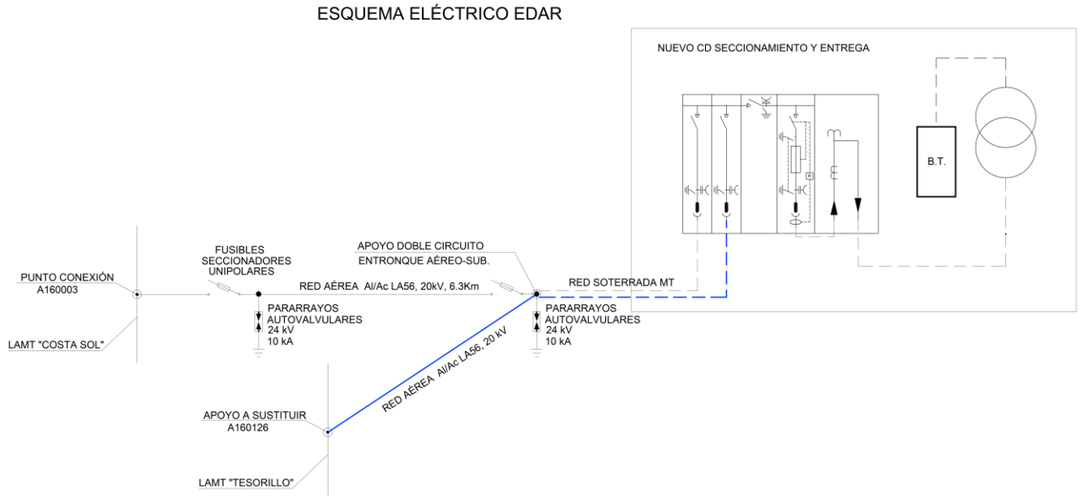
Con el cierre de estas líneas se consigue el refuerzo de la línea eléctrica que actualmente llega a San Martín del Tesorillo, permitiendo dar suministro a la EDAR, ya que actualmente la línea eléctrica carece de potencia suficiente para dar energía a la EDAR.

El apoyo fin de línea situado en las proximidades de la EDAR será de tipo doble circuito con entroque aéreo-subterráneo. Desde la arqueta A2 situada a pie de apoyo se realiza el tendido hasta el CT, en el se realiza entrada y salida de la línea dando continuidad para poder cerrar el anillo con la LAMT "Tesorillo".

Se adjunta imagen tipo del apoyo a emplear para dicho entronque.



El esquema de la instalación de MT es el siguiente:



Las líneas aéreas de MT requieren que existan unas distancias de seguridad entre los conductores en tensión y los objetos en las proximidades de la línea. El objetivo de estas distancias es evitar daño de las descargas eléctricas al público en general y a las personas que trabajan en las cercanías de la línea eléctrica.

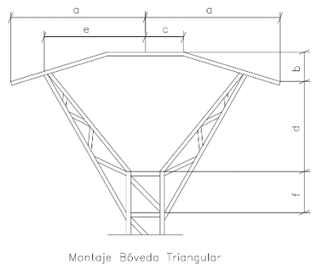
Para nuestra línea aérea de MT se cumplirá la *ITC-LAT 07*, en nuestro caso se produce el cruce con zonas arboladas, donde se ha de cumplir las distancias de seguridad descritas en el apartado *5.12.1. "Bosques, árboles y masas de arbolado". Dicha distancia de seguridad cumplirá la siguiente formula:*

$$D_{seg}=S_v+2x(1,5+D_{el})$$

Donde:

- D_{seg}= Distancia de seguridad.
- S_v= Servidumbre de vuelo.
- D_{el}= Distancia elemento.

Con un mínimo de 2 metros para 1,5+ D_{el}.



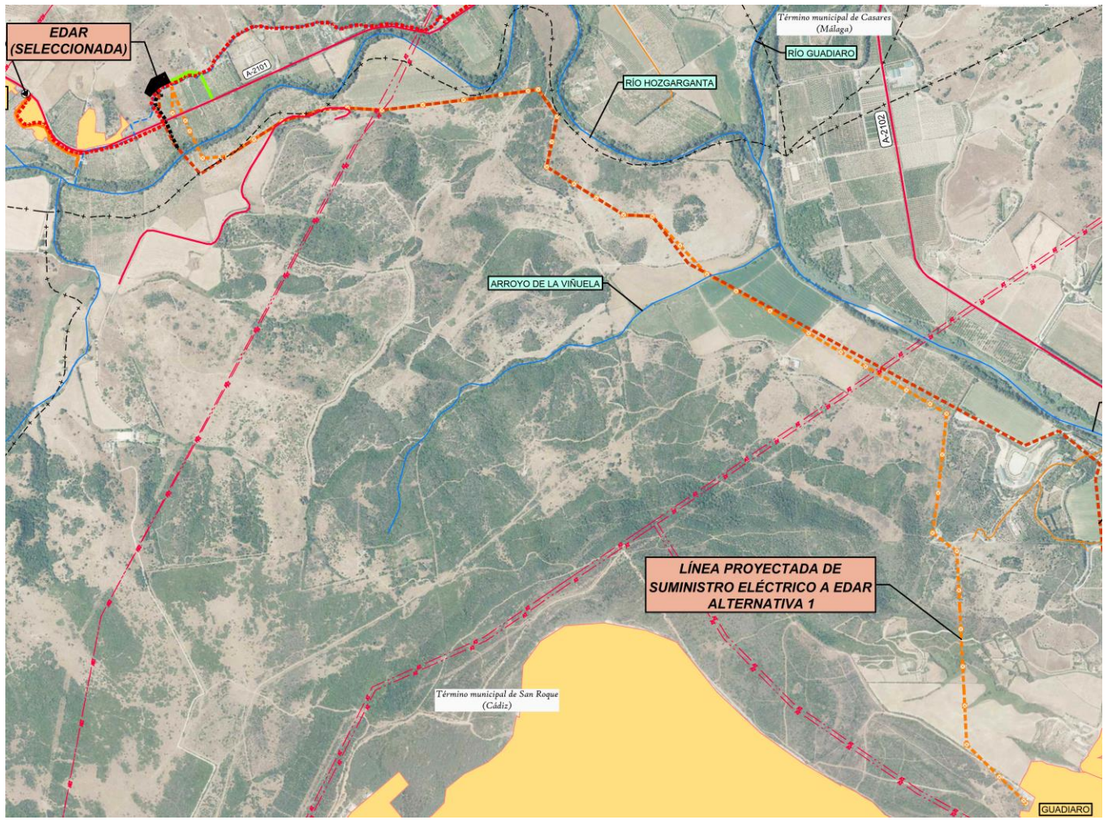
Montaje Bóveda Triangular

Nuestra línea es de 20kV le corresponde un D_{el}=0.22, por lo tanto, se utilizará 2 metros como mínimo. La servidumbre de vuelo para nuestra línea eléctrica en las condiciones más desfavorable según reglamento es de 10 metros.

D_{seg}= 10+2x2=**14 metros.**

En consecuencia, se dejará una distancia de seguridad de 14 metros con la masa arbolada, realizándose el desbroce y la tala de árboles en los tramos que así se requiera.

El tendido de la línea eléctrica es el que se adjunta continuación:



2.1.3.2 Cálculos electrotécnicos en Media Tensión

- **INTENSIDAD NOMINAL PREVISTA**

La intensidad del circuito trifásico de MT viene dada por la expresión:

$$Ip = \frac{S}{\sqrt{3} \times Vp}$$

Donde:

S = potencia nominal en kVA.

Vp = tensión primaria en kV.

Ip = intensidad primaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Tabla Nº E 1: INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

CT	POTENCIA (kVA)	Tensión (kV)	Ip (A)
Transformador de 400 kVA	400	20	11,56

- **INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO PREVISTA**

Fórmulas Cortocircuito

* IpccM = Scc x 1000 / 1.732 x U

Siendo:

IpccM: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

Scc: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

* Icccs = Kc x S / (tcc)½

Siendo:

Icccs: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

S: Sección de un conductor en mm².

tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

Kc: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección <= 300 mm². KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección > 300 mm². KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U > 18/30. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U <= 18/30. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

Scc = 500 MVA.

U = 20 kV.

tcc = 0,5 s.

IpccM = 13,7 kA

- **CAÍDA DE TENSIÓN EN LAS LÍNEAS**

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos j : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (ºC):

- Conductores aislados: 20

- Conductores desnudos: 50

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fci
1	2	15	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
2	3	147	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
3	4	201	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
4	5	170	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
5	6	170	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
6	7	163	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
7	8	169	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
8	9	171	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
9	10	131	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
10	11	176	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
11	12	168	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
12	13	179	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
13	14	84	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
14	15	120	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
15	16	203	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
16	17	126	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
17	18	161	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
18	19	195	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
19	20	170	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
20	21	146	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
21	22	171	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
22	23	176	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
23	24	123	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
24	25	140	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
25	26	115	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
26	27	140	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
27	28	111	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
28	29	112	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
29	30	144	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
30	31	44	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
31	32	120	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
32	33	164	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
33	34	179	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
34	35	178	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
35	36	150	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
36	37	106	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
37	38	94	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
38	39	92	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
39	40	146	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
40	41	135	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
41	42	110	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
42	43	133	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
43	44	48	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
44	45	158	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
45	46	18	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	Unip.	8,66	3x54,6	199/1
46	47	15	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	8,66	3x240	299/1
47	48	10	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	8,66	3x240	299/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	20.000	0	8,661 A(300 kVA)
2	-0,177	19.999,824	0,001	0 A(0 kVA)
3	-1,906	19.998,094	0,01	0 A(0 kVA)
4	-4,272	19.995,729	0,021	0 A(0 kVA)
5	-6,272	19.993,729	0,031	0 A(0 kVA)
6	-8,273	19.991,727	0,041	0 A(0 kVA)
7	-10,191	19.989,809	0,051	0 A(0 kVA)
8	-12,18	19.987,82	0,061	0 A(0 kVA)
9	-14,192	19.985,807	0,071	0 A(0 kVA)
10	-15,734	19.984,266	0,079	0 A(0 kVA)
11	-17,805	19.982,195	0,089	0 A(0 kVA)
12	-19,782	19.980,217	0,099	0 A(0 kVA)
13	-21,889	19.978,111	0,109	0 A(0 kVA)
14	-22,877	19.977,123	0,114	0 A(0 kVA)
15	-24,29	19.975,711	0,121	0 A(0 kVA)
16	-26,679	19.973,322	0,133	0 A(0 kVA)
17	-28,161	19.971,838	0,141	0 A(0 kVA)
18	-30,056	19.969,943	0,15	0 A(0 kVA)
19	-32,351	19.967,648	0,162	0 A(0 kVA)
20	-34,351	19.965,648	0,172	0 A(0 kVA)
21	-36,07	19.963,93	0,18	0 A(0 kVA)
22	-38,082	19.961,918	0,19	0 A(0 kVA)
23	-40,153	19.959,848	0,201	0 A(0 kVA)
24	-41,601	19.958,398	0,208	0 A(0 kVA)
25	-43,248	19.956,752	0,216	0 A(0 kVA)
26	-44,601	19.955,398	0,223	0 A(0 kVA)
27	-46,249	19.953,75	0,231	0 A(0 kVA)
28	-47,555	19.952,445	0,238	0 A(0 kVA)
29	-48,873	19.951,127	0,244	0 A(0 kVA)
30	-50,568	19.949,432	0,253	0 A(0 kVA)
31	-51,086	19.948,914	0,255	0 A(0 kVA)
32	-52,498	19.947,502	0,262	0 A(0 kVA)
33	-54,428	19.945,572	0,272	0 A(0 kVA)
34	-56,534	19.943,465	0,283	0 A(0 kVA)
35	-58,629	19.941,371	0,293	0 A(0 kVA)
36	-60,394	19.939,605	0,302	0 A(0 kVA)
37	-61,642	19.938,357	0,308	0 A(0 kVA)
38	-62,748	19.937,252	0,314	0 A(0 kVA)
39	-63,831	19.936,17	0,319	0 A(0 kVA)
40	-65,549	19.934,451	0,328	0 A(0 kVA)
41	-67,138	19.932,863	0,336	0 A(0 kVA)
42	-68,432	19.931,568	0,342	0 A(0 kVA)
43	-69,997	19.930,002	0,35	0 A(0 kVA)
44	-70,562	19.929,438	0,353	0 A(0 kVA)
45	-72,422	19.927,578	0,362	0 A(0 kVA)
46	-72,633	19.927,367	0,363	0 A(0 kVA)
47	-72,756	19.927,244	0,364	0 A(0 kVA)
48	-72,839	19.927,162	0,364*	-8,661 A(-300 KVA)

NOTA: - * Nudo de mayor c.d.t.

- **PÉRDIDA DE POTENCIA EN LAS LÍNEAS**

A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI²(kW)
1	1	2	0,002	
2	2	3	0,024	
3	3	4	0,033	
4	4	5	0,028	
5	5	6	0,028	
6	6	7	0,027	
7	7	8	0,028	
8	8	9	0,028	
9	9	10	0,022	
10	10	11	0,029	
11	11	12	0,028	
12	12	13	0,03	
13	13	14	0,014	
14	14	15	0,02	
15	15	16	0,033	
16	16	17	0,021	
17	17	18	0,027	
18	18	19	0,032	
19	19	20	0,028	
20	20	21	0,024	
21	21	22	0,028	
22	22	23	0,029	
23	23	24	0,02	
24	24	25	0,023	
25	25	26	0,019	
26	26	27	0,023	
27	27	28	0,018	
28	28	29	0,018	
29	29	30	0,024	
30	30	31	0,007	
31	31	32	0,02	
32	32	33	0,027	
33	33	34	0,03	
34	34	35	0,029	
35	35	36	0,025	
36	36	37	0,017	
37	37	38	0,016	
38	38	39	0,015	
39	39	40	0,024	
40	40	41	0,022	
41	41	42	0,018	
42	42	43	0,022	
43	43	44	0,008	
44	44	45	0,026	
45	45	46	0,003	
46	46	47	0,002	
47	47	48	0,001	1,021

Resultados obtenidos para las protecciones:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles;In (Amp)	I.Aut;In/IReg (Amp)	I-Secc;In/Iter/IFus (Amp)
1	1	2	24	125	50			400/10/10
46	46	47	24	125	50			400/10/10

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).

IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	In (kA)	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)
46	46	47	10	24	125	50

In(kA). Intensidad nominal de la autoválvula-pararrayos.
Un(kV). Tensión más elevada de la red.
U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48 = 0.36 %

2.1.3.3 Cálculos mecánicos en Media Tensión

- **DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

  Tensión de la línea: 20 kV.
  Tensión más elevada de la línea: 24 kV.
  Velocidad del viento: 120 km/h.
  Zonas: B.

- **CONDUCTOR:**

  Denominación: LA-56 (47-AL1/8-ST1A).
  Sección: 54.6 mm^2 .
  Diámetro: 9.45 mm.
  Carga de Rotura: 1640 daN.
  Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm^2 .
  Coeficiente de dilatación lineal: $19.1 \cdot 10^{-6}$.
  Peso propio: 0.185 daN/m.
  Peso propio más sobrecarga de viento: 0,596 daN/m.
  Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,339 daN/m.
  Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 0,738 daN/m.
  Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,292 daN/m.

- **DISTANCIAS DE SEGURIDAD.**

  - Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

dst_{des} = Dadd + Del = 5,3 + 0,16 = 5,46 m.; mínimo 6m.

dst_{des} = 6 m.

dst_{ais} = 6 m.

dst_{rec} = 6 m.

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

  - Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$D_{des} = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$

$D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

Apoyo 3: D_{des} = 0,65·√(7,33 + 0,51) + 0,75·0,25 = 2,01 m

Apoyo 4 : D_{des} = 0,65·√(7,33 + 0) + 0,75·0,25 = 1,95 m

Apoyo 5: D_{des} = 0,65·√(5,37 + 0,51) + 0,75·0,25 = 1,76 m

Apoyo 6: D_{des} = 0,65·√(5,37 + 0,51) + 0,75·0,25 = 1,76 m

Apoyo 7: D_{des} = 0,65·√(5,41 + 0) + 0,75·0,25 = 1,7 m

Apoyo 8: D_{des} = 0,65·√(5,5 + 0,51) + 0,75·0,25 = 1,78 m

apoyo 9: D_{des} = 0,65·√(5,5 + 0) + 0,75·0,25 = 1,71 m

apoyo 10: D_{des} = 0,65·√(5,99 + 0) + 0,75·0,25 = 1,78 m

apoyo 11: D_{des} = 0,65·√(5,99 + 0,51) + 0,75·0,25 = 1,84 m

apoyo 12: D_{des} = 0,65·√(6,35 + 0,51) + 0,75·0,25 = 1,89 m

apoyo 13: D_{des} = 0,65·√(6,35 + 0) + 0,75·0,25 = 1,83 m

apoyo 14: D_{des} = 0,65·√(2,56 + 0) + 0,75·0,25 = 1,23 m

apoyo 15: D_{des} = 0,65·√(7,67 + 0,51) + 0,75·0,25 = 2,05 m

apoyo 16: D_{des} = 0,65·√(7,67 + 0,51) + 0,75·0,25 = 2,05 m

apoyo 17: D_{des} = 0,65·√(4,78 + 0,51) + 0,75·0,25 = 1,68 m

apoyo 18: D_{des} = 0,65·√(6,77 + 0) + 0,75·0,25 = 1,88 m

apoyo 19: D_{des} = 0,65·√(6,77 + 0,51) + 0,75·0,25 = 1,94 m

apoyo 20: D_{des} = 0,65·√(5,23 + 0) + 0,75·0,25 = 1,67 m

apoyo 21: D_{des} = 0,65·√(5,31 + 0) + 0,75·0,25 = 1,69 m

apoyo 22: D_{des} = 0,65·√(5,56 + 0) + 0,75·0,25 = 1,72 m

apoyo 23: D_{des} = 0,65·√(5,56 + 0) + 0,75·0,25 = 1,72 m

apoyo 24: D_{des} = 0,65·√(3,65 + 0) + 0,75·0,25 = 1,43 m

apoyo 25: D_{des} = 0,65·√(3,65 + 0) + 0,75·0,25 = 1,43 m

apoyo 26: D_{des} = 0,65·√(3,63 + 0) + 0,75·0,25 = 1,43 m

apoyo 27: D_{des} = 0,65·√(3,63 + 0) + 0,75·0,25 = 1,43 m

apoyo 28: D_{des} = 0,65·√(2,42 + 0) + 0,75·0,25 = 1,2 m

apoyo 29: D_{des} = 0,65·√(3,81 + 0) + 0,75·0,25 = 1,46 m

apoyo 30: D_{des} = 0,65·√(3,81 + 0) + 0,75·0,25 = 1,46 m

apoyo 31:D_{des} = 0,65·√(4,95 + 0) + 0,75·0,25 = 1,63 m

apoyo 33: D_{des} = 0,65·√(5,73 + 0) + 0,75·0,25 = 1,74 m

apoyo 34: D_{des} = 0,65·√(5,74 + 0) + 0,75·0,25 = 1,74 m

apoyo 35 D_{des} = 0,65·√(5,74 + 0) + 0,75·0,25 = 1,74 m

apoyo 36: D_{des} = 0,65·√(4,12 + 0) + 0,75·0,25 = 1,51 m

apoyo 37: D_{des} = 0,65·√(2,18 + 0) + 0,75·0,25 = 1,15 m

apoyo 38: D_{des} = 0,65·√(1,73 + 0) + 0,75·0,25 = 1,04 m

apoyo 39: D_{des} = 0,65·√(3,91 + 0) + 0,75·0,25 = 1,47 m

apoyo 40: D_{des} = 0,65·√(3,91 + 0) + 0,75·0,25 = 1,47 m

apoyo 41: $D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(3,41 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 1,39$ m

apoyo 42: $D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(3,25 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 1,36$ m

apoyo 43: $D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(3,25 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 1,36$ m

apoyo 44: $D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(4,57 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 1,58$ m

apoyo 45: $D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(4,57 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 1,58$ m

apoyo 46: $D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(0,14 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 0,43$ m

- Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo dsa será de:

dsa = Del = 0,16 m.; mínimo 0,2 m.

dsa = 0,2 m.

Siendo:

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

- **ANGULO DE DESVIACIÓN DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN.**

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en los apoyos sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena α no podrá ser superior al ángulo β máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

- $tg\ \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-X^oC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de alineación.
- $tg\ \gamma = (Pv \cdot cos[(180-\alpha)/2] + Rav + Eca/2) / (P_{-X^oC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de ángulo.

Siendo:

$tg\ \gamma$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

Pv = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

Eca = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P_{-X^oC+V/2}$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una Tª X (- 5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B, -15 ºC en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

α = Angulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

Rav = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena "γ" es mayor del ángulo máximo permitido "μ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$G = Etv / tg\ \mu - Pt$

Apoyos con cadenas de suspensión.

apoyo 3

$tg\ \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-10^oC+V/2} + Pca/2) = (49,46 + 2,02/2) / (31,57 + 5,01/2) = 1,48.$

$\gamma = 55,97^o$

$\mu = 64,45^o$

apoyo 5

$tg\ \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-10^oC+V/2} + Pca/2) = (48,52 + 2,02/2) / (28,37 + 5,01/2) = 1,6.$

$\gamma = 58,06^o$

$\mu = 64,45^o$

apoyo 6

$tg\ \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-10^oC+V/2} + Pca/2) = (47,43 + 2,02/2) / (32,93 + 5,01/2) = 1,37.$

$\gamma = 53,81^o$

$\mu = 64,45^o$

apoyo 8

tg γ = (Pv + Eca/2) / ($P_{-10ºC+V/2}$ + Pca/2) = (48,81 + 2,02/2) / (29,59 + 5,01/2) = 1,55.

γ = 57,21º

μ = 64,45º

apoyo 11

tg γ = (Pv + Eca/2) / ($P_{-10ºC+V/2}$ + Pca/2) = (49,82 + 2,02/2) / (35,99 + 5,01/2) = 1,32.

γ = 52,86º

μ = 64,45º

apoyo 12

tg γ = (Pv + Eca/2) / ($P_{-10ºC+V/2}$ + Pca/2) = (50,65 + 2,02/2) / (33,35 + 5,01/2) = 1,44.

γ = 55,24º

μ = 64,45º

apoyo 15

tg γ = (Pv + Eca/2) / ($P_{-10ºC+V/2}$ + Pca/2) = (46,02 + 2,02/2) / (35,49 + 5,01/2) = 1,24.

γ = 51,07º

μ = 64,45º

apoyo 16

tg γ = (Pv + Eca/2) / ($P_{-10ºC+V/2}$ + Pca/2) = (46,89 + 2,02/2) / (32,68 + 5,01/2) = 1,36.

γ = 53,7º

μ = 64,45º

apoyo 17

tg γ = (Pv + Eca/2) / ($P_{-10ºC+V/2}$ + Pca/2) = (40,75 + 2,02/2) / (21,54 + 5,01/2) = 1,74.

γ = 60,07º

μ = 64,45º

apoyo 19

tg γ = (Pv + Eca/2) / ($P_{-10ºC+V/2}$ + Pca/2) = (51,76 + 2,02/2) / (32,91 + 5,01/2) = 1,49.

γ = 56,13º

μ = 64,45º

- **CRUZAMIENTOS.**

- Línea Eléctrica AT

  Tipo de conductor: Desnudos
  Anchura: 3 m.
  Altura: 10 m.
  Distancia al cruce: 20 m.
  Tensión de la línea: 20000 V.
  Distancia vertical:
  Mínima: 2,75 m.
  Calculada: 3 m.
  Distancia horizontal al apoyo 44:
  Mínima: 2 m.
  Calculada: 54,94 m.
  Distancia horizontal al apoyo 45:
  Mínima: 2 m.
  Calculada: 100,57 m

- Carretera

  Anchura: 7 m.
  Distancia vertical:
  Mínima: 7 m.
  Calculada: 14,23 m.

Distancia horizontal al apoyo 44:

Mínima: 0 m.

Calculada: 27,52 m.

Distancia horizontal al apoyo 45:

Mínima: 0 m.

Calculada: 123,99 m

- Rio

Anchura: 30 m.

Altura: 4.7 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7,22 m.

Calculada: 17,75 m.

Distancia horizontal al apoyo 42:

Mínima: 27 m.

Calculada: 55,55 m.

Distancia horizontal al apoyo 43:

Mínima: 27 m.

Calculada: 46,15 m

- **Tensiones y flechas en hipotesis reglamentarias.**

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5ºC+V Toh(daN)	-10ºC+V Toh(daN)	-15ºC+H Toh(daN)	-15ºC+H+V Toh(daN)	-15ºC+V Toh(daN)	-20ºC+H Toh(daN)	-20ºC+H+V Toh(daN)
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	147,26	7,79	179,85		443,7	536,4				
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	200,45	11,51	179,85		443,7	536,4				
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,82	-16,61	167,7		443,1	534,3				
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,55	-13	167,7		443,1	534,3				
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,35	-14,49	167,7		443,1	534,3				
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,2	24,99	169,82		435,2	525,7				
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,43	27,76	169,82		435,2	525,7				
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	131,87	31,2	131,87		435,2	518,5				
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,38	-35,26	174,62		424,4	514,1				
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,71	-37,8	174,62		424,4	514,1				
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	180,11	-40,94	174,62		424,4	514,1				
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	83,73	-1,65	83,73		473	545,1				
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	118,68	3,99	164,51		449,7	541,2				
15-16	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	205,29	-0,3	164,51		449,7	541,2				
16-17	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,88	-1,85	164,51		449,7	541,2				
17-18	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,17	2,86	164,51		449,7	541,2				
18-19	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	193,95	-2,06	183,34		447,6	541,1				
19-20	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,46	-0,84	183,34		447,6	541,1				
20-21	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,54	2,05	146,54		454,1	543,1				
21-22	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,34	11,45	170,34		445,8	537,5				
22-23	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,16	6,95	175,16		447,3	539,8				
23-24	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,47	26,4	124,47		440,8	523,2				
24-25	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,04	-7,05	140,04		453,2	540,9				
25-26	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	114,5	-12,8	114,5		455,3	536,9				
26-27	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,02	2,25	140,02		455,4	543,3				
27-28	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,62	-10,65	111,62		457,7	538,7				
28-29	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,68	-8,5	111,68		459,2	540,4				
29-30	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	143,79	3,95	143,79		453,9	542,4				

30-31	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	44,75	15,65	44,75		459	510,3				
31-32	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	119,61	-14,2	119,61		453	535,8				
32-33	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	164,24	-11,25	164,24		446,8	537,8				
33-34	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,36	-1,75	178,36		448,9	542				
34-35	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,37	3,45	178,37		448,2	541,3				
35-36	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	149,95	1,55	149,95		453,6	543,2				
36-37	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	106,05	-2,7	106,05		464,2	544,1				
37-38	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,2	-2,5	93,2		468,7	544,4				
38-39	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,11	-0,75	93,11		469,6	545,3				
39-40	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	145,8	-1,75	145,8		454,4	543,3				
40-41	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	135,63	1,65	135,63		456,6	543,7				
41-42	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,58	6,4	108,58		461,4	541,9				
42-43	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	132,16	0,9	132,16		457,7	544,1				
43-44	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	48,38	0,1	48,38		490,4	546,3				
44-45	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	158,5	0,55	158,5		452,5	543,3				
45-46	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	17,86	-4,6	17,86		485,4	527,7				

6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,35	-14,49	167,7	407	4,85	125,8	4,87	508,9	4,8		3,61		
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,2	24,99	169,82	401,2	5,38	123,8	5,41	501,7	5,33		4,09		
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,43	27,76	169,82	401,2	5,48	123,8	5,5	501,7	5,42		4,16		
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	131,87	31,2	131,87	385	3,46	118,2	3,5	484	3,41		2,12		
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,38	-35,26	174,62	393,7	5,95	121,3	5,99	492,3	5,89		4,66		
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,71	-37,8	174,62	393,7	5,47	121,3	5,5	492,3	5,41		4,28		
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	180,11	-40,94	174,62	393,7	6,31	121,3	6,35	492,3	6,25		4,94		
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	83,73	-1,65	83,73	378,8	1,38	113,4	1,43	483,7	1,34		0,46		
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	118,68	3,99	164,51	411,2	2,56	127,3	2,56	514,3	2,53		1,86		
15-16	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	205,29	-0,3	164,51	411,2	7,65	127,3	7,67	514,3	7,58		5,56		
16-17	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,88	-1,85	164,51	411,2	2,83	127,3	2,84	514,3	2,8		2,05		
17-18	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,17	2,86	164,51	411,2	4,77	127,3	4,78	514,3	4,73		3,47		
18-19	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	193,95	-2,06	183,34	415,2	6,77	128,7	6,77	518,3	6,71		5,25		
19-20	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,46	-0,84	183,34	415,2	5,22	128,7	5,23	518,3	5,18		4,05		
20-21	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,54	2,05	146,54	407,8	3,93	126	3,95	511,1	3,88		2,6		
21-22	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,34	11,45	170,34	409,8	5,3	126,8	5,31	512,3	5,25		3,95		
22-23	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,16	6,95	175,16	412,6	5,56	127,8	5,56	515,4	5,51		4,2		
23-24	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,47	26,4	124,47	385,6	3,06	118,2	3,1	485,6	3,01		1,75		
24-25	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,04	-7,05	140,04	404,1	3,63	124,6	3,65	507,1	3,58		2,31		
25-26	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	114,5	-12,8	114,5	391,2	2,52	119,6	2,55	493,7	2,47		1,28		
26-27	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,02	2,25	140,02	405,9	3,6	125,2	3,63	509,3	3,56		2,29		
27-28	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,62	-10,65	111,62	391,1	2,39	119,5	2,42	494	2,34		1,17		

Vano	Conductor	Longit.	Desni.	Vano Regula.	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
					15ºC+V		50ºC		0ºC+H		-5ºC	-15ºC	-20ºC
		(m)	(m)	(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	F(m)	F(m)	F(m)
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	147,26	7,79	179,85	411,1	3,94	127,2	3,95	513,4	3,91		3,04	
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	200,45	11,51	179,85	411,1	7,31	127,2	7,33	513,4	7,25		5,64	
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,82	-16,61	167,7	407	5,31	125,8	5,33	508,9	5,26		3,95	
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,55	-13	167,7	407	5,35	125,8	5,37	508,9	5,3		3,98	

28-29	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,68	-8,5	111,68	392,3	2,38	119,9	2,41	495,5	2,33		1,16	
29-30	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	143,79	3,95	143,79	406,4	3,8	125,5	3,81	509,7	3,75		2,47	
30-31	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	44,75	15,65	44,75	319,2	0,5	84,9	0,58	422,6	0,46		0,11	
31-32	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	119,61	-14,2	119,61	392,7	2,74	120,3	2,77	495	2,69		1,47	
32-33	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	164,24	-11,25	164,24	408,7	4,94	126,4	4,95	511,1	4,89		3,59	
33-34	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,36	-1,75	178,36	414,9	5,72	128,5	5,73	518,1	5,67		4,36	
34-35	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,37	3,45	178,37	414,4	5,73	128,4	5,74	517,5	5,68		4,38	
35-36	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	149,95	1,55	149,95	408,9	4,1	126,4	4,12	512,2	4,06		2,77	
36-37	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	106,05	-2,7	106,05	392,1	2,14	119,6	2,18	496	2,09		0,97	
37-38	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,2	-2,5	93,2	384,8	1,68	116,3	1,73	489,1	1,64		0,64	
38-39	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,11	-0,75	93,11	385,4	1,68	116,5	1,72	489,8	1,63		0,64	
39-40	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	145,8	-1,75	145,8	407,7	3,89	125,9	3,91	511,1	3,84		2,56	
40-41	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	135,63	1,65	135,63	404,7	3,39	124,8	3,41	508,1	3,34		2,08	
41-42	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,58	6,4	108,58	391,9	2,25	119,6	2,28	495,3	2,2		1,06	
42-43	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	132,16	0,9	132,16	403,7	3,23	124,4	3,25	507,2	3,18		1,92	
43-44	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	48,38	0,1	48,38	346,7	0,5	94,6	0,57	456	0,47		0,11	
44-45	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	158,5	0,55	158,5	411,3	4,56	127,2	4,57	514,7	4,51		3,21	
45-46	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	17,86	-4,6	17,86	298,8	0,08	55,9	0,14	414,3	0,07		0,01	

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores		
					-5ºC+V Th(daN)	-10ºC+V Th(daN)	-15ºC+H Th(daN)	-15ºC+V Th(daN)	-20ºC+H Th(daN)	-5ºC+V/2 Th(daN)	-10ºC+V/2 Th(daN)	-15ºC+V/2 Th(daN)

2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	147,26	7,79	179,85		443,7	536,4				274,9		
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	200,45	11,51	179,85		443,7	536,4				274,9		
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,82	-16,61	167,7		443,1	534,3				277,9		
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,55	-13	167,7		443,1	534,3				277,9		
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,35	-14,49	167,7		443,1	534,3				277,9		
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,2	24,99	169,82		435,2	525,7				270,9		
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,43	27,76	169,82		435,2	525,7				270,9		
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	131,87	31,2	131,87		435,2	518,5				289,1		
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,38	-35,26	174,62		424,4	514,1				261,4		
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,71	-37,8	174,62		424,4	514,1				261,4		
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	180,11	-40,94	174,62		424,4	514,1				261,4		
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	83,73	-1,65	83,73		473	545,1				375,3		
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	118,68	3,99	164,51		449,7	541,2				284,3		
15-16	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	205,29	-0,3	164,51		449,7	541,2				284,3		
16-17	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,88	-1,85	164,51		449,7	541,2				284,3		
17-18	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,17	2,86	164,51		449,7	541,2				284,3		
18-19	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	193,95	-2,06	183,34		447,6	541,1				277		
19-20	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,46	-0,84	183,34		447,6	541,1				277		
20-21	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,54	2,05	146,54		454,1	543,1				295,4		
21-22	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,34	11,45	170,34		445,8	537,5				279,4		
22-23	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,16	6,95	175,16		447,3	539,8				279		
23-24	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,47	26,4	124,47		440,8	523,2				298,6		

24-25	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,04	-7,05	140,04		453,2	540,9				298,1	
25-26	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	114,5	-12,8	114,5		455,3	536,9				319	
26-27	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,02	2,25	140,02		455,4	543,3				300	
27-28	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,62	-10,65	111,62		457,7	538,7				323,9	
28-29	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,68	-8,5	111,68		459,2	540,4				325,2	
29-30	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	143,79	3,95	143,79		453,9	542,4				296,6	
30-31	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	44,75	15,65	44,75		459	510,3				427	
31-32	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	119,61	-14,2	119,61		453	535,8				312,4	
32-33	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	164,24	-11,25	164,24		446,8	537,8				282,1	
33-34	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,36	-1,75	178,36		448,9	542				279,3	
34-35	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,37	3,45	178,37		448,2	541,3				278,8	
35-36	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	149,95	1,55	149,95		453,6	543,2				293,4	
36-37	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	106,05	-2,7	106,05		464,2	544,1				336	
37-38	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,2	-2,5	93,2		468,7	544,4				356,7	
38-39	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,11	-0,75	93,11		469,6	545,3				357,8	
39-40	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	145,8	-1,75	145,8		454,4	543,3				296	
40-41	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	135,63	1,65	135,63		456,6	543,7				303,6	
41-42	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,58	6,4	108,58		461,4	541,9				330,5	
42-43	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	132,16	0,9	132,16		457,7	544,1				306,8	
43-44	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	48,38	0,1	48,38		490,4	546,3				451,8	
44-45	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	158,5	0,55	158,5		452,5	543,3				288,7	
45-46	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	17,86	-4,6	17,86		485,4	527,7				480,1	

- TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20ºC		-15ºC		-10ºC		-5ºC		0ºC	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	147,26	7,79	179,85			165,1	3,04	161	3,12	157,2	3,2	153,7	3,27
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	200,45	11,51	179,85			165,1	5,64	161	5,79	157,2	5,93	153,7	6,06
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,82	-16,61	167,7			169,7	3,95	164,8	4,07	160,2	4,19	156	4,3
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,55	-13	167,7			169,7	3,98	164,8	4,1	160,2	4,21	156	4,33
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,35	-14,49	167,7			169,7	3,61	164,8	3,72	160,2	3,82	156	3,93
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,2	24,99	169,82			163,9	4,09	159,5	4,2	155,4	4,31	151,6	4,42
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,43	27,76	169,82			163,9	4,16	159,5	4,27	155,4	4,38	151,6	4,49
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	131,87	31,2	131,87			194,6	2,12	184,3	2,24	175,2	2,36	167,1	2,47
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,38	-35,26	174,62			155,8	4,66	152,2	4,77	148,7	4,88	145,5	4,99
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,71	-37,8	174,62			155,8	4,28	152,2	4,38	148,7	4,49	145,5	4,59
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	180,11	-40,94	174,62			155,8	4,94	152,2	5,06	148,7	5,18	145,5	5,29
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	83,73	-1,65	83,73			349,3	0,46	316	0,51	284,8	0,57	256,1	0,63
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	118,68	3,99	164,51			175,6	1,86	170,1	1,92	165	1,98	160,2	2,04
15-16	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	205,29	-0,3	164,51			175,6	5,56	170,1	5,74	165	5,91	160,2	6,09
16-17	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,88	-1,85	164,51			175,6	2,05	170,1	2,12	165	2,19	160,2	2,25
17-18	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,17	2,86	164,51			175,6	3,47	170,1	3,58	165	3,69	160,2	3,8
18-19	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	193,95	-2,06	183,34			166	5,25	162,1	5,37	158,3	5,5	154,8	5,63
19-20	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,46	-0,84	183,34			166	4,05	162,1	4,15	158,3	4,25	154,8	4,34
20-21	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,54	2,05	146,54			191,2	2,6	183	2,72	175,6	2,83	168,9	2,94

21-22	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,34	11,45	170,34			170,4	3,95	165,6	4,06	161,1	4,18	156,9	4,29
22-23	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,16	6,95	175,16			169,1	4,2	164,6	4,32	160,3	4,43	156,4	4,54
23-24	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,47	26,4	124,47			208,8	1,75	196	1,87	184,7	1,98	174,8	2,1
24-25	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,04	-7,05	140,04			196,8	2,31	187,4	2,42	179,1	2,54	171,5	2,65
25-26	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	114,5	-12,8	114,5			238,6	1,28	220,8	1,38	205,3	1,49	191,8	1,59
26-27	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,02	2,25	140,02			198,5	2,29	189	2,4	180,5	2,51	172,8	2,63
27-28	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,62	-10,65	111,62			247,3	1,17	228,1	1,27	211,2	1,37	196,5	1,47
28-29	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,68	-8,5	111,68			248,6	1,16	229,2	1,26	212,2	1,36	197,4	1,47
29-30	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	143,79	3,95	143,79			193,6	2,47	184,9	2,59	177,1	2,7	170,1	2,81
30-31	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	44,75	15,65	44,75			451,9	0,11	414	0,12	376,4	0,13	339,2	0,14
31-32	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	119,61	-14,2	119,61			226,2	1,47	210,7	1,58	197,3	1,69	185,4	1,8
32-33	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	164,24	-11,25	164,24			174,1	3,59	168,6	3,71	163,6	3,82	158,9	3,94
33-34	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,36	-1,75	178,36			168,7	4,36	164,3	4,48	160,3	4,59	156,5	4,71
34-35	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,37	3,45	178,37			168,3	4,38	164	4,49	159,9	4,61	156,2	4,72
35-36	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	149,95	1,55	149,95			188	2,77	180,4	2,88	173,5	3	167,3	3,11
36-37	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	106,05	-2,7	106,05			268,3	0,97	245,6	1,06	225,6	1,15	208,2	1,25
37-38	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,2	-2,5	93,2			312,2	0,64	283	0,71	256,3	0,78	232,6	0,86
38-39	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,11	-0,75	93,11			313,8	0,64	284,4	0,71	257,6	0,78	233,7	0,86
39-40	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	145,8	-1,75	145,8			192,1	2,56	183,8	2,68	176,2	2,79	169,4	2,9
40-41	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	135,63	1,65	135,63			204,5	2,08	193,9	2,19	184,4	2,31	175,9	2,42
41-42	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,58	6,4	108,58			258,5	1,06	237,4	1,15	218,9	1,25	202,7	1,35
42-43	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	132,16	0,9	132,16			209,9	1,92	198,2	2,04	187,9	2,15	178,7	2,26
43-44	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	48,38	0,1	48,38			475,7	0,11	435,8	0,12	396,2	0,14	357,1	0,15
44-45	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	158,5	0,55	158,5			181	3,21	174,7	3,33	168,8	3,44	163,5	3,56
45-46	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	17,86	-4,6	17,86			518,1	0,01	478,3	0,02	438,6	0,02	398,9	0,02

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	147,26	7,79	179,85	150,3	3,34	147,2	3,41	144,2	3,49	141,4	3,55	138,7	3,62
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	200,45	11,51	179,85	150,3	6,2	147,2	6,33	144,2	6,46	141,4	6,59	138,7	6,72
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,82	-16,61	167,7	152,1	4,41	148,4	4,52	144,9	4,63	141,7	4,73	138,6	4,84
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,55	-13	167,7	152,1	4,44	148,4	4,55	144,9	4,66	141,7	4,77	138,6	4,87
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,35	-14,49	167,7	152,1	4,03	148,4	4,13	144,9	4,23	141,7	4,32	138,6	4,42
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,2	24,99	169,82	148	4,53	144,6	4,63	141,5	4,73	138,5	4,84	135,7	4,94
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,43	27,76	169,82	148	4,6	144,6	4,71	141,5	4,81	138,5	4,92	135,7	5,02
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	131,87	31,2	131,87	159,8	2,59	153,3	2,7	147,4	2,8	142	2,91	137,2	3,01
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,38	-35,26	174,62	142,5	5,1	139,6	5,2	136,9	5,31	134,3	5,41	131,9	5,51
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,71	-37,8	174,62	142,5	4,68	139,6	4,78	136,9	4,88	134,3	4,97	131,9	5,06
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	180,11	-40,94	174,62	142,5	5,4	139,6	5,52	136,9	5,63	134,3	5,73	131,9	5,84
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	83,73	-1,65	83,73	230,4	0,7	207,8	0,78	188,3	0,86	171,7	0,94	157,7	1,03
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	118,68	3,99	164,51	155,9	2,09	151,8	2,15	148	2,2	144,5	2,26	141,2	2,31
15-16	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	205,29	-0,3	164,51	155,9	6,26	151,8	6,43	148	6,59	144,5	6,75	141,2	6,91
16-17	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,88	-1,85	164,51	155,9	2,31	151,8	2,38	148	2,44	144,5	2,5	141,2	2,56
17-18	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,17	2,86	164,51	155,9	3,9	151,8	4,01	148	4,11	144,5	4,21	141,2	4,31
18-19	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	193,95	-2,06	183,34	151,5	5,75	148,4	5,87	145,5	5,99	142,7	6,1	140	6,22

19-20	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,46	-0,84	183,34	151,5	4,44	148,4	4,53	145,5	4,62	142,7	4,71	140	4,8
20-21	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,54	2,05	146,54	162,9	3,05	157,3	3,16	152,2	3,27	147,6	3,37	143,3	3,47
21-22	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,34	11,45	170,34	153	4,4	149,3	4,51	145,9	4,61	142,7	4,72	139,6	4,82
22-23	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,16	6,95	175,16	152,7	4,65	149,3	4,76	146	4,87	143	4,97	140,1	5,07
23-24	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,47	26,4	124,47	166,1	2,21	158,3	2,31	151,4	2,42	145,1	2,53	139,5	2,63
24-25	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,04	-7,05	140,04	164,7	2,76	158,6	2,86	153	2,97	147,9	3,07	143,2	3,17
25-26	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	114,5	-12,8	114,5	180	1,7	169,6	1,8	160,6	1,9	152,6	2	145,5	2,1
26-27	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,02	2,25	140,02	165,9	2,73	159,6	2,84	153,9	2,95	148,8	3,05	144	3,15
27-28	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,62	-10,65	111,62	183,7	1,58	172,5	1,68	162,8	1,78	154,2	1,88	146,7	1,97
28-29	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,68	-8,5	111,68	184,5	1,57	173,3	1,67	163,5	1,77	154,9	1,87	147,3	1,96
29-30	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	143,79	3,95	143,79	163,7	2,92	157,9	3,03	152,6	3,14	147,8	3,24	143,3	3,34
30-31	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	44,75	15,65	44,75	302,6	0,16	266,9	0,18	232,7	0,21	200,4	0,24	171,1	0,29
31-32	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	119,61	-14,2	119,61	175,1	1,9	165,9	2,01	157,8	2,11	150,7	2,21	144,2	2,31
32-33	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	164,24	-11,25	164,24	154,6	4,05	150,6	4,16	146,9	4,26	143,4	4,36	140,1	4,47
33-34	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,36	-1,75	178,36	152,9	4,82	149,5	4,93	146,4	5,03	143,4	5,14	140,6	5,24
34-35	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,37	3,45	178,37	152,6	4,83	149,3	4,93	146,1	5,04	143,2	5,14	140,4	5,25
35-36	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	149,95	1,55	149,95	161,5	3,22	156,3	3,33	151,5	3,43	147,1	3,54	143	3,64
36-37	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	106,05	-2,7	106,05	193	1,35	179,9	1,45	168,5	1,54	158,6	1,64	149,9	1,74
37-38	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,2	-2,5	93,2	211,8	0,95	193,7	1,04	178,3	1,13	165	1,22	153,7	1,31
38-39	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,11	-0,75	93,11	212,7	0,94	194,5	1,03	178,9	1,12	165,6	1,21	154,2	1,3
39-40	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	145,8	-1,75	145,8	163,3	3,01	157,6	3,12	152,5	3,23	147,8	3,33	143,4	3,43
40-41	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	135,63	1,65	135,63	168,3	2,53	161,5	2,64	155,4	2,74	149,8	2,84	144,7	2,94
41-42	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,58	6,4	108,58	188,7	1,45	176,5	1,55	165,9	1,65	156,6	1,74	148,5	1,84
42-43	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	132,16	0,9	132,16	170,5	2,37	163,2	2,48	156,6	2,58	150,7	2,68	145,3	2,78
43-44	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	48,38	0,1	48,38	318,8	0,17	281,6	0,19	246	0,22	212,8	0,25	182,9	0,3
44-45	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	158,5	0,55	158,5	158,6	3,67	154,1	3,77	149,9	3,88	145,9	3,99	142,3	4,09
45-46	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	17,86	-4,6	17,86	359,2	0,02	319,7	0,02	280,3	0,03	241,2	0,03	202,6	0,04

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC		EDS
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	147,26	7,79	179,85	136,2	3,69	133,8	3,76	131,5	3,82	129,3	3,89	127,2	3,95	8,79
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	200,45	11,51	179,85	136,2	6,84	133,8	6,97	131,5	7,09	129,3	7,21	127,2	7,33	8,79
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,82	-16,61	167,7	135,8	4,94	133,1	5,04	130,5	5,14	128,1	5,24	125,8	5,33	8,84
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,55	-13	167,7	135,8	4,97	133,1	5,07	130,5	5,18	128,1	5,27	125,8	5,37	8,84
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,35	-14,49	167,7	135,8	4,51	133,1	4,6	130,5	4,69	128,1	4,78	125,8	4,87	8,84
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	169,2	24,99	169,82	133,1	5,03	130,6	5,13	128,2	5,23	126	5,32	123,8	5,41	8,63
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,43	27,76	169,82	133,1	5,12	130,6	5,22	128,2	5,31	126	5,41	123,8	5,5	8,63
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	131,87	31,2	131,87	132,7	3,12	128,6	3,22	124,9	3,31	121,4	3,41	118,2	3,5	8,99
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,38	-35,26	174,62	129,5	5,61	127,3	5,71	125,2	5,8	123,2	5,9	121,3	5,99	8,35
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,71	-37,8	174,62	129,5	5,15	127,3	5,24	125,2	5,33	123,2	5,42	121,3	5,5	8,35
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	180,11	-40,94	174,62	129,5	5,95	127,3	6,05	125,2	6,15	123,2	6,25	121,3	6,35	8,35
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	83,73	-1,65	83,73	145,8	1,11	135,8	1,19	127,2	1,28	119,8	1,35	113,4	1,43	11,48
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	118,68	3,99	164,51	138	2,36	135,1	2,41	132,3	2,46	129,7	2,51	127,3	2,56	9,02
15-16	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	205,29	-0,3	164,51	138	7,07	135,1	7,23	132,3	7,38	129,7	7,53	127,3	7,67	9,02
16-17	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,88	-1,85	164,51	138	2,62	135,1	2,67	132,3	2,73	129,7	2,78	127,3	2,84	9,02

17-18	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	162,17	2,86	164,51	138	4,41	135,1	4,51	132,3	4,6	129,7	4,7	127,3	4,78	9,02
18-19	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	193,95	-2,06	183,34	137,5	6,34	135,2	6,44	132,9	6,56	130,7	6,67	128,7	6,77	8,87
19-20	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,46	-0,84	183,34	137,5	4,89	135,2	4,98	132,9	5,06	130,7	5,15	128,7	5,23	8,87
20-21	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,54	2,05	146,54	139,3	3,57	135,6	3,67	132,2	3,76	129	3,85	126	3,95	9,28
21-22	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	170,34	11,45	170,34	136,8	4,92	134,1	5,02	131,5	5,12	129,1	5,22	126,8	5,31	8,9
22-23	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	175,16	6,95	175,16	137,3	5,18	134,8	5,27	132,3	5,37	130	5,47	127,8	5,56	8,9
23-24	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,47	26,4	124,47	134,4	2,73	129,8	2,82	125,6	2,92	121,7	3,01	118,2	3,1	9,23
24-25	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,04	-7,05	140,04	138,9	3,27	134,9	3,37	131,2	3,46	127,8	3,56	124,6	3,65	9,33
25-26	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	114,5	-12,8	114,5	139,2	2,19	133,5	2,29	128,4	2,38	123,8	2,47	119,6	2,55	9,79
26-27	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	140,02	2,25	140,02	139,7	3,25	135,6	3,35	131,9	3,44	128,4	3,53	125,2	3,63	9,38
27-28	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,62	-10,65	111,62	140	2,07	134	2,16	128,7	2,25	123,9	2,34	119,5	2,42	9,93
28-29	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	111,68	-8,5	111,68	140,5	2,06	134,5	2,15	129,2	2,24	124,3	2,33	119,9	2,41	9,97
29-30	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	143,79	3,95	143,79	139,2	3,44	135,4	3,54	131,8	3,63	128,5	3,73	125,5	3,81	9,3
30-31	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	44,75	15,65	44,75	145,7	0,34	124,6	0,39	107,9	0,45	95	0,52	84,9	0,58	14,19
31-32	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	119,61	-14,2	119,61	138,5	2,41	133,3	2,5	128,6	2,59	124,3	2,68	120,3	2,77	9,62
32-33	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	164,24	-11,25	164,24	137	4,57	134,1	4,67	131,4	4,76	128,8	4,86	126,4	4,95	8,96
33-34	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,36	-1,75	178,36	137,9	5,34	135,4	5,44	133	5,54	130,7	5,64	128,5	5,73	8,93
34-35	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	178,37	3,45	178,37	137,7	5,35	135,2	5,45	132,8	5,55	130,5	5,65	128,4	5,74	8,91
35-36	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	149,95	1,55	149,95	139,2	3,74	135,6	3,84	132,3	3,93	129,3	4,03	126,4	4,12	9,24
36-37	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	106,05	-2,7	106,05	142,4	1,83	135,6	1,92	129,7	2,01	124,4	2,09	119,6	2,18	10,27
37-38	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,2	-2,5	93,2	144	1,4	135,6	1,48	128,3	1,57	121,9	1,65	116,3	1,73	10,87
38-39	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	93,11	-0,75	93,11	144,4	1,39	135,9	1,48	128,6	1,56	122,2	1,64	116,5	1,72	10,91
39-40	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	145,8	-1,75	145,8	139,4	3,53	135,7	3,63	132,2	3,72	129	3,81	125,9	3,91	9,3
40-41	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	135,63	1,65	135,63	140	3,04	135,7	3,14	131,8	3,23	128,1	3,32	124,8	3,41	9,48
41-42	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,58	6,4	108,58	141,3	1,93	135	2,02	129,3	2,11	124,2	2,2	119,6	2,28	10,12
42-43	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	132,16	0,9	132,16	140,3	2,88	135,8	2,98	131,7	3,07	127,9	3,16	124,4	3,25	9,55
43-44	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	48,38	0,1	48,38	157	0,34	135,6	0,4	118,6	0,46	105,2	0,51	94,6	0,57	15
44-45	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	158,5	0,55	158,5	138,9	4,19	135,7	4,29	132,7	4,38	129,9	4,48	127,2	4,57	9,14
45-46	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	17,86	-4,6	17,86	165	0,05	129,2	0,06	97,4	0,08	72,5	0,11	55,9	0,14	17,09

- **Calculo de apoyos.**

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)ºC+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)ºC+H			
		gr.sexa.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
3	Alin. Susp.		110	354,3			394,1			
4	Ang. Am.	68,7°; apo.3	197,8	1.695,5	2,2		693	1.538,6	7,7	
5	Alin. Susp.		101,1	347,8			359,6			
6	Alin. Susp.		113,3	340,3			406,7			
7	Alin. Am		25,9	388,4			23,2			
8	Alin. Susp.		104,4	349,8			372,5			
9	Ang. Am.	64,8°; apo.10	85,9	1.726,5			261	1.676,1	24,6	
10	Ang. Am.	59,4°; apo.9	293,4	1.971,1	35,1		1.059,8	1.982,8	14,3	
11	Alin. Susp.		122,2	356,7			442,1			
12	Alin. Susp.		115,1	362,4			414,2			
13	Ang. Am.	57°; apo.14	23,1	2.216,9	161,3		7,7	2.280	102,9	
14	Alin. Am		63,5	235,1			167,6			
15	Alin. Susp.		119,9	330,6			431,9			
16	Alin. Susp.		112,5	336,6			403,3			
17	Alin. Susp.		81,2	294,3			280,7			
18	Alin. Am		141	412,2			471,6			
19	Alin. Susp.		114	370,1			410,4			
20	Alin. Am		110,2	370,1			351			
21	Ang. Am.	81,7°; apo.20	96,2	857,9	31		296,1	589,6	20,9	
22	Alin. Am		137,7	401,3			458,5			
23	Ang. Am.	68,2°; apo.24	43,5	1.575	22,8		96,6	1.488,4	58,1	
24	Ang. Am.	75,5°; apo.23	212,9	1.094,1	43,1		742,4	953,8	61,5	
25	Alin. Am		127,2	289,1			411,8			
26	Alin. Am		46,7	288,9			106,4			
27	Ang. Am.	55,1°; apo.26	147,7	2.223,7	7,1		490,4	2.336,5	14,2	
28	Alin. Am		84,2	257,1			247,6			
29	Ang. Am.	66,8°; apo.30	56,9	1.641,6	18,4		145,3	1.612	6,9	
30	Ang. Am.	58,3°; apo.31	-54,6	2.013,1	16,4		-248,5	2.085,2	103	
31	Alin. Am		276,2	199,8			942,9			
32	Alin. Am		87,7	335,8			266			
33	Alin. Am		101	398,1			315,9			
34	Alin. Am		117,1	412,9			378,6			
35	Ang. Am.	84,7°; apo.34	125,1	695,9	20,3		409,1	378,9	7,1	

36	Ang. Am.	86,7°; apo.37	116,6	479,8	38		372,5	225,8	3,2	
37	Ang. Am.	83,5°; apo.38	86,1	611,2	16		253,2	444,2	1,1	
38	Alin. Am		73,6	218,6			205,9			
39	Ang. Am.	81,7°; apo.40	98	748,3	54		301,4	563,8	7,1	
40	Alin. Am		98	315,6			302,7			
41	Ang. Am.	75,8°; apo.40	77,8	1.075,9	16,7		225	952,6	6,3	
42	Ang. Am.	55,5°; apo.41	119,4	2.205,9	11,5		382	2.319,1	6,8	
43	Alin. Am		82,2	212,8			238			
44	Alin. Am		87	252			257,3			
45	Alin. Am		197,1	220			639,8			
46	Fin Línea CTP		-96,2	33,3	1.741,1		-372,3		1.892,7	

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)ºC+V (-15:B/-20:C)ºC+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)ºC+V (-15:B/-20:C)ºC+H				Dist.Lt	Dist.Min. Cond.
		gr.sexa.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	(m)	(m)
3	Alin. Susp.		394,1	0,4	147,6		350,7			715,2	1,5	2,01
4	Ang. Am.	68,7°; apo.3	693	1.426	296,6		577,4	1.291,8	640,8	832,9	1,5	1,95
5	Alin. Susp.		359,6	0,3	147		255,3			712,4	1,5	1,76
6	Alin. Susp.		406,7	0,4	147		298,5			712,4	1,5	1,76
7	Alin. Am		23,2	0,3	302,3		37,9			712,4	1,5	1,7
8	Alin. Susp.		372,5		144,6		394,6			700,9	1,5	1,78
9	Ang. Am.	64,8°; apo.10	261	1.561,1	269,1		334	1.407,5	595,7	634,2	1,5	1,71
10	Ang. Am.	59,4°; apo.9	1.059,8	1.841,9	252,5		889,6	1.664,2	552,9	595	1,5	1,78
11	Alin. Susp.		442,1	52,6	142,3		262			685,4	1,5	1,84
12	Alin. Susp.		414,2	0,9	141,4		228,3			685,4	1,5	1,89
13	Ang. Am.	57°; apo.14	7,7	2.170,7	271,4		56,8	1.924,3	651,4	762,2	1,5	1,83
14	Alin. Am		167,6	0,5	293,3		141,9			545,1	1,5	1,23
15	Alin. Susp.		431,9		148,9		355			721,6	1,5	2,05
16	Alin. Susp.		403,3	0,3	148,9		349,1			721,6	1,5	2,05
17	Alin. Susp.		280,7	0,2	148,9		230,2			721,6	1,5	1,68
18	Alin. Am		471,6	0,3	306,2		394			721,6	1,5	1,88
19	Alin. Susp.		410,4	0,3	148,9		344,6			721,4	1,5	1,94
20	Alin. Am		351		307,2		290,6			724,1	1,5	1,67
21	Ang. Am.	81,7°; apo.20	296,1	548,2	304		269,3	495	668,3	716,5	1,5	1,69
22	Alin. Am		458,5	9	305,4		359			719,7	1,5	1,72
23	Ang. Am.	68,2°; apo.24	96,6	1.398,3	283,6		160,8	1.251,9	649,5	668,3	1,5	1,72
24	Ang. Am.	75,5°; apo.23	742,4	897	281,8		584,1	801,8	650,6	523,7	1,5	1,43
25	Alin. Am		411,8	0,7	291		309,1			540,9	1,5	1,43
26	Alin. Am		106,4	0,6	292,3		124			543,3	1,5	1,43
27	Ang. Am.	55,1°; apo.26	490,4	2.170,4	252		397,5	1.961	551,9	593,9	1,5	1,43
28	Alin. Am		247,6	0,4	290,7		257,7			540,4	1,5	1,2
29	Ang. Am.	66,8°; apo.30	145,3	1.493,9	281,9		145,1	1.352,4	611,3	664,4	1,5	1,46
30	Ang. Am.	58,3°; apo.31	-248,5	1.987,6	261,1		-87,5	1.758,9	631,7	615,4	1,5	1,46
31	Alin. Am		942,9	0,9	288,3		834,6			510,3	1,5	1,27
32	Alin. Am		266	1,7	304,2		285,3			717	1,5	1,63
33	Alin. Am		315,9	34,4	306,3		291,9			722,5	1,5	1,74
34	Alin. Am		378,6	2	306,6		323,1			722,6	1,5	1,74
35	Ang. Am.	84,7°; apo.34	409,1	351,1	306		332,6	317,8	663,2	721,1	1,5	1,74
36	Ang. Am.	86,7°; apo.37	372,5	209	292,2		311,4	189,2	633,9	543,2	1,5	1,51
37	Ang. Am.	83,5°; apo.38	253,2	411	291		227,9	372,2	629,7	540,8	1,5	1,15
38	Alin. Am		205,9	0,1	293,4		186,1			545,3	1,5	1,04
39	Ang. Am.	81,7°; apo.40	301,4	522,5	290,3		241	472,6	632,3	539,6	1,5	1,47
40	Alin. Am		302,7	1	292,5		255,3			543,7	1,5	1,47
41	Ang. Am.	75,8°; apo.40	225	882,7	283,6		216,8	798,5	617,3	527,1	1,5	1,39
42	Ang. Am.	55,5°; apo.41	382	2.149,6	253,7		309,9	1.945,6	550,6	597,9	1,5	1,36
43	Alin. Am		238	70,3	292,7		185,4			545,9	1,5	1,36
44	Alin. Am		257,3	0,3	309,1		200,5			728,4	1,5	1,58
45	Alin. Am		639,8	3,8	307,4		497,1			724,4	1,5	1,58
46	Fin Línea CTP						-243,2			527,7	1,5	0,43

- **APOYOS ADOPTADOS.**

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sexa.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
3	Alin. Susp.	Celosia recto	N		16	2.000			600	600	1.400	1,5	
4	Ang. Am.	Celosia recto	N	137,4°	14	3.000		2.000	800	800	1.400	1,5	
5	Alin. Susp.	Celosia recto	N		12	2.000			600	600	1.400	1,5	
6	Alin. Susp.	Celosia recto	N		16	2.000			600	600	1.400	1,5	
7	Alin. Am	Celosia recto	N		16	2.000			600	600	1.400	1,5	
8	Alin. Susp.	Celosia recto	N		16	2.000			600	600	1.400	1,5	
9	Ang. Am.	Celosia recto	N	129,6°	16	4.500		3.000	800	800	1.400	1,5	
10	Ang. Am.	Celosia recto	N	118,8°	16	7.000		5.000	1.200	1.200	2.500	1,5	
11	Alin. Susp.	Celosia recto	N		14	1.000			600	600	700	1,5	
12	Alin. Susp.	Celosia recto	N		14	1.000			600	600	700	1,5	
13	Ang. Am.	Celosia recto	N	114,1°	14	4.500		3.000	800	800	1.400	1,5	
14	Alin. Am	Celosia recto	N		12	1.000			600	600	700	1,5	
15	Alin. Susp.	Celosia recto	N		16	2.000			600	600	1.400	1,5	
16	Alin. Susp.	Celosia recto	N		16	2.000			600	600	1.400	1,5	
17	Alin. Susp.	Celosia recto	N		14	2.000			600	600	1.400	1,5	
18	Alin. Am	Celosia recto	N		16	2.000			600	600	1.400	1,5	
19	Alin. Susp.	Celosia recto	N		14	2.000			600	600	1.400	1,5	
20	Alin. Am	Celosia recto	N		12	2.000			600	600	1.400	1,5	
21	Ang. Am.	Celosia recto	N	163,4°	14	3.000		2.000	800	800	1.400	1,5	
22	Alin. Am	Celosia recto	N		12	2.000			600	600	1.400	1,5	
23	Ang. Am.	Celosia recto	N	136,4°	14	3.000		2.000	800	800	1.400	1,5	
24	Ang. Am.	Celosia recto	N	151,1°	12	3.000		2.000	800	800	1.400	1,5	
25	Alin. Am	Celosia recto	N		10	1.000			600	600	700	1,5	
26	Alin. Am	Celosia recto	N		12	1.000			600	600	700	1,5	
27	Ang. Am.	Celosia recto	N	110,1°	12	4.500		3.000	800	800	1.400	1,5	
28	Alin. Am	Celosia recto	N		10	1.000			600	600	700	1,5	
29	Ang. Am.	Celosia recto	N	133,5°	12	3.000		2.000	800	800	1.400	1,5	
30	Ang. Am.	Celosia recto	N	116,6°	12	4.500		3.000	800	800	1.400	1,5	
31	Alin. Am	Celosia recto	N		12	7.000			1.200	1.200	2.500	1,5	
32	Alin. Am	Celosia recto	N		12	2.000			600	600	1.400	1,5	
33	Alin. Am	Celosia recto	N		14	2.000			600	600	1.400	1,5	
34	Alin. Am	Celosia recto	N		12	2.000			600	600	1.400	1,5	
35	Ang. Am.	Celosia recto	N	169,4°	14	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	
36	Ang. Am.	Celosia recto	N	173,4°	10	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	
37	Ang. Am.	Celosia recto	N	166,9°	10	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	
38	Alin. Am	Celosia recto	N		12	1.000			600	600	700	1,5	
39	Ang. Am.	Celosia recto	N	163,4°	12	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	
40	Alin. Am	Celosia recto	N		10	1.000			600	600	700	1,5	
41	Ang. Am.	Celosia recto	N	151,7°	12	3.000		2.000	800	800	1.400	1,5	
42	Ang. Am.	Celosia recto	N	111°	18	4.500		3.000	800	800	1.400	1,5	
43	Alin. Am	Celosia recto	N		18	1.000			600	600	700	1,5	
44	Alin. Am	Celosia recto	N		18	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	
45	Alin. Am	Celosia recto	N		16	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	
46	Fin Línea CTP	Celosia recto	N		10	2.000			600	600	1.400	1,5	

- **CRUCETAS ADOPTADAS.**

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
3	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
4	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,42	2,5	0,65	0,6	1,25	1,1	0,6		230
5	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
6	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
7	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
8	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
9	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,89	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
10	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,81	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
11	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
12	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
13	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,2	2,5	0,65	0,6	1,25	1,1	0,6		230
14	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,57	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
15	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
16	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
17	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
18	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
19	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
20	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
21	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,05	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
22	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
23	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,94	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
24	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,52	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
25	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,57	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
26	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,57	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
27	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,73	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
28	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,57	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
29	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,92	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
30	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,79	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
31	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,57	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
32	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
33	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
34	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
35	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
36	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,56	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
37	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,56	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
38	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,57	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
39	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,55	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
40	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,57	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
41	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,52	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
42	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,74	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
43	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,57	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180
44	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
45	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
46	Fin Línea CTP	Celosia recto	Bóveda Triang.	1,57	1,5	0,45	0,6	0,75	1,1	0,6		180

- **CALCULO DE CIMENTACIONES.**

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
3	A.lin, Susp.	2.000	14,05	28.100	481,6	6,15	2.962,7	31.062,7
4	Ang, Am.	3.000	11,9	35.700	434	5,3	2.298,6	37.998,6
5	A.lin, Susp.	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
6	A.lin, Susp.	2.000	14,05	28.100	481,6	6,15	2.962,7	31.062,7
7	A.lin, Am	2.000	14,05	28.100	481,6	6,15	2.962,7	31.062,7
8	A.lin, Susp.	2.000	14,05	28.100	481,6	6,15	2.962,7	31.062,7
9	Ang, Am.	4.500	13,6	61.200	520	5,97	3.105,6	64.305,7
10	Ang, Am.	7.000	13,5	94.500	659,5	5,66	3.731,6	98.231,6
11	A.lin, Susp.	1.000	12,45	12.450	384,1	5,52	2.120,5	14.570,5
12	A.lin, Susp.	1.000	12,45	12.450	384,1	5,52	2.120,5	14.570,5
13	Ang, Am.	4.500	11,65	52.425	418,9	5,19	2.176	54.601
14	A.lin, Am	1.000	10,5	10.500	310,3	4,73	1.468,5	11.968,5
15	A.lin, Susp.	2.000	14,05	28.100	481,6	6,15	2.962,7	31.062,7
16	A.lin, Susp.	2.000	14,05	28.100	481,6	6,15	2.962,7	31.062,7
17	A.lin, Susp.	2.000	12,1	24.200	412,3	5,38	2.217,1	26.417,1
18	A.lin, Am	2.000	14,05	28.100	481,6	6,15	2.962,7	31.062,7
19	A.lin, Susp.	2.000	12,1	24.200	412,3	5,38	2.217,1	26.417,1
20	A.lin, Am	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
21	Ang, Am.	3.000	11,9	35.700	434	5,3	2.298,6	37.998,6
22	A.lin, Am	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
23	Ang, Am.	3.000	11,9	35.700	434	5,3	2.298,6	37.998,6
24	Ang, Am.	3.000	9,95	29.850	370,3	4,5	1.667,5	31.517,5
25	A.lin, Am	1.000	8,5	8.500	242,1	3,94	953,3	9.453,3
26	A.lin, Am	1.000	10,5	10.500	310,3	4,73	1.468,5	11.968,5
27	Ang, Am.	4.500	9,7	43.650	350,3	4,4	1.540,4	45.190,4
28	A.lin, Am	1.000	8,5	8.500	242,1	3,94	953,3	9.453,3
29	Ang, Am.	3.000	9,95	29.850	370,3	4,5	1.667,5	31.517,5
30	Ang, Am.	4.500	9,7	43.650	350,3	4,4	1.540,4	45.190,4
31	A.lin, Am	7.000	9,6	67.200	431,4	4,19	1.806,5	69.006,5
32	A.lin, Am	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
33	A.lin, Am	2.000	12,1	24.200	412,3	5,38	2.217,1	26.417,1
34	A.lin, Am	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
35	Ang, Am.	2.000	12,1	24.200	412,3	5,38	2.217,1	26.417,1
36	Ang, Am.	2.000	8,2	16.400	271,6	3,81	1.033,8	17.433,8
37	Ang, Am.	2.000	8,2	16.400	271,6	3,81	1.033,8	17.433,8
38	A.lin, Am	1.000	10,5	10.500	310,3	4,73	1.468,5	11.968,5
39	Ang, Am.	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
40	A.lin, Am	1.000	8,5	8.500	242,1	3,94	953,3	9.453,3
41	Ang, Am.	3.000	9,95	29.850	370,3	4,5	1.667,5	31.517,5
42	Ang, Am.	4.500	15,5	69.750	567,7	6,76	3.835,6	73.585,6
43	A.lin, Am	1.000	16,35	16.350	498,6	7,09	3.536,1	19.886,1
44	A.lin, Am	2.000	16	32.000	536,2	6,95	3.729,1	35.729,1
45	A.lin, Am	2.000	14,05	28.100	481,6	6,15	2.962,7	31.062,7
46	Fin Línea CTP	2.000	8,2	16.400	271,6	3,81	1.033,8	17.433,8

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE	
				Coefic. Comp. (daN/m^3)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)
3	Alin. Susp.	1,39	2,2	10	51.687,45
4	Ang. Am.	1,34	2,35	10	62.854,63
5	Alin. Susp.	1,2	2,1	10	36.358,75
6	Alin. Susp.	1,39	2,2	10	51.687,45
7	Alin. Am	1,39	2,2	10	51.687,45
8	Alin. Susp.	1,39	2,2	10	51.687,45
9	Ang. Am.	1,43	2,65	10	106.188,63
10	Ang. Am.	1,82	2,75	10	162.502,39
11	Alin. Susp.	1,33	1,8	10	24.174,03
12	Alin. Susp.	1,33	1,8	10	24.174,03
13	Ang. Am.	1,32	2,6	10	90.108,71
14	Alin. Am	1,24	1,75	10	19.916,77
15	Alin. Susp.	1,39	2,2	10	51.687,45
16	Alin. Susp.	1,39	2,2	10	51.687,45
17	Alin. Susp.	1,3	2,15	10	43.734,68
18	Alin. Am	1,39	2,2	10	51.687,45

19	Alin. Susp.	1,3	2,15	10	43.734,68
20	Alin. Am	1,2	2,1	10	36.358,75
21	Ang. Am.	1,34	2,35	10	62.854,63
22	Alin. Am	1,2	2,1	10	36.358,75
23	Ang. Am.	1,34	2,35	10	62.854,63
24	Ang. Am.	1,23	2,3	10	52.396,99
25	Alin. Am	1,04	1,75	10	15.730,78
26	Alin. Am	1,24	1,75	10	19.916,77
27	Ang. Am.	1,2	2,55	10	75.104,83
28	Alin. Am	1,04	1,75	10	15.730,78
29	Ang. Am.	1,23	2,3	10	52.396,99
30	Ang. Am.	1,2	2,55	10	75.104,83
31	Alin. Am	1,52	2,65	10	114.067,87
32	Alin. Am	1,2	2,1	10	36.358,75
33	Alin. Am	1,3	2,15	10	43.734,68
34	Alin. Am	1,2	2,1	10	36.358,75
35	Ang. Am.	1,3	2,15	10	43.734,68
36	Ang. Am.	1,07	2,05	10	28.956,78
37	Ang. Am.	1,07	2,05	10	28.956,78
38	Alin. Am	1,24	1,75	10	19.916,77
39	Ang. Am.	1,2	2,1	10	36.358,75
40	Alin. Am	1,04	1,75	10	15.730,78
41	Ang. Am.	1,23	2,3	10	52.396,99
42	Ang. Am.	1,43	2,75	10	122.092,84
43	Alin. Am	1,46	1,9	10	33.093,69
44	Alin. Am	1,45	2,25	10	59.118,25
45	Alin. Am	1,39	2,2	10	51.687,45
46	Fin Línea CTP	1,07	2,05	10	28.956,78

- **CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.**

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Llf (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
3	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
4	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
5	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
6	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
7	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
8	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
9	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
10	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
11	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
12	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
13	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
14	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
15	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
16	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
17	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
18	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
19	Alin. Susp.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
20	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
21	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
22	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
23	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
24	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
25	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
26	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
27	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
28	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
29	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
30	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
31	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
32	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
33	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
34	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
35	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
36	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
37	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
38	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
39	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
40	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
41	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
42	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
43	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
44	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
45	Alin. Am	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
46	Fin Línea CTP	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67

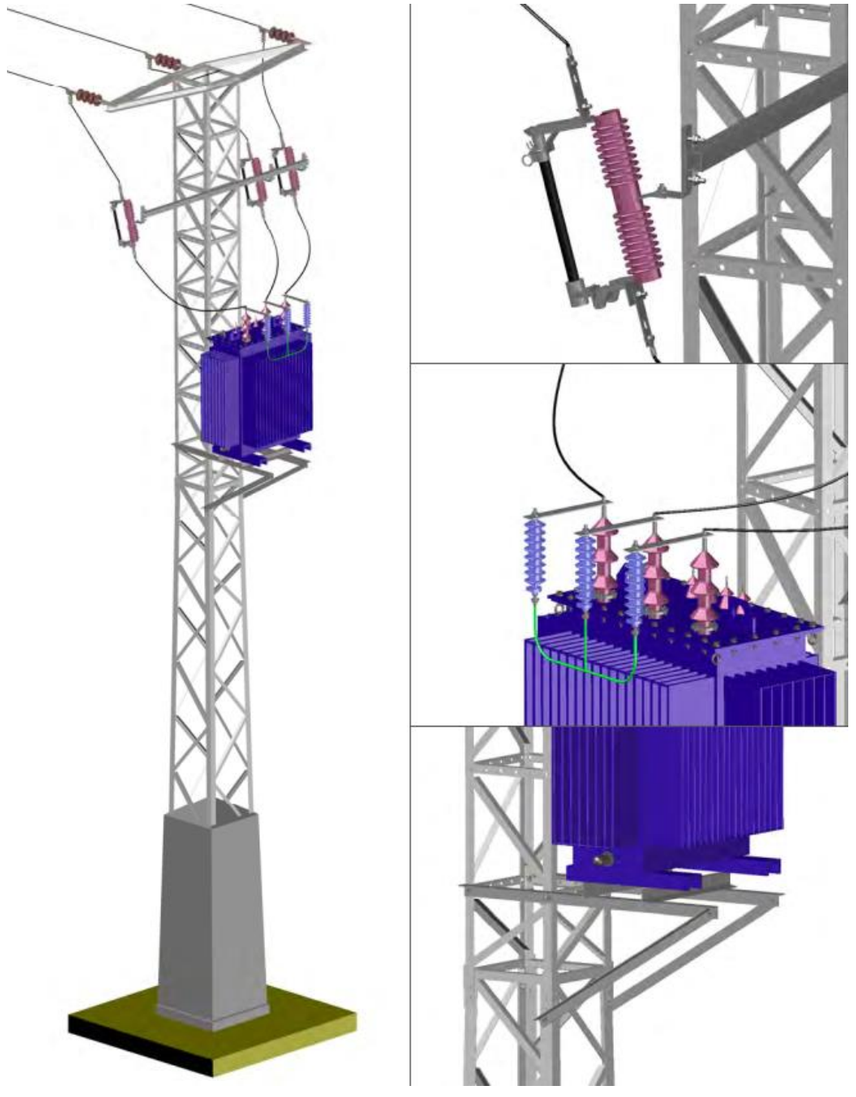
Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh · ncf (daN)	Csmh
3	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	131,37	30,45	536,37	7,46
4	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	120,64	33,16	536,37	7,46
5	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	119,85	33,37	534,27	7,49
6	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	135,57	29,51	534,27	7,49
7	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	17,43	229,54	534,27	7,49
8	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	124,16	32,22	525,67	7,61
9	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	154,94	25,82	525,67	7,61
10	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	178,13	22,45	518,47	7,72
11	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	147,36	27,15	514,07	7,78
12	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	138,07	28,97	514,07	7,78
13	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	46,7	85,66	545,07	7,34
14	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	30,66	130,45	545,07	7,34
15	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	143,96	27,79	541,17	7,39
16	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	134,45	29,75	541,17	7,39
17	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	93,55	42,76	541,17	7,39
18	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	82,6	48,42	541,17	7,39
19	Alin. Susp.	3 C.Su.	U40B	3	1,7	0,51		5,01	4,04	136,79	29,24	541,07	7,39
20	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	65,4	61,16	543,07	7,37
21	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	66,83	59,86	543,07	7,37
22	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	104,47	38,29	539,77	7,41
23	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	91,4	43,76	539,77	7,41
24	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	163,29	24,5	540,87	7,4
25	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	107,73	37,13	540,87	7,4
26	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	48,03	83,28	543,27	7,36
27	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	97,94	40,84	543,27	7,36
28	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	87,61	45,66	540,37	7,4
29	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	43,25	92,48	542,37	7,38
30	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	155,99	25,64	542,37	7,38
31	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	201,02	19,9	535,77	7,47
32	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	102,9	38,87	537,77	7,44
33	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	76,36	52,38	541,97	7,38
34	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	65,68	60,9	541,97	7,38
35	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	81,55	49,05	543,17	7,36
36	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	66,1	60,52	544,07	7,35
37	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	54,07	73,97	544,37	7,35
38	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	43,81	91,31	545,27	7,34
39	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	65,47	61,1	545,27	7,34
40	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	52,39	76,36	543,67	7,36
41	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	61,79	64,74	543,67	7,36
42	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	77,2	51,82	544,07	7,35
43	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	57,58	69,47	546,27	7,32
44	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	61,75	64,78	546,27	7,32
45	Alin. Am	6 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	147,75	27,07	543,27	7,36

46	Fin Línea CTP	3 C.Am.	U40B	3	1,7	0,51	0,49	5,01	4,04	124,11	32,23	527,67	7,58

- **CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.**

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20ºC (daN)	Esf.Vert. -15ºC (daN)	Esf.Vert. -5ºC (daN)
3	Alin. Susp.		109,5	109,6
4	Ang. Am.		211,8	207,7
5	Alin. Susp.		99	99,6
6	Alin. Susp.		114,5	114,1
7	Alin. Am		4,5	10,8
8	Alin. Susp.		103,1	103,5
9	Ang. Am.		57,7	67,3
10	Ang. Am.		350	332
11	Alin. Susp.		123,9	123,4
12	Alin. Susp.		115,1	115,1
13	Ang. Am.		18,7	19,7
14	Alin. Am		47,9	52,8
15	Alin. Susp.		123,6	122,5
16	Alin. Susp.		113,8	113,4
17	Alin. Susp.		77,6	78,7
18	Alin. Am		143,7	142,9
19	Alin. Susp.		113,5	113,6
20	Alin. Am		107,6	108,4
21	Ang. Am.		91,8	93
22	Alin. Am		140,5	139,7
23	Ang. Am.		1,3	15,6
24	Ang. Am.		267,1	249,1
25	Alin. Am		151,3	142,8
26	Alin. Am		11,3	23,3
27	Ang. Am.		180,5	169,3
28	Alin. Am		78,2	80,3
29	Ang. Am.		28,3	38
30	Ang. Am.		-375	-297,1
31	Alin. Am		631,4	541,9
32	Alin. Am		64,5	72,6
33	Alin. Am		94,5	96,4
34	Alin. Am		114,4	115,2
35	Ang. Am.		125,3	125,2
36	Ang. Am.		127,5	123,8
37	Ang. Am.		90	88,8
38	Alin. Am		64,2	67,4
39	Ang. Am.		95,7	96,5
40	Alin. Am		93,8	95,1
41	Ang. Am.		59,7	65,9
42	Ang. Am.		138,4	131,8
43	Alin. Am		81,5	81,6
44	Alin. Am		88,6	88,2
45	Alin. Am		481,5	419,9
46	Fin Línea CTP		-380,2	-318,8

En el siguiente apoyo colocado a menos de 20 metros se instalará un transformador aéreo de 50kVA. A partir de dicho apoyo se realizará el entronque aéreo- subterráneo y una acometida soterrada en baja tensión hasta el bombeo, según adjunta imagen tipo de apoyo fin de línea con seccionadores, autoválvulas pararrayos y entroqnue aéreo-subterráneo a instalar:



2.1.4 Acometida BT EBAR 1 (Montenegral)

Se propone la conexión a la red aérea existente, perteneciente a Endesa S.L., la cual se proyecta en Media Tensión (20 kV), desde el punto de conexión proporcionado en el apoyo (A160132).

2.1.4.1 Cálculos electrotécnicos en Media Tensión

- **INTENSIDAD NOMINAL PREVISTA**

La intensidad del circuito trifásico de MT viene dada por la expresión:

$$Ip = \frac{S}{\sqrt{3} \times Vp}$$

Donde:

S = potencia nominal en kVA.

Vp = tensión primaria en kV.

Ip = intensidad primaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Tabla Nº E 2: INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

CT	POTENCIA (kVA)	Tensión (kV)	Ip (A)
Transformador de 50 kVA	50	20	1,45

- **RED BAJA TENSIÓN**

Formulas Empleadas:

Sistema Trifásico

I = Pc / 1,732 x U x Cosφ = amp (A)

e = 1.732 x I[(L x Cosφ / k x S x n) + (Xu x L x Senφ / 1000 x n)] = voltios (V)

Sistema Monofásico:

I = Pc / U x Cosφ = amp (A)

e = 2 x I[(L x Cosφ / k x S x n) + (Xu x L x Senφ / 1000 x n)] = voltios (V)

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$K = 1/\rho$

$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\ (T-20)]$

$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\ (I/I_{max})^2]$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.018

Al = 0.029

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392

Al = 0.00403

T = Temperatura del conductor (ºC).

T_0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC

PVC = 70ºC

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$Ib \leq In \leq Iz$

$I2 \leq 1{,}45\ Iz$

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 1,5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (ºC):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	72	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
2	2	3	15	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
3	3	4	40	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
4	4	5	34	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
5	5	6	40	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
6	6	7	19	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
7	7	8	39	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
8	8	9	20	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
9	9	10	29	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
10	10	11	23	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
11	11	12	37	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
12	12	13	25	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
13	13	14	20	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
14	14	15	15	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
15	15	16	25	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
16	16	17	53	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140
17	17	18	5	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	18,04			3x95/50	175/1	140

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	18,043(10 kW)
2	-0,676	399,324	0,169	0 A(0 kW)
3	-0,817	399,183	0,204	0 A(0 kW)
4	-1,193	398,807	0,298	0 A(0 kW)
5	-1,512	398,488	0,378	0 A(0 kW)
6	-1,888	398,112	0,472	0 A(0 kW)
7	-2,067	397,933	0,517	0 A(0 kW)
8	-2,433	397,567	0,608	0 A(0 kW)
9	-2,621	397,379	0,655	0 A(0 kW)
10	-2,893	397,107	0,723	0 A(0 kW)
11	-3,109	396,891	0,777	0 A(0 kW)
12	-3,457	396,543	0,864	0 A(0 kW)
13	-3,692	396,308	0,923	0 A(0 kW)
14	-3,88	396,12	0,97	0 A(0 kW)
15	-4,021	395,979	1,005	0 A(0 kW)
16	-4,255	395,745	1,064	0 A(0 kW)
17	-4,753	395,247	1,188	0 A(0 kW)
18	-4,8	395,2	1,2*	-18,04 A(-10 kW)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

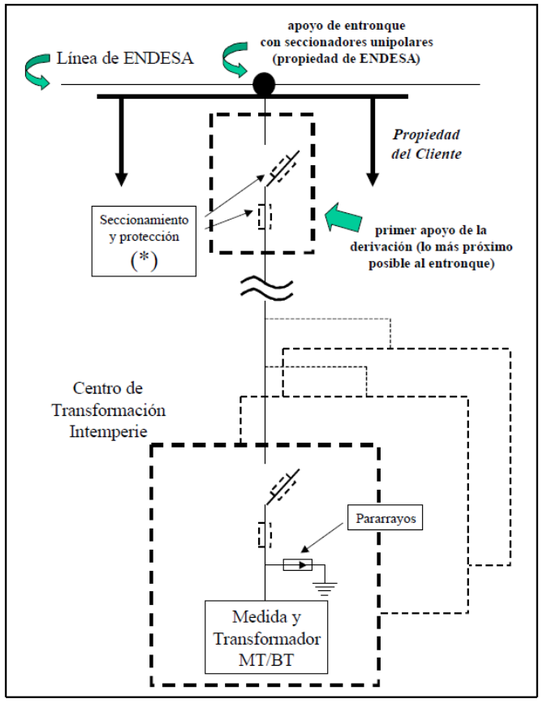
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18 = 1.2 %

2.1.4.2 Cálculos mecánicos en Media Tensión

Este apartado no tiene que ser calculado debido a que el apoyo a instalar será un fin de línea en vano flojo a menos de 20 metros de distancia, donde se realiza el entronque de aéreo a subterráneo.

Esta instalación se realiza de acorde a los criterios técnicos de Endesa y presentará los elementos que se muestran en el siguiente esquema:

CASO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE



- Seccionadores unipolares en el apoyo de la línea de Endesa.
- Seccionadores con fusibles limitadores APR en apoyo de vano flojo.
- Pararrayos en el apoyo de vano flojo.

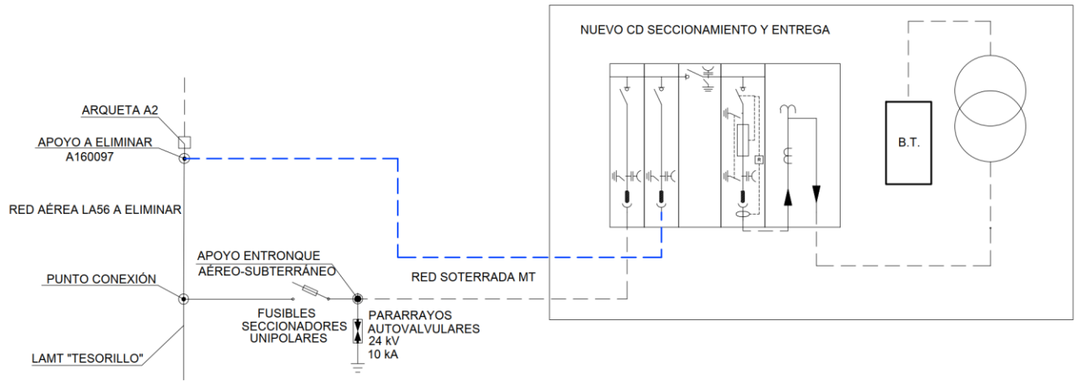
2.1.5 Acometida MT EBAR 2 (San Martín)

Esta actuación supone una reconducción de la línea soterrada de Media Tensión existente.

Actualmente la línea aérea LAMT Tesorillo, llega de forma aérea hasta el apoyo A160097 donde pasa a ser soterrada. Se proyecta intercalar un apoyo antes de la EBAR, realizándose un entronque aéreo-subterráneo, conectándose al centro de transformación instalado anexo a la EBAR, se realiza entrada y salida de dicho centro de transformación y buscará la línea soterrada ubicada a pie del apoyo A160097.

Al ser una reconducción de la línea a realizar por Endesa no requiere de cálculos. El esquema de conexión sería el siguiente:

ESQUEMA ELÉCTRICO EBAR SAN MARTÍN



2.1.6 Acometida BT EBAR 3 (El Secadero)

La acometida a la EBAR El Secadero se realiza en Baja Tensión desde un CT próximo a la EBAR. Por lo tanto, este apartado constará de un cálculo de la línea eléctrica en Baja Tensión.

2.1.6.1 Fórmulas empleadas

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1{,}732 \times U \times \cos\varphi = amp\ (A)$$

$$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = voltios\ (V)$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \cos\varphi = amp\ (A)$$

$$e = 2 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = voltios\ (V)$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$K = 1/\rho$

$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\ (T-20)]$

$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\ (I/I_{max})^2]$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.018

Al = 0.029

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392

Al = 0.00403

T_0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC

PVC = 70ºC

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$Ib \leq In \leq Iz$

$I2 \leq 1{,}45\ Iz$

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

2.1.6.2 Red de baja tensión

C.d.t. máx.(%): 1,5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (ºC):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	79,39			4x150	230/1	180
2	2	3	3	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	79,39			4x150	230/1	180
3	3	4	74	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	79,39			4x150	230/1	180
4	4	5	37	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	79,39			4x150	230/1	180
5	5	6	39	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	79,39			4x150	230/1	180
6	6	7	36	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	79,39			4x150	230/1	180
7	7	8	6	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	79,39			4x150	230/1	180

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	79,388(44 kW)
2	-0,263	399,737	0,066	0 A(0 kW)
3	-0,35	399,65	0,088	0 A(0 kW)
4	-2,511	397,489	0,628	0 A(0 kW)
5	-3,592	396,408	0,898	0 A(0 kW)
6	-4,731	395,269	1,183	0 A(0 kW)
7	-5,782	394,218	1,446	0 A(0 kW)
8	-5,957	394,043	1,489*	-79,39 A(-44 kW)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-8 = 1.49 %

2.1.7 Características de los materiales a emplear

La línea aérea estará constituida por los siguientes elementos:

- Apoyos
- Conductores
- Aislamiento
- Cimentaciones para los apoyos
- Tomas de tierra

APOYOS:

Los apoyos serán metálicos de celosía, para un circuito de 20 kV distribuidos en bóveda triangular y una cruceta para los cables de tierra.

Estará constituido por perfiles angulares normalizados con acero EN 10025 S 275 JR para las diagonales y EN 10025 S 355 J2 para los montantes, siendo su anchura mínima 45 mm y su espesor mínimo de 4 mm.

Los tornillos empleados serán de calidad 8.6. La composición de la materia prima, la designación y las propiedades mecánicas cumplen la norma DIN-267, hoja 3. Las dimensiones de los tornillos y las longitudes de apriete se ajustan a las indicadas en la norma DIN-7990, con la correspondiente arandela de 8 mm, según norma DIN-7989 y tuercas hexagonales.

Para determinar el número y diámetro de los tornillos a emplear en cada unión se usarán las fórmulas adecuadas a la solicitación a que estén sometidas las barras. También se usarán uniones soldadas.

Los nuevos apoyos a instalar serán de un circuito, adecuadamente dimensionados para la tensión del conductor.

La distancia entre fases viene dada por la distancia a mantener de los conductores entre sí, de acuerdo al Art. 25.2 del R.L.A.T., en los vanos de la línea aérea. Esta distancia entre fases se ha dimensionado entre valores de 1,5 y 2,5 metros.

La altura elegida de los apoyos viene dada por la distancia mínima reglamentaria a mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la línea aérea.

CONDUCTORES:

La línea aérea está dotada de un conductor de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio, del tipo LA-56.

Desig-Nación	Sección mm^2		Equi-valen-cia En Cobre Mm^2	Diámetro mm		Composición				Car-ga de rotura daN	Resis-tencia eléctri-ca a 20ºC Ω/km	Masa kg/km	Módulo de elasti-cidad daN/mm^2	Coefi-ciente de dilata-ción lineal $ºCx10^{-6}$
						Alambres de aluminio		Alambres de acero						
	Alu-mi-nio	Total		Acero	Total	Nº	Diá-Metro mm	Nº	Diá-metro mm					
LARL 56	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1720	0,5808	179,1	7500	19,3

AISLAMIENTO:

El aislamiento estará dimensionado mecánicamente para el conductor LA56 y eléctricamente para 20 kV. Éste constará de cadenas sencillas/dobles con tres aisladores de vidrio U40BS.

Las cadenas a instalar serán sencillas para los apoyos de suspensión-cruce y dobles para los apoyos de amarre.

Con las cadenas de aisladores previstas se sobrepasan estos valores como los niveles de aislamiento determinados por el RLAT en cuanto a tensión de choque y frecuencia industrial.

Asimismo, de acuerdo con el Art.29 del mismo RLAT, el coeficiente de seguridad respecto a la carga de rotura mínima garantizada, tanto cuando ésta se obtiene mediante control estadístico como en los cruzamientos es de 2,5.

CIMENTACIONES PARA LOS APOYOS:

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 98.

Se proyectan las cimentaciones de los distintos apoyos de acuerdo con la naturaleza del terreno. El coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no es inferior a:

- Hipótesis normales 1,5 (1,875 seguridad reforzada)
- Hipótesis anormales 1,2

Las cimentaciones de los apoyos serán del tipo de patas separadas, constituidas por un bloque de hormigón para cada uno de los anclajes del apoyo.

El cálculo de las cimentaciones fraccionadas se realiza teniendo en cuenta el esfuerzo que se opone a la salida del macizo del terreno, la fuerza que actúa sobre la pata, el peso propio del macizo, la cuarta parte del peso del apoyo y el peso de la tierra comprendida en un tronco de cono cuya superficie está limitada por una generatriz que partiendo de la arista inferior del macizo de hormigón tiene una inclinación hacia el exterior definida por el ángulo de arranque de tierras.

Cuando la solicitación al apoyo es a flexión dos de los macizos trabajan al arranque y otros dos a compresión.

Sobre cada uno de los bloques de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

TOMAS DE TIERRA:

En todos los apoyos la resistencia de difusión de la puesta a tierra será inferior a 20Ω. Para tal fin la puesta a tierra se materializará mediante picas de tierra.

Se dispondrán tantas picas de tierra conectadas al apoyo como sean necesarias para obtener valores inferiores a 20 Ω. El extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,8 metros por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo.

Dadas las características del terreno, los apoyos llevarán, como mínimo, 1 pica de tierra.

En los casos en que el apoyo se encuentra en una zona de pública concurrencia, la puesta a tierra se realiza en anillo cerrado que tendrá dos conexiones al apoyo, una por montante. Dicho anillo irá enterrado alrededor de la cimentación del apoyo manteniendo una distancia de un metro a la misma.

PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA:

La nueva línea aérea de media tensión se ha proyectado aplicando y cumpliendo los criterios que, sobre protección de la avifauna, quedan recogidos en los siguientes decretos:

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.

En el presente proyecto se prevé la colocación de dispositivos salva-pájaros o señalizadores visuales tipo cintas o rotativos como los de la siguiente imagen, por ser los que están dando mejores resultados según estudios realizados por la comunidad científica desestimando los dispositivos tipo espiral simple y doble.

PROTECCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN:

Se instalarán protecciones aislantes en todas las grapas de las cadenas de aisladores consistentes en láminas que cubrirán tanto la grapa, como una longitud de conductor de un mínimo de 1 metro medida desde la grapa, como se recoge en las medidas correctoras del presente documento.

3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1. CT EDAR BAJO GUADIARO

3.1.1 Previsión de potencia en transformación

La potencia del Centro de Transformación previsto se determina tomando de cada centro o elemento de consumo (descontando las reservas):

	INST.	FUNC.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**
CCMs	250,8	161,6
Edif. Control	25,0	12,5
Edificio Deshidratación	29,0	14,5
Edificio Soplantes	20,0	10,0
SSAA: Alumbr. Ext. Y Tomas F. Ext.	19,0	15,2
POT. TOTAL (KW)	**343,8**	**213,8**

Considerando coseno fi de 0,8, una simultaneidad del 85%, así como un 20% de reserva, obtenemos los siguientes valores para el cálculo de la potencia del transformador:

	INST.	FUNC.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**
POT. TOTAL (KW)	**343,8**	**213,8**
S (KVA)	**430**	**267**
85% SIMULT. (KVA)	**365**	**227**
20% Adicional (KVA)	**73**	**45**
POT. TOTAL DEF.(KVA)	**438**	**272,6**
POT. TOTAL DEF.(KW)	**351**	**218,1**

De esta forma, se selecciona un centro de transformación de 400 KVA, el cual dará suministro a la planta y sus futuras ampliaciones.

3.1.1.1 Relación de equipos agrupados por cuadros

A continuación, se incluye el listado de equipos con las potencias y los tipos de suministro eléctrico de los CCM de Pretratamiento:

CCM1:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado		Funcionamiento
				Funcionamiento	Reserva	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)
ARQUETA DE LLEGADA	TA	01TA-01	Tamiz aliviadero autolimpiante	1	0	2	2	2
CANALES DE TAMIZADO	RF	01RF-01/02	Reja automática de finos	1	1	0,6	1,2	0,6
	TTC	01TTC-01	Tornillo transportador-compactador	1	0	0,6	0,6	0,6
	TLA	01TLA-01	Tornillo lavador de arenas	1	0	0,4	0,4	0,4
	CG	01CG-01	Concentrador de grasas	1	0	0,2	0,2	0,2
DEPÓSITO DE RETENCIÓN	AEV	02AEV-01	Agitador efecto venturi	1	0	3,4	3,4	3,4
CANAL DESARENADO-DESENGRASADO	PDD	02PDD-01/02	Puente canal desarenado y desengrasado	2	0	0,2	0,4	0,4
	BV	02BV-01/02	Bomba vertical arenas	2	0	0,4	0,8	0,8
	AI	02AI-01/02/03/04	Aireador	4	0	1	4	4
ARQUETA MEDIDA CAUDAL PRETRATADO	VCM	03VCM-01	Valvula de compuerta motorizada Ø315	1	0	0,1	0,1	0,1
ESPESADOR	ESP	14ESP-01	Espesador	1	0	0,1	0,1	0,1
EDIFICIO INSTALACIONES: SALA DESHIDRATACIÓN	CEN	15CEN-01/02	Centrífuga	1	1	22	44	22
	BT	15BT-01/02	Bomba de tornillo para fangos espesados	1	1	1,3	2,6	1,3
	BT	15BT-01/02	Bomba de tornillo para fangos deshidratados	1	1	4	8	4
	TT	11TT-01	Tornillo transportador fangos deshidratados	1	0	0,6	0,6	0,6
	BD	15BD-01/02	Bomba dosificadora de polielectrolito	1	1	0,4	0,8	0,4
	PP	15PP-01/02	Preparador polielectrolito	1	1	0,2	0,4	0,2
	POE	15POE-01	Polipasto eléctrico centrífuga	1	0	0,8	0,8	0,8
ALMACENAMIENTO FANGOS	TF	16TF-01	Tolva de fangos	1	0	1,2	1,2	1,2
DESODORIZACIÓN	DES	17DES-01	Desodorización	1	0	4	4	4

CCM2:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado		Funcionamiento
				Funcionamiento	Reserva	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)
REACTOR BIOLÓGICO	AC	08AC-01/02	Acelerador de corriente	2	0	3,7	7,4	7,4
DECANTADOR SECUNDARIO	DS	09DS-01/02	Decantador secundario	2	0	0,2	0,4	0,4
CASETA GRUPO DE PRESIÓN	BD	11BD-01/02	Bomba dosificadora de hipoclorito	1	1	0,5	1	0,5
	GP	11GP-01/02	Grupo de presión aguas de servicio	1	1	2,2	4,4	2,2
DOSIFICACIÓN REACTIVOS	BD	08BD-01/02	Bomba dosificación cloruro férrico	1	1	1	2	1
	BH	08BH-01	Bomba horizontal de carga	1	0	0,2	0,2	0,2
ARQUETA BOMBEO FANGOS Y VACIADOS	BS	13BS-01/02	Bombas de purga	1	1	3	6	3
	BS	13BS-03/04/05/06	Bombas de recirculación	2	2	2,5	10	5
	BS	13BS-07/08	Bombas de vaciados	1	1	4	8	4
EDIFICIO SOPLANTES Y GRUPO ELECTRÓGENO	POE	14POE-01	Polipasto eléctrico 1250 kg	1	0	0,8	0,8	0,8
	SO	18SO-01/02/03	Soplante reactor biológico	2	1	45	135	90

3.1.1.2 Potencia total demandada

Si consideramos ahora los correspondientes coeficientes de simultaneidad, obtenemos los siguientes valores para los correspondientes CCM:

CCM1:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado		Funcionamiento	Simultanea		
				Funcionamiento	Reserva	Pot. Unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)	Coef. Simultaneidad	Pot. Abs (kW)	Potencia (kVA)
ARQUETA DE LLEGADA	TA	01TA-01	Tamiz aliviadero autolimpiante	1	0	2	2	2	0,2	0,4	0,5
CANALES DE TAMIZADO	RF	01RF-01/02	Reja automática de finos	1	1	0,6	1,2	0,6	1	0,6	0,75
	TTC	01TTC-01	Tornillo transportador-compactador	1	0	0,6	0,6	0,6	1	0,6	0,75
	TLA	01TLA-01	Tornillo lavador de arenas	1	0	0,4	0,4	0,4	1	0,4	0,5
	CG	01CG-01	Concentrador de grasas	1	0	0,2	0,2	0,2	1	0,2	0,25
DEPÓSITO DE RETENCIÓN	AEV	02AEV-01	Agitador efecto venturi	1	0	3,4	3,4	3,4	1	3,4	4,25
CANAL DESARENADO-DESENGRASADO	PDD	02PDD-01/02	Puente canal desarenado y desengrasado	2	0	0,2	0,4	0,4	1	0,4	0,5
	BV	02BV-01/02	Bomba vertical arenas	2	0	0,4	0,8	0,8	1	0,8	1
	AI	02AI-01/02/03/04	Aireador	4	0	1	4	4	1	4	5
ARQUETA MEDIDA CAUDAL PRETRATADO	VCM	03VCM-01	Valvula de compuerta motorizada Ø315	1	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,02	0,025
ESPESADOR	ESP	14ESP-01	Espesador	1	0	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,125
EDIFICIO INSTALACIONES: SALA DESHIDRATACIÓN	CEN	15CEN-01/02	Centrífuga	1	1	22	44	22	0,5	11	13,75
	BT	15BT-01/02	Bomba de tornillo para fangos espesados	1	1	1,3	2,6	1,3	0,5	0,65	0,8125
	BT	15BT-01/02	Bomba de tornillo para fangos deshidratados	1	1	4	8	4	0,5	2	2,5
	TT	11TT-01	Tornillo transportador fangos deshidratados	1	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3	0,375
	BD	15BD-01/02	Bomba dosificadora de polielectrolito	1	1	0,4	0,8	0,4	0,5	0,2	0,25
	PP	15PP-01/02	Preparador polielectrolito	1	1	0,2	0,4	0,2	0,5	0,1	0,125
	POE	15POE-01	Polipasto eléctrico centrífuga	1	0	0,8	0,8	0,8	0,2	0,16	0,20
ALMACENAMIENTO FANGOS	TF	16TF-01	Tolva de fangos	1	0	1,2	1,2	1,2	0,2	0,24	0,3
DESODORIZACIÓN	DES	17DES-01	Desodorización	1	0	4	4	4	1	4	5
						TOTAL INST.:	**75,6**	**47,10 kW**	**TOTAL SIMULTANEA.:**	**29,57 kW**	**37,0 kVA**

CCM2:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado		Funcionamiento	Simultanea		
				Funcionamiento	Reserva	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)	Coef. Simultaneidad	Pot. Abs (kW)	Potencia (kVA)
REACTOR BIOLÓGICO	AC	08AC-01/02	Acelerador de corriente	2	0	3,7	7,4	7,4	1	7,4	9,25
DECANTADOR SECUNDARIO	DS	09DS-01/02	Decantador secundario	2	0	0,2	0,4	0,4	1	0,4	0,5
CASETA GRUPO DE PRESIÓN	BD	11BD-01/02	Bomba dosificadora de hipoclorito	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,25	0,3125
	GP	11GP-01/02	Grupo de presión aguas de servicio	1	1	2,2	4,4	2,2	0,5	1,1	1,375
DOSIFICACIÓN REACTIVOS	BD	08BD-01/02	Bomba dosificación cloruro férrico	1	1	1	2	1	0,5	0,5	0,625
	BH	08BH-01	Bomba horizontal de carga	1	0	0,2	0,2	0,2	0,5	0,1	0,125
ARQUETA BOMBEO FANGOS Y VACIADOS	BS	13BS-01/02	Bombas de purga	1	1	3	6	3	1	3	3,75
	BS	13BS-03/04/05/06	Bombas de recirculación	2	2	2,5	10	5	1	5	6,25
	BS	13BS-07/08	Bombas de vaciados	1	1	4	8	4	0,2	0,8	1
EDIFICIO SOPLANTES Y GRUPO ELECTRÓGENO	POE	14POE-01	Polipasto eléctrico 1250 kg	1	0	0,8	0,8	0,8	1	0,8	1
	SO	18SO-01/02/03	Soplante reactor biológico	2	1	45	135	90	1	90	112,5
						TOTAL INST.:	**175,2**	**114,50 kW**	**TOTAL SIMULTANEA.:**	**109,35 kW**	**136,7 kVA**

De la misma forma, podemos aplicar idénticos criterios con una simultaneidad mínima del 50% del resto de consumidores, obteniendo la siguiente tabla resumen antes mostrada:

	INST.	FUNC.	ABS.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**	**Pot. Absorb. Sim. (kW)**
CCMs	250,8	161,6	134,9
Edif. Control	25,0	12,5	10,6
Edificio Deshidratación	29,0	14,5	12,3
Edificio Soplantes	20,0	10,0	8,5
SSAA: Alumbr. Ext. Y Tomas F. Ext.	19,0	15,2	12,9
POT. TOTAL (KW)	**343,8**	**213,8**	**179,3**

Considerando un cosΦ de 0,80, obtenemos una potencia total aparente en funcionamiento de 267 KVA.

Si adicionalmente consideramos un 20% adicional de reserva y una simultaneidad del 85%, obtenemos una potencia total aparente de 273 KVA, que como se puede observar es inferior al valor anteriormente comentado.

3.1.2 Justificación de Intensidades en los devanados

3.1.2.1 Intensidad en Alta Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$Ip = \frac{S}{\sqrt{3} \times Vp}$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA.

Vp = tensión primaria en kV.

Ip = intensidad primaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV

Tabla Nº E 3: INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

CT	POTENCIA (kVA)	Tensión (kV)	Ip (A)
Transformador de 400 kVA	400	20	**11,56**

3.1.2.2 Intensidad en Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$Is = \frac{S}{\sqrt{3} \times Vs}$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA

Vs = tensión secundaria en kV

Is = intensidad secundaria en A

Para un transformador de 400 kVA con tensión secundaria de 400 V la intensidad en las salidas puede alcanzar el valor de:

CT	Tensión (V)	Is (A)
400	400	578

3.1.3 Análisis de corriente en cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la Compañía suministradora.

Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$Iccp = \frac{Scc}{\sqrt{3} \times Vp} \qquad (C1)$$

Donde:

Scc = potencia de cortocircuito de la red en MVA

Vp = tensión de servicio en kV

Iccp = corriente de cortocircuito en kA

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica del transformador de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$Iccs = \frac{100 \times S}{\sqrt{3} \times Ecc \times Vs} \qquad (C2)$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA

Ecc = tensión de cortocircuito del transformador en %

Vs= tensión secundaria en V

Iccs = corriente de cortocircuito en kA

Cortocircuito en el Lado de Alta Tensión

Utilizando la expresión C1, en la que la potencia de cortocircuito que se asume para el cálculo es como máximo de 500 MVA, la intensidad de cortocircuito es:

Iccp = 14,4 kA

Cortocircuito en el Lado de Baja Tensión

Para el transformador de potencia 400 kVA, la tensión porcentual de cortocircuito es de 4 %, y la tensión secundaria es de 400 V. La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión será, según la fórmula C2:

Iccs = 13,7 kA

3.1.4 Justificación de las protecciones seleccionadas

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida, mediante un cuadro de baja tensión con protección mediante fusibles.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

3.1.5 Previsión de las instalaciones de Puesta a Tierra

3.1.5.1 Características Geológicas del terreno

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

De esta forma, para nuestro caso, se estima la resistividad media en 150 Ohm•m.

3.1.5.2 Estudio de parámetros y tiempos

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- **Tipo de neutro.** El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- **Tipo de protecciones.** Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

3.1.5.3 Diseño preliminar del sistema de tierras

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

<u>Cálculo de la resistencia del sistema de tierra</u>

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: Ur = 20 kV

Limitación de la intensidad a tierra Idm = 300 A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

Vbt = 10.000 V

Características del terreno:

Resistencia de tierra Ro = 150 Ohm·m

Resistencia del hormigón R'o = 3.000 Ohm

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \qquad (2.9.4.a)$$

donde:

Id intensidad de falta a tierra [A]

Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Vbt tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \qquad (2.9.4.b)$$

donde:

Idm limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

Id intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

Id = 300 A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

Rt = 33,33 Ohm

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una Kr más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \qquad (2.9.4.c)$$

donde:

Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

Kr coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

Kr <= 0,2222

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada: 700-25/5/42

Geometría del sistema: Anillo rectangular

Distancia de la red: 7.0x2.5 m

Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m

Número de picas: cuatro

Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia Kr = 0,084

De la tensión de paso Kp = 0,0186

De la tensión de contacto Kc = 0,0409

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R_t' = K_r \cdot R_o \qquad (2.9.4.d)$$

donde:

Kr coeficiente del electrodo

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

R't resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

R't = 12,6 Ohm

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

I'd = 300 A

3.1.5.3.1 Tierra de protección

Centro de Transformación: PAT (puesta a tierra) de protección del centro de transformación:

- Mallazo electrosoldado bajo solera del CT: en el suelo del CT, existe instalado un mallado electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 30 x 30 cm, embebido en el suelo de hormigón del Centro de Transformación a una profundidad de 10 cm. Este mallado se conectará como mínimo en dos puntos, preferentemente opuestos, al electrodo de puesta a tierra de protección
- Carcasa de los transformadores
- Envolventes de los equipos de MT y BT

- Chasis y bastidores de los aparatos de maniobra
- Masas metálicas susceptibles de ponerse en tensión
- Defensa del transformador
- Puesta a tierra de los interruptores de MT y BT
- Puesta a tierra de las celdas de M.T. Las celdas de M.T. presentan un sistema de unión equipotencial constituido por una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Estructura del Edificio:

- Puesta a tierra de las estructuras metálicas. Todos los elementos estructurales metálicos deben de tener continuidad eléctrica con la p.a.t de la cimentación. Se verificará la p.a.t. de mismos en todas las plantas.
- La puesta a tierra se establecerá mediante la implantación en forma de anillo, de un electrodo enterrado bajo la cimentación de los cerramientos por medio de un conductor desnudo de cobre de 50 mm2 de sección, al que se conectarán las partes metálicas de la estructura (armaduras), y las líneas principales de tierra.

Instalación Eléctrica

- Las acometidas eléctricas a equipos de las distintas instalaciones, luminarias, tomas de corriente, motores y bombas dispondrán de conductores de protección.

Instalaciones Mecánicas

- Puesta a tierra de canalizaciones metálicas, saneamiento, fontanería, climatización, equipos (bombas, motores) y demás elementos susceptibles de ponerse en tensión.

Masas Metálicas

- Puesta tierra de masas metálicas susceptibles de quedar aisladas de la p.a.t. de la instalación eléctrica o de la p.a.t. de la estructura: Envolventes metálicas de los diferentes equipos.

3.1.5.3.2 Tierra de servicio

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación: 5/22 (según método UNESA)

Geometría: Picas alineadas

Número de picas: dos

Longitud entre picas: 2 metros

Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

Kr = 0,201

Kc = 0,0392

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

Rtserv = Kr · Ro = 0,201 · 150 = 30,15 < 37 Ohm

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

3.1.5.3.3 Justificación de la tensión resultante

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \qquad (2.9.5.a)$$

donde:

R’t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'd intensidad de defecto [A]

V'd tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

V'd = 3780 V

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.5.b)$$

donde:

Kc coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

V'c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

V'c = 1840,5 V

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.6.a)$$

donde:

Kp coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

V'p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

V'p = 837 V en el Centro de Transformación

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

t = 1 seg

K = 78,5

n = 0,78

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000}\right) \qquad (2.9.7.a)$$

donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

Vp tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

Vp = 1491,5 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000}\right) \qquad (2.9.7.b)$$

qdonde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'o resistividad del hormigón en [Ohm·m]

Vp(acc) tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

Vp(acc) = 8203,25 V

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

V'p = 828 V < Vp = 1491,5 V

Tensión de paso en el acceso al centro:

V'p(acc) = 0 V < Vp(acc) = 8203,25 V

Tensión de defecto:

V'd = 4680 V < Vbt = 10000 V

Intensidad de defecto:

Ia = 50 A < Id = 300 A < Idm = 300 A

3.1.5.3.4 Previsión de distancias de seguridad del sistema

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

(2.9.8.a)

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$ donde:

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

* D = 7,16 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

· Kr = 0,201

· Kc = 0,0392

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

Rtserv = Kr · Ro = 0,201 · 150 = 30,15 < 37 Ohm

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos

3.2. CT EBAR 1. MONTENEGRAL

3.2.1 Previsión de potencia en transformación

La potencia del Centro de Transformación previsto se determina tomando de cada centro o elemento de consumo (descontando las reservas):

	INST.	FUNC.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**
CCMs	8,0	4,6
SSAA Edificio	22,0	11,0
POT. TOTAL (KW)	**30,0**	**15,6**

Considerando coseno fi de 0,8, una simultaneidad del 85%, así como un 20% de reserva, obtenemos los siguientes valores para el cálculo de la potencia del transformador:

	INST.	FUNC.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**
CCMs	8,0	4,6
SSAA Edificio	22,0	11,0
POT. TOTAL (KW)	**30,0**	**15,6**
S (KVA)	**38**	**20**
85% SIMULT. (KVA)	**32**	**17**
20% Adicional (KVA)	**6**	**3**
POT. TOTAL DEF.(KVA)	**38**	**19,9**
POT. TOTAL DEF.(KW)	**31**	**15,9**

De esta forma, se selecciona un centro de transformación de 50 KVA, el cual dará suministro a la planta y sus futuras ampliaciones.

3.2.1.1 Relación de equipos agrupados en cuadro

A continuación, se incluye el listado de equipos con las potencias y los tipos de suministro eléctrico del CCM de la EBAR:

CCM:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado		Funcionamiento
				Funcionamiento	Reserva	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)
	BS	01BS-01/02/03	Bombeo de agua bruta	1	1	3	6	3
PLC	INST	03INST-01	Instrumentación	1	0	0,2	0,2	0,2
	CIR230	03CIR230-01	Circ. Mando 230V	1	0	0,5	0,5	0,5
	CIR24	03CIR24-01	Circ. Mando 24V	1	0	0,5	0,5	0,5

3.2.1.2 Potencia total demandada

Si consideramos ahora los correspondientes coeficientes de simultaneidad, obtenemos los siguientes valores para los correspondientes CCM:

CCM:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado		Funcionamiento			Simultanea		
				Funcionamiento	Reserva	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)	Factor de potencia	Potencia (kVA)	Coef. Simultaneidad	Pot. Abs (kW)	Potencia (kVA)
	BS	01BS-01/02/03	Bombeo de agua bruta	1	1	3,4	6,8	3,4	0,81	4,2	1	3,4	4,2
PLC	INST	03INST-01	Instrumentación	1	0	0,2	0,2	0,2	0,8	0,25	1	0,2	0,25
	CIR230	03CIR230-01	Circ. Mando 230V	1	0	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5
	CIR24	03CIR24-01	Circ. Mando 24V	1	0	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5
						TOTAL INST.:	8	4,60 kW	TOTAL FUNC.:	5,4 kVA	TOTAL SIMULTANEA.:	4,60 kW	4,2 kVA

De la misma forma, podemos aplicar idénticos criterios con una simultaneidad mínima del 75% del resto de consumidores, obteniendo la siguiente tabla resumen antes mostrada:

	INST.	FUNC.	ABS.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**	**Pot. Absorb. Sim. (kW)**
POT. TOTAL (KW)	**30,0**	**15,6**	**14,0**
S (KVA)	**38**	**20**	**17**
85% SIMULT. (KVA)	**32**	**17**	**15**
20% Adicional (KVA)	**6**	**3**	**3**
POT. TOTAL DEF.(KVA)	**38**	**19,9**	**18**

Considerando un cosΦ de 0,80, obtenemos una potencia total aparente absorbida de 17 KVA.

Si adicionalmente consideramos un 20% adicional de reserva y una simultaneidad del 85%, obtenemos una potencia total aparente de 20 KVA, que como se puede observar es similar al valor anteriormente comentado.

3.2.2 Justificación de Intensidades en los devanados

3.2.2.1 Intensidad en Alta Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$Ip = \frac{S}{\sqrt{3} \times Vp}$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA.

Vp = tensión primaria en kV.

Ip = intensidad primaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV

Tabla Nº E 4: INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

CT	POTENCIA (kVA)	Tensión (kV)	Ip (A)
Transformador de 50 kVA	50	20	**1,45**

3.2.2.2 Intensidad en Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$Is = \frac{S}{\sqrt{3} \times Vs}$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA

Vs = tensión secundaria en kV

Is = intensidad secundaria en A

Para un transformador de 400 kVA con tensión secundaria de 400 V la intensidad en las salidas puede alcanzar el valor de:

CT	Tensión (V)	Is (A)
50	400	68,7

3.2.3 Análisis de corriente en cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la Compañía suministradora.

Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$Iccp = \frac{Scc}{\sqrt{3} \times Vp} \qquad (C1)$$

Donde:

Scc = potencia de cortocircuito de la red en MVA

Vp = tensión de servicio en kV

Iccp = corriente de cortocircuito en kA

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica del transformador de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$Iccs = \frac{100 \times S}{\sqrt{3} \times Ecc \times Vs} \qquad (C2)$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA

Ecc = tensión de cortocircuito del transformador en %

Vs= tensión secundaria en V

Iccs = corriente de cortocircuito en kA

Cortocircuito en el Lado de Alta Tensión

Utilizando la expresión C1, en la que la potencia de cortocircuito que se asume para el cálculo es como máximo de 500 MVA, la intensidad de cortocircuito es:

Iccp = 17,3 kA

Cortocircuito en el Lado de Baja Tensión

Para el transformador de potencia 50 kVA, la tensión porcentual de cortocircuito es de 4 %, y la tensión secundaria es de 400 V. La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión será, según la fórmula C2:

Iccs = 1,7 kA

3.2.4 Justificación de las protecciones seleccionadas

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan los fusibles colocados en los seccionadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros ubicados en la base del apoyo, mediante un cuadro de baja tensión con protección mediante fusibles.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal mínima de estos fusibles será de 6 A.

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos.

Como conductores de tierra, entre herrajes y crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

Los conductores de conexión a tierra podrán ser de cualquier material metálico que reúna las condiciones exigidas en el apartado de conductores. Tendrán una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de la línea.

En ningún caso la sección de estos conductores será inferior a la eléctricamente equivalente a 16 mm² de cobre.

Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior en inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, etc.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia. Para apoyos situados en zonas frecuentadas, la resistencia no será superior a 20 ohmios y para los ubicados en zonas de pública

concurrencia o que soporten aparatos de maniobra, aparte de cumplirse lo anterior, se instalará una toma de tierra en anillo cerrado, enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de distancia del macizo de la cimentación. En los apoyos que soporten aparatos de maniobra se construirá además la "plataforma del operador", consistente en una placa de hormigón de 70x70x70 cm, armado con un emparrillado de aproximadamente 20x20 cm y hierro de 0,4 mm, como mínimo, unido a la toma de tierra del anillo dominador de potencial.

Cuando la naturaleza del terreno no sea favorable para obtener una resistencia de difusión reducida en la toma de tierra, podrá recurrirse al tratamiento químico del terreno.

Toda instalación de puesta a tierra deberá ser comprobada en el momento de su establecimiento y revisada cada seis años.

3.3. CT EBAR 2. SAN MARTIN

3.3.1 Previsión de potencia en transformación

La potencia del Centro de Transformación previsto se determina tomando de cada centro o elemento de consumo (descontando las reservas):

	INST.	FUNC.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**
CCMs	83,0	64,5
SSAA Edificio	28,0	13,7
POT. TOTAL (KW)	**111,0**	**78,2**

Considerando coseno fi de 0,8, una simultaneidad del 85%, así como un 20% de reserva, obtenemos los siguientes valores para el cálculo de la potencia del transformador:

	INST.	FUNC.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**
CCMs	83,0	64,5
SSAA Edificio	28,0	13,7
POT. TOTAL (KW)	**111,0**	**78,2**

S (KVA)	**139**	**98**
85% SIMULT. (KVA)	**118**	**83**
20% Adicional (KVA)	**24**	**17**
POT. TOTAL DEF.(KVA)	**141**	**99,7**
POT. TOTAL DEF.(KW)	**113**	**79,7**

De esta forma, se selecciona un centro de transformación de 100 KVA, el cual dará suministro a la planta y sus futuras ampliaciones.

3.3.1.1 Relación de equipos agrupados en cuadro

A continuación, se incluye el listado de equipos con las potencias y los tipos de suministro eléctrico del CCM de la EBAR:

CCM:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado			Funcionamiento
				Funcionamiento	Reserva	Tensión (V)	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)
EDIFICIO	POE	01POE-01	Polipasto eléctrico cuchara bivalva	1	0	400	0,75	0,75	0,75
	CB	01CB-01	Cuchara bivalva	1	0	400	1,5	1,5	1,5
	TT	01TT-01/02	Tornillo transportador	1	0	400	1	1	1
	BS	01BS-01/02/03/04	Bombeo de agua bruta	3	1	400	18,5	74	55,5
	RG	01RG-01	Reja automática de gruesos	1	0	400	1,5	1,5	1,5
DESODORIZACIÓN	DES	02DES-01	Desodorización	1	0	400	3	3	3
PLC	INST	03INST-01	Instrumentación	1	0	230	0,2	0,2	0,2
	CIR230	03CIR230-01	Circ. Mando 230V	1	0	400	0,5	0,5	0,5
	CIR24	03CIR24-01	Circ. Mando 24V	1	0	230	0,5	0,5	0,5

3.3.1.2 Potencia total demandada

Si consideramos ahora los correspondientes coeficientes de simultaneidad, obtenemos los siguientes valores para los correspondientes CCM:

CCM:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Funcionamiento	Simultanea		
				Funcionamiento	Reserva	Pot. Func. (kW)	Coef. Simultaneidad	Pot. Abs (kW)	Potencia (kVA)
EDIFICIO	POE	01POE-01	Polipasto eléctrico cuchara bivalva	1	0	0,75	0,2	0,15	0,19
	CB	01CB-01	Cuchara bivalva	1	0	1,5	0,2	0,3	0,38
	TT	01TT-01/02	Tornillo transportador	1	0	1	1	1	1,25
	BS	01BS-01/02/03/04	Bombeo de agua bruta	3	1	55,5	1	55,5	66,9
	RG	01RG-01	Reja automática de gruesos	1	0	1,5	1	1,5	1,9
DESODORIZACIÓN	DES	02DES-01	Desodorización	1	0	3	1	3	3,75
PLC	INST	03INST-01	Instrumentación	1	0	0,2	1	0,2	0,25
	CIR230	03CIR230-01	Circ. Mando 230V	1	0	0,5	1	0,5	0,5
	CIR24	03CIR24-01	Circ. Mando 24V	1	0	0,5	1	0,5	0,5
						64,45 kW	TOTAL SIMULTANEA.:	62,65 kW	74,3 kVA

De la misma forma, podemos aplicar idénticos criterios con una simultaneidad mínima del 75% del resto de consumidores, obteniendo la siguiente tabla resumen antes mostrada:

CGBT	INST. Pot. Instalada (kW)	FUNC. Pot. Funcionam. (kW)	ABS. Pot. Absorb. Sim. (kW)
CCMs	83,0	64,5	62,7
SSAA Edificio	28,0	13,7	11,7
POT. TOTAL (KW)	**111,0**	**78,2**	**74,3**

Considerando un cosΦ de 0,80, obtenemos una potencia total aparente absorbida de 98 KVA.

Si adicionalmente consideramos un 20% adicional de reserva y una simultaneidad del 85%, obtenemos una potencia total aparente de 99 KVA, que como se puede observar es algo superior al valor anteriormente comentado.

3.3.2 Justificación de Intensidades en los devanados

3.3.2.1 Intensidad en Alta Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$Ip = \frac{S}{\sqrt{3} \times Vp}$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA.

Vp = tensión primaria en kV.

Ip = intensidad primaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV

Tabla Nº E 5: INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

CT	POTENCIA (kVA)	Tensión (kV)	Ip (A)
Transformador de 100 kVA	100	20	**2,89**

3.3.2.2 Intensidad en Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$Is = \frac{S}{\sqrt{3} \times Vs}$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA

Vs = tensión secundaria en kV

Is = intensidad secundaria en A

Para un transformador de 400 kVA con tensión secundaria de 400 V la intensidad en las salidas puede alcanzar el valor de:

CT	Tensión (V)	Is (A)
100	400	144,5

3.3.3 Análisis de corriente en cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la Compañía suministradora.

Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$Iccp = \frac{Scc}{\sqrt{3}\ x\ Vp} \qquad (C1)$$

Donde:

Scc = potencia de cortocircuito de la red en MVA

Vp = tensión de servicio en kV

Iccp = corriente de cortocircuito en kA

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica del transformador de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$Iccs = \frac{100\ x\ S}{\sqrt{3}\ x\ Ecc\ x\ Vs} \qquad (C2)$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA

Ecc = tensión de cortocircuito del transformador en %

Vs= tensión secundaria en V

Iccs = corriente de cortocircuito en kA

Cortocircuito en el Lado de Alta Tensión

Utilizando la expresión C1, en la que la potencia de cortocircuito que se asume para el cálculo es como máximo de 500 MVA, la intensidad de cortocircuito es:

Iccp = 14,4 kA

Cortocircuito en el Lado de Baja Tensión

Para el transformador de potencia 100 kVA, la tensión porcentual de cortocircuito es de 4 %, y la tensión secundaria es de 400 V. La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión será, según la fórmula C2:

Iccs = 3,4 kA

3.3.4 Justificación de las protecciones seleccionadas

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida, mediante un cuadro de baja tensión con protección mediante fusibles.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 10 A.

3.3.5 Previsión de las instalaciones de Puesta a Tierra

3.3.5.1 Características Geológicas del terreno

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

De esta forma, para nuestro caso, se estima la resistividad media en 150 Ohm•m.

3.3.5.2 Estudio de parámetros y tiempos

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- **Tipo de neutro.** El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- **Tipo de protecciones.** Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

3.3.5.3 Diseño preliminar del sistema de tierras

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: Ur = 20 kV

Limitación de la intensidad a tierra Idm = 300 A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

Vbt = 10.000 V

Características del terreno:

Resistencia de tierra Ro = 150 Ohm·m

Resistencia del hormigón R'o = 3.000 Ohm

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \qquad (2.9.4.a)$$

donde:

Id intensidad de falta a tierra [A]

Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Vbt tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \qquad (2.9.4.b)$$

donde:

Idm limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

Id intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

Id = 300 A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

Rt = 33,33 Ohm

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una Kr más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \qquad (2.9.4.c)$$

donde:

Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

Kr coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

Kr <= 0,2222

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada: 70/25/5/42

Geometría del sistema: Anillo rectangular

Distancia de la red: 7.0x2.5 metros

Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m

Número de picas: cuatro

Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia Kr = 0,084

De la tensión de paso Kp = 0,0186

De la tensión de contacto Kc = 0,0409

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \qquad (2.9.4.d)$$

donde:

Kr coeficiente del electrodo

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

R't resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

R't = 12,6 Ohm

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

I'd = 300 A

3.3.5.3.1 Tierra de protección

Centro de Transformación: PAT (puesta a tierra) de protección del centro de transformación:

- Mallazo electrosoldado bajo solera del CT: en el suelo del CT, existe instalado un mallado electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 30 x 30 cm, embebido en el suelo de hormigón del Centro de Transformación a una profundidad de 10 cm. Este mallado se conectará como mínimo en dos puntos, preferentemente opuestos, al electrodo de puesta a tierra de protección
- Carcasa de los transformadores
- Envolventes de los equipos de MT y BT
- Chasis y bastidores de los aparatos de maniobra
- Masas metálicas susceptibles de ponerse en tensión
- Defensa del transformador
- Puesta a tierra de los insterruptores de MT y BT
- Puesta a tierra de las celdas de M.T. Las celdas de M.T. presentan un sistema de unión equipotencial constituido por una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Estructura del Edificio:

- Puesta a tierra de las estructuras metálicas. Todos los elementos estructurales metálicos deben de tener continuidad eléctrica con la p.a.t de la cimentación. Se verificará la p.a.t. de mismos en todas las plantas.
- La puesta a tierra se establecerá mediante la implantación en forma de anillo, de un electrodo enterrado bajo la cimentación de los cerramientos por medio de un conductor desnudo de cobre de 50 mm2 de sección, al que se conectarán las partes metálicas de la estructura (armaduras), y las líneas principales de tierra.

Instalación Eléctrica

- Las acometidas eléctricas a equipos de las distintas instalaciones, luminarias, tomas de corriente, motores y bombas dispondrán de conductores de protección.

Instalaciones Mecánicas

- Puesta a tierra de canalizaciones metálicas, saneamiento, fontanería, climatización, equipos (bombas, motores) y demás elementos susceptibles de ponerse en tensión.

Masas Metálicas

- Puesta tierra de masas metálicas susceptibles de quedar aisladas de la p.a.t. de la instalación eléctrica o de la p.a.t. de la estructura: Envolventes metálicas de los diferentes equipos.

3.3.5.3.2 Tierra de servicio

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación: 5/22 (según método UNESA)

Geometría: Picas alineadas

Número de picas: dos

Longitud entre picas: 2 metros

Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

Kr = 0,201

Kc = 0,0392

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$Rtserv = Kr \cdot Ro = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

3.3.5.3.3 Justificación de la tensión resultante

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \qquad (2.9.5.a)$$

donde:

R't resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'd intensidad de defecto [A]

V'd tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

V'd = 3780 V

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.5.b)$$

donde:

Kc coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

V'c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

V'c = 1840,5 V

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.6.a)$$

donde:

Kp coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

V'p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

V'p = 837 V en el Centro de Transformación

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

t = 1 seg

K = 78,5

n = 0,78

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000}\right) \qquad (2.9.7.a)$$

donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

Vp tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

Vp = 1491,5 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000}\right) \qquad (2.9.7.b)$$

qdonde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'o resistividad del hormigón en [Ohm·m]

Vp(acc) tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

Vp(acc) = 8203,25 V

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

V'p = 859,22 V < Vp = 1491,5 V

Tensión de paso en el acceso al centro:

V'p(acc) = 1877,85 V < Vp(acc) = 8203,25 V

Tensión de defecto:

V'd = 3771,24 V < Vbt = 10000 V

Intensidad de defecto:

Ia = 50 A < Id = 259,19 A < Idm = 300 A

3.3.5.3.4 Previsión de distancias de seguridad del sistema

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \qquad (2.9.8.a)$$

donde:

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

* D = 7,16 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- Kr = 0,201
- Kc = 0,0392

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$Rtserv = Kr \cdot Ro = 0{,}201 \cdot 150 = 30{,}15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos

4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

4.1. ALIMENTACIÓN A LOS RECEPTORES ELÉCTRICOS

En este apartado se describe el tipo de circuitos a emplear en función de las distintas tipologías de receptores, y se determinan los tipos de cable, aislamientos, secciones mínimas, etc. de los siguientes receptores:

- Alimentación de cuadros eléctricos
- Alimentación de equipos electromecánicos de exteriores
- Alimentación de equipos electromecánicos de interiores
- Alimentación de unidades de instrumentación
- Alimentación de los constituyentes del mando
- Alimentación de los receptores de alumbrado y tomas de corriente
- Alimentación de equipos en ambientes peligrosos
- Alimentación del resto de dispositivos

Para el cálculo se partirá, además de las potencias de los apartados anteriores y reflejadas en los esquemas unifilares, de los siguientes datos:

- Tensión nominal: 400/230 V., 50 Hz.
- Conductibilidad del cobre: 44 para 90 ºC.
- Caída de tensión máxima admisible (según RBT del 2002):

TIPO	RBT	ΔVmax
Alumbrado exterior.	ITC-BT-09: art. 3	3%
Acometidas (lo que la empresa distribuidora tenga establecido, se indica un valor máximo estimado)	ITC-BT-11: art. 1.4	1,5%
Derivaciones individuales que alimenta a un único usuario en donde no existe línea general de alimentación.	ITC-BT-15: art. 3	1,5%.
Instalaciones interiores o receptoras de alumbrado cuando se dispone de transformador propio.	ITC-BT-19: art. 2.2.2	4,5%
Instalaciones interiores o receptoras de fuerza cuando se dispone de transformador propio.	ITC-BT-19: art. 2.2.2	6,5%

Máquinas de elevación y transporte durante el arranque del motor.	ITC-BT-32: art. 2	5%.
Generadores asíncronos.	ITC-BT-40: art. 4.3.2.1	3%
Generadores	ITC-BT-40: art. 5	1,5%

El dimensionamiento de cables se realizará según los siguientes criterios:

- Por intensidad máxima admisible en régimen permanente: se considerará la intensidad de la carga en régimen permanente con un factor de sobredimensionamiento del 10 % como mínimo, teniéndose en cuenta los factores de corrección que dependan de las condiciones de montaje del cable según las normas

- Por caída de tensión: los cables se dimensionarán de forma que la caída de tensión en los mismos, con carga nominal, no exceda de los siguientes valores:

    - La nueva instalación proyectada se conecta en la instalación eléctrica existente en la planta. Se parte de que hasta el punto de conexión en la instalación existente se consume un 0,50 % de caída de tensión. Por lo anterior se calcula la instalación eléctrica nueva contemplando unas caídas de tensión del 4,0 % para alumbrado, y un 6,0 % para fuerza.
    - La máxima caída de tensión en el arranque de los motores será inferior al 20 %.

Las caídas de tensión en cada uno de los circuitos pueden consultarse en las tablas de cálculo.

Las fórmulas a emplear para determinar la sección de los conductores e intensidad de corriente por los mismos serán las siguientes:

Líneas monofásicas

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{y \cdot e \cdot V}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Líneas trifásicas

$$S = \frac{P \cdot L}{y \cdot e \cdot V}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

Siendo:

S = sección en mm2.

P = potencia en W.

y = conductibilidad del cobre (44 a 90 ºC).

e = caída de tensión en el tramo en voltios.

V = tensión nominal de suministro en voltios.

I = intensidad en amperios.

$\cos\varphi$ = factor de potencia de la carga.

L =Longitud de la línea en m.

Los valores de sección de los cables obtenidos a través de estas fórmulas son aproximados (la fórmula aproximada, desprecia el valor de “X” de los cables), pero se toman como punto de partida para la selección de la sección, una vez teniendo esta sección escogida se verifica la caída de tensión a través de la siguiente fórmula:

Líneas monofásicas

$$\Delta V(\%) = \frac{2xIxLx(Rx\cos\theta + Xxsen\theta)}{V} x100$$

Líneas trifásicas

$$\Delta V(\%) = \frac{\sqrt{3}xIxLx(Rx\cos\theta + Xxsen\theta)}{V} x100$$

Donde:

I = intensidad en amperios.

V: tensión de alimentación en voltios.

cosφ: factor de potencia de la carga.

L: Longitud de la línea en m.

R: resistencia del conductor.

X: resistencia inductiva del conductor.

En caso de que los valores de cálculo sobrepasen el máximo permitido se pasa a una sección de cable mayor y se recalcula el porcentaje de caída de tensión a fin de que la misma este dentro de los valores máximos permitidos.

Los resultados obtenidos se muestran en el apartado correspondiente.

Los conductores de aislamiento 0,6/1 kV discurrirán ya sea por bandeja o tubo de PVC, las cajas de derivación serán también de PVC estancas, con racores y prensaestopas que mantengan el grado de protección necesario siguiendo las prescripciones de modos de instalación para locales mojados, tanto en las instalaciones en el interior de los locales que requieran este modelo, como en las instalaciones en intemperie.

Las canalizaciones empleadas serán en bandeja estanca de PVC para el interior de los locales húmedos o mojados, la conexión a receptores se ejecutará con tubo de PVC con uniones roscadas.

Así mismo se emplearán canalizaciones subterráneas para baja tensión, desde arquetas de dimensiones adecuadas a pie del edificio de transformación. Las canalizaciones empleadas estarán dimensionadas según el Reglamento de Baja Tensión.

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

Los conductores a emplear serán en toda la planta manguera flexible o conductores unipolares de Cu, con aislamiento de XLPE y armados tipo **RZ1MZ1-K (AS), 0,6/1 kV**, con baja emisión de humos, y gases corrosivos y con protección anti roedores.

4.2. CUADROS ELÉCTRICOS EDAR

Los cuadros CCM (Centro de control de motores) son específicos para los equipos instalados para el funcionamiento de la EDAR, complementándose con un cuadro de control así como un cuadro independiente dónde se ubicarán los variadores de frecuencia (cuadro VF). Por otra parte, se encuentran los cuadros secundarios auxiliares como serían el de alumbrado exterior, y los de los edificios.

Todos estos cuadros, contendrán interruptores de corte omnipolar de cabecera. Todos los circuitos estarán protegidos contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos mediante protecciones magnetotérmicas y diferenciales individuales de sensibilidad regulable o selectiva para cada equipo en el caso de los CCMs, y agrupando circuitos en un diferencial en el caso de los Cuadros Generales de Alumbrado y Fuerza, según se puede apreciar en el esquema unifilar.

La protección de los circuitos contra sobreintensidades se realizará de acuerdo a la Instrucción MI-BT-22, con un criterio de selectividad, diseñando las protecciones de forma escalonada. Para que la protección sea eficaz se ha tenido en cuenta que la capacidad de corte de dichos elementos esté de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Excepto los equipos que se instalen con variador de frecuencia según se requiera en el proceso, como se recoge en los esquemas unifilares, el arranque de motores de potencia menor de 7,5 KW se realizará con contactor guardamotor según esquema, utilizándose arrancadores electrónicos/variadores de frecuencia para motores de más de 7,5 kW.

Los cuadros eléctricos CCMs, estarán situado en salas independientes del resto del edificio.

Las envolventes de los armarios serán del tipo indicados en las especificaciones técnicas.

En los cuadros siempre quedará un mínimo del 25% de reserva de potencia y de espacio disponible para futuras ampliaciones.

La tipología de cuadros a instalar será de tipo OKKEN indicados para instalaciones de tratamiento de agua.

La instalación de las botoneras de campo está prevista para la operación de pulsador de parada de emergencia, tipo seta.

Todas las botoneras de campo se instalan en cajas estancas de PVC.

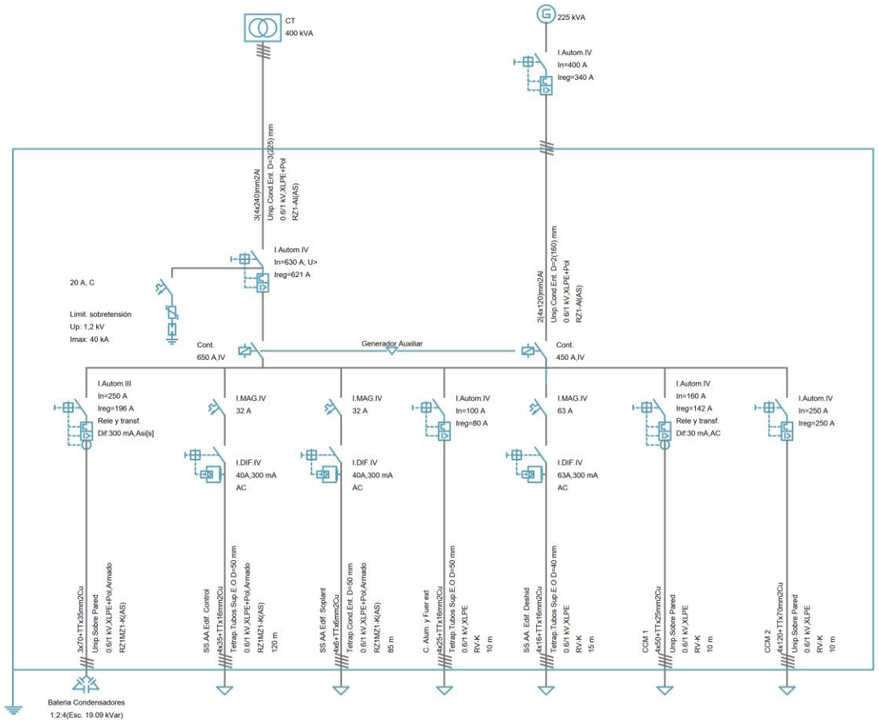
Los cuadros de los CCMs se dejarán previstos con pasillo trasero de anchura mínima 0,85 metros.

4.2.1 Cuadro General de Distribución

Del cuadro general de distribución parten las acometidas a todos los cuadros secundarios de la planta, en particular:

- Cuadro CCM1
- Cuadro CCM2
- Cuadro Edificio Control.
- Cuadro Edificio de Deshidratación.
- Cuadro Edificio de Soplantes.
- Cuadros de Control (CC1 y CC2).
- Cuadro Alumbrado Exterior.
- Cuadros Tomas Fuerza Urbanización.
- Batería de Condensadores.
- Cuadros de V.F.

Estará equipado con analizadores de redes (tensión de red y de grupo), luces indicativas de tensión, protector de sobretensiones permanentes y transitorias, conmutación grupo-red, etc.



4.2.2 Cuadro de Control de Motores

En estos cuadros se encuentran ubicada toda la aparamenta necesaria para el correcto funcionamiento de todos los equipos de la planta.

Se encuentra situado en el cuarto de control del edificio de deshidratación. El cuadro cuenta con una acometida eléctrica desde el CGBT o CGD.

Las salidas del cuadro están protegidas con interruptores provistos de relés térmicos y magnéticos regulables, guardamotores, arrancadores suaves, variadores de frecuencia, interruptores diferenciales e interruptores de caja moldeada según se especifica en diagrama unifilar adjunto.

El cuadro estará equipado con descargador de tensión para atenuar y derivar a tierra las sobretensiones transmitidas por las líneas eléctricas, acometida general y acometidas secundarias.

El CCM estará sujeto a cumplir las siguientes características técnicas (OKKEN):

- La construcción del cuadro será metálica
- Los mecanismos de funcionamiento y protección estarán alojados en el interior del cuadro, unidos lateralmente por tornillos de rosca métrica con baño de cadmio o zinc y montantes sobre una carcasa metálica.
- Las conexiones entre los diferentes aparatos serán realizados exclusivamente con cable flexible.
- Todas las conexiones estarán marcadas en ambos extremos con señalizadores extensibles UNEX o equivalentes, así como en la borna de la regleta
- En su recorrido entre los diferentes puntos del cuadro, las conexiones estarán colocadas libremente en el interior de los canales ranurados de plástico
- En las mangueras que pueden formarse para las salidas entre canales, pulsadores, lámparas piloto y conmutadores, etc. se utilizarán espirales de nylon de UNEX.
- Todos los aparatos serán señalizados con letreros fijados a la placa de montaje en la proximidad de cada uno, a fin de permitir la sustitución sin sacar la indicación que le corresponde.
- En el caso de tener embarrados, se usarán fundas termoadaptables, con colores normalizados y podrán montarse las pletinas sobre aislantes con portalámparas adecuadas
- Para el embornado de cables se usarán exclusivamente terminales tubulares, con cerramiento de mordazas de presión
- Todas las conexiones exteriores de los cuadros irán debidamente conectadas mediante bornas de regleta de medida apropiada y normalizadas DIN o UNE al circuito interior
- El número de filas que hace conexión en una misma borna de regleta se limitará a dos por cada lado.
- Será un armario metálico combinable, con placas de montaje y con puertas plenas. Estará dotado de ventilación forzada, regulada mediante termostatos y con extractores en el techo. Dispondrá de rejillas situadas en la puerta frontal o en los paneles laterales del mismo, atendiendo a su montaje.
- Dispondrá de iluminación interior, que se accionará al abrir cualquier puerta. Los teclados, displays, paneles de control, de los variadores de frecuencia o de los arrancadores estáticos, se dispondrán para que puedan manejarse, sin necesidad de abrir las puertas del armario, de forma que se facilite su manejo y visualización

Características cuadros OKKEN:

- **Protección y seguridad**

• Conformidad con las normas IEC 61439-1 &-2, sometido a pruebas en laboratorios externos y acreditados

• Protección activa y pasiva contra defectos por arco interno, según IEC TR 61641

• Máxima protección del personal gracias al aislamiento de partes bajo tensión (hasta IPxxD) y a los indicadores frontales de posición de carro

• Compartimentación hasta 4b

- **Continuidad de suministro**

• Selectividad y coordinación de tipo 2

• Protección frente a funcionamiento con carga y cajones fácilmente extraíbles

• Solución de acometidas y salidas fijas o desconectables en tensión hasta 6.300A

• DOL, SoftStarters & Speed Drives hasta 400kW

• Supervisión térmica (Exotherm)

• Restauración rápida y tolerancia cero a periodos de inactividad

- **Fiabilidad y disponibilidad**

• 100% diseñado por Schneider Electric

• Arquitectura modular, estandarizada y compatible

• Coherencia entre el sistema y la aparamenta de BT

- **Huella optimizada**

• Más prestaciones en menos volumen y peso

• Cajones de anchura completa y media anchura para ahorrar espacio, conectados directamente al embarrado vertical

• Configuración dorso con dorso para doble acceso frontal

- **Fiabilidad en entornos exigentes**

• Tratamientos de superficie anticorrosivos específicos

• Diferentes grados de protección (hasta IP 54)

- **Paneles con inteligencia integrada**

• iPMCC de Okken: una solución avanzada e inteligente que aúna protección, prevención de fallos, rearme automático y mejora de la productividad

• Distribución eléctrica, control de motores y corrección del factor de potencia de máxima calidad, unidos a una tecnología preparada para la red inteligente

- **Protección frente a arcos internos**

• Resistencia a arcos internos hasta 100 kA/0,5 s y detección de arco interno gracias al sistema VAMP

• Sistema de división de terminales Polyfast™ desconectable y extraíble

• Resistencia superior en las tres posiciones de los cajones extraíbles

• Protección frente a intensidad de cortocircuito hasta 150 kA

- **Compatibilidad con el sistema Canalis**

• Compatible con el sistema de canalizaciones eléctricas prefabricadas Canalis para incrementar la facilidad de instalación, la seguridad y el rendimiento

- **Responsabilidad ambiental**

• Producto Green Premium™: no contiene materiales peligrosos, huella de carbono y consumo de energía reducidos y reciclaje optimizado

• Directiva RoHS, declaración REACH, perfil ambiental del producto (PEP) e instrucciones de fin de la vida útil (EoLI)

A continuación, se incluye el listado de consumos de los equipos, considerando las potencias instaladas del equipamiento al que dará suministro a cada CCM:

CCM1:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado		Funcionamiento		Simultanea	
				Funcionamiento	Reserva	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)	Coef. Simultaneidad	Pot. Abs (kW)	Potencia (kVA)
ARQUETA DE LLEGADA	TA	01TA-01	Tamiz aliviadero autolimpiante	1	0	2	2	2	0,2	0,4	0,5
CANALES DE TAMIZADO	RF	01RF-01/02	Reja automática de finos	1	1	0,6	1,2	0,6	1	0,6	0,75
	TTC	01TTC-01	Tornillo transportador-compactador	1	0	0,6	0,6	0,6	1	0,6	0,75
	TLA	01TLA-01	Tornillo lavador de arenas	1	0	0,4	0,4	0,4	1	0,4	0,5
	CG	01CG-01	Concentrador de grasas	1	0	0,2	0,2	0,2	1	0,2	0,25
DEPÓSITO DE RETENCIÓN	AEV	02AEV-01	Agitador efecto venturi	1	0	3,4	3,4	3,4	1	3,4	4,25
CANAL DESARENADO-DESENGRASADO	PDD	02PDD-01/02	Puente canal desarenado y desengrasado	2	0	0,2	0,4	0,4	1	0,4	0,5
	BV	02BV-01/02	Bomba vertical arenas	2	0	0,4	0,8	0,8	1	0,8	1
	AI	02AI-01/02/03/04	Aireador	4	0	1	4	4	1	4	5
ARQUETA MEDIDA CAUDAL PRETRATADO	VCM	03VCM-01	Valvula de compuerta motorizada Ø315	1	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,02	0,025
ESPESADOR	ESP	14ESP-01	Espesador	1	0	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,125
EDIFICIO INSTALACIONES: SALA DESHIDRATACIÓN	CEN	15CEN-01/02	Centrífuga	1	1	22	44	22	0,5	11	13,75
	BT	15BT-01/02	Bomba de tornillo para fangos espesados	1	1	1,3	2,6	1,3	0,5	0,65	0,8125
	BT	15BT-01/02	Bomba de tornillo para fangos deshidratados	1	1	4	8	4	0,5	2	2,5
	TT	11TT-01	Tornillo transportador fangos deshidratados	1	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3	0,375
	BD	15BD-01/02	Bomba dosificadora de polielectrolito	1	1	0,4	0,8	0,4	0,5	0,2	0,25
	PP	15PP-01/02	Preparador polielectrolito	1	1	0,2	0,4	0,2	0,5	0,1	0,125
	POE	15POE-01	Polipasto eléctrico centrífuga	1	0	0,8	0,8	0,8	0,2	0,16	0,20
ALMACENAMIENTO FANGOS	TF	16TF-01	Tolva de fangos	1	0	1,2	1,2	1,2	0,2	0,24	0,3
DESODORIZACIÓN	DES	17DES-01	Desodorización	1	0	4	4	4	1	4	5

CCM2:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado		Funcionamiento	Simultanea		
				Funcionamiento	Reserva	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)	Coef. Simultaneidad	Pot. Abs (kW)	Potencia (kVA)
REACTOR BIOLÓGICO	AC	08AC-01/02	Acelerador de corriente	2	0	3,7	7,4	7,4	1	7,4	9,25
DECANTADOR SECUNDARIO	DS	09DS-01/02	Decantador secundario	2	0	0,2	0,4	0,4	1	0,4	0,5
CASETA GRUPO DE PRESIÓN	BD	11BD-01/02	Bomba dosificadora de hipoclorito	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,25	0,3125
	GP	11GP-01/02	Grupo de presión aguas de servicio	1	1	2,2	4,4	2,2	0,5	1,1	1,375
DOSIFICACIÓN REACTIVOS	BD	08BD-01/02	Bomba dosificación cloruro férrico	1	1	1	2	1	0,5	0,5	0,625
	BH	08BH-01	Bomba horizontal de carga	1	0	0,2	0,2	0,2	0,5	0,1	0,125
ARQUETA BOMBEO FANGOS Y VACIADOS	BS	13BS-01/02	Bombas de purga	1	1	3	6	3	1	3	3,75
	BS	13BS-03/04/05/06	Bombas de recirculación	2	2	2,5	10	5	1	5	6,25
	BS	13BS-07/08	Bombas de vaciados	1	1	4	8	4	0,2	0,8	1
EDIFICIO SOPLANTES Y GRUPO ELECTRÓGENO	POE	14POE-01	Polipasto eléctrico 1250 kg	1	0	0,8	0,8	0,8	1	0,8	1
	SO	18SO-01/02/03	Soplante reactor biológico	2	1	45	135	90	1	90	112,5

4.2.2.1 Variadores de frecuencia

Los Variadores de frecuencia se instalarán en armario auxiliar dependiente del Centro de Control de Motores y estará destinado a albergar los accionamientos electrónicos para motores, variadores de frecuencia, arrancadores estáticos, así como sus correspondientes filtros antiarmónicos (filtros dV/dt, etc.), que tuvieran llevar asociados.

Será un armario metálico combinable, con placas de montaje y con puertas plenas. Estará dotado de ventilación forzada, regulada mediante termostatos y con extractores en el techo. Dispondrá de rejillas situadas en la puerta frontal o en los paneles laterales del mismo, atendiendo a su montaje.

Dispondrá de iluminación interior, que se accionará al abrir cualquier puerta. Los teclados, displays, paneles de control, de los variadores de frecuencia o de los arrancadores estáticos, se dispondrán para que puedan manejarse, sin necesidad de abrir las puertas del armario, de forma que se facilite su manejo y visualización.

4.2.2.2 Arrancadores electrónicos

Se indica a continuación las características principales de los arrancadores electrónicos necesarios:

- Tensión de alimentación: 230 – 690 V (3 fases) -20 % + 10 %
- Frecuencia de entrada: 47 a 62 Hz.
- Tensión de control: 24 - 230 V – 440 V.
- Tensión de salida del motor: 0 :100 % tensión de alimentación.
- Tensión controlada en fase.
- Con contactos de by-pass
- Frecuencia de salida: 47 a 62 Hz.
- Eficiencia a plena carga: > 99 %
- Grado de protección: IP-20
- Condiciones ambientales:
  - Temperatura mínima (menor o igual a 0 ºC):
  - Temperatura máxima (mayor o igual a 45 ºC):
- Protecciones motor:
  - Ausencia de fases a la entrada.
  - Límite de corriente en el arranque.

  Sobrecarga motor (modelo térmico).

  Tiempo máximo de arranque
- Protecciones del equipo:
  - Temperatura del equipo.
  - Sobrecarga en el equipo.
- Ventilación: Forzada
- Ajustes:
  - Refuerzo de par.
  - Tiempo de aceleración.
  - Límite de corriente: 1 a 5 In.
  - Sobrecarga: 0,8 a 1,2 In.
  - Tiempo de deceleración / Paro por inercia.
  - 2 relés conmutados
- Señales de operación y control:
  - Nº Entradas Digitales (3 mínimo):
  - Nº Salidas Digitales tipo relé conmutado (2 mínimo):
- Fuentes de control: Remoto por entradas de control
- Accesorios:
  - Reset mecánico
  - Ventilador
- Compatibilidad Electromagnética: UNE EN 50082-1; UNE EN 50081-2; UNE EN 50082-2.
- Seguridad eléctrica: UNE EN 60947-4-2; UNE EN 50178; UNE EN 60204-1

4.2.3 Cuadros para PLC

CARACTERÍSTICAS

Armario para alojamiento de PLC formado por 1 módulo de 800 mm. de ancho, 2.000 m. de alto y 500 mm. de fondo, incluidos todos los elementos especificados.

EQUIPOS Y ELEMENTOS

A continuación, se relacionan las partes que constituirán el armario PLC y que serán desarrolladas posteriormente:

- Armario de PLC.
- Autómata programable y módulos auxiliares.
- Sistema precableado y/o separadores entradas/salidas.
- Panel de operador en puerta de armario.
- Otros elementos.

Normas de aplicación

- Conforme a la Norma IEC 439-1EN 60439-1
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Marcado “CE”.

Se incluirá todos los elementos descritos en el anejo de instrumentación y control.

4.2.4 Cuadros de alumbrado y tomas de corriente

Las características generales de estos cuadros son similares: envolvente superficial con puerta con cerradura y aparamenta carril para todos los circuitos. Los circuitos estarán debidamente señalizados y se indicará claramente a que zona pertenecen.

Las conexiones de los diferentes elementos se realizarán de acuerdo con las condiciones expuestas por el CCM.

Los elementos de protección atienden las siguientes necesidades:

- Alumbrado: Protegidos con automáticos con curva característica tipo C de dos o cuatro polos
- Fuerza: Protegidos con automáticos con curva característica tipo C de dos y cuatro polos

Tomas de Corriente:

El sistema de tomas de corriente incluirá las tomas de corriente para herramientas portátiles, tomas de corriente industriales, equipos portátiles, ordenadores, equipos de oficina y equipos de servicio para office (neveras, cafeteras, microondas, …). La alimentación a esta red de tomas de corriente se realizará desde el cuadro de servicios generales (CPSG-01) a 400/230 V.

Las tomas de corriente empleadas son:

- Tomas de uso general: base de enchufe de corriente bipolar tipo Schuko (C2a), para instalación empotrada, de 16 A, 230 V conexión a tierra lateral (F+N+T lateral)
- Tomas ubicadas en locales húmedos y zonas de planta: base de enchufe de corriente bipolar tipo Schuko (C2a) estanco, para instalación superficial, de 16 A, 230 V con conexión a tierra (F+N+T lateral)
- Las tomas de corriente para instalaciones industriales de baja tensión tipo CETACT, diseñadas según norma UNE EN60309-1 y UNE EN60309-2. De 3P+N+T, de 32 A, 400 V, en versiones de superficie (base mural).

La instalación de la toma de corriente de uso general debe encontrarse a una altura del suelo de 30 cm como mínimo, las utilizadas en el laboratorio y zonas de planta deben estar a 120 cm del suelo.

4.2.5 Cálculo del sistema de compensación de reactiva

A continuación, se justifica y calcula la batería de condensadores regulable para compensar el factor de potencia de la instalación. Para el dimensionamiento de dicha batería se considera factor de potencia final de 0.99:

La secuencia que debe realizar el regulador de reactiva para dar señal a las diferentes salidas es:

Gama de regulación; 1:2:4 (tres salidas):

- Primera salida.
- Segunda salida.
- Primera y segunda salida.
- Tercera salida.
- Tercera y primera salida.
- Tercera y segunda salida.
- Tercera, primera y segunda salida.

Obteniéndose así los siete escalones de igual potencia

CALCULO DE BATERIAS DE CONDENSADORES EDAR		
Potencia instalada:	343,80	kW
Potencia estimada máxima de consumo (*):	213,80	kW
Factor de potencia de la instalación:	0,8	
Factor de potencia objetivo:	0,99	
Potencia reactiva de la instalación:	160,35	kVAr
Potencia reactiva objetivo:	30,46	kVAr
Potencia necesaria para compensar:	129,89	kVAr
20% Adicional Reserva	155,86	
Potencia de la batería de condensadores:	**160,00**	kVAr

Considerando un 20% adicional de reserva, obtenemos un resultado mínimo de 155,9 KVAr. De esta forma, se selecciona finalmente una batería de condensadores de 160 KVAr.

4.3. CUADROS ELÉCTRICOS EBAR

Los cuadros CCM (Centro de control de motores) son específicos para los equipos instalados para el funcionamiento de la EBAR, complementándose con un cuadro de control independiente. Por otra parte, se encuentra un cuadro de servicios auxiliares para el alumbrado exterior y del edificio, y los elementos de fuerza necesarios. Excepto para la EBAR de Montenegral Alto donde el mismo CCM albergará las tomas de corriente y alumbrado

Todos estos cuadros, contendrá interruptor de corte omnipolar de cabecera. Todos los circuitos estarán protegidos contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos mediante protecciones magnetotérmicas y diferenciales individuales de sensibilidad regulable o selectiva para cada equipo en el caso del CCM, y agrupando circuitos en un diferencial en el caso de los Cuadros Generales de Alumbrado y Fuerza, según se puede apreciar en los respectivos esquemas unifilares.

La protección de los circuitos contra sobreintensidades se realizará de acuerdo a la Instrucción MI-BT-22, con un criterio de selectividad, diseñando las protecciones de forma escalonada. Para que la protección sea eficaz se ha tenido en cuenta que la capacidad de corte de dichos elementos esté de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Excepto los equipos que se instalen con variador de frecuencia según se requiera en el proceso, como se recoge en los esquemas unifilares, el arranque de motores de potencia menor de 7,5 KW se realizará con contactor guardamotor según esquema, utilizándose arrancadores electrónicos/variadores de frecuencia para motores de más de 7,5 kW.

El cuadro eléctrico CCM y el CC, estarán situado en salas independientes del resto del edificio.

Las envolventes de los armarios serán del tipo indicados en las especificaciones técnicas.

En los cuadros siempre quedará un mínimo del 25% de reserva de potencia y de espacio disponible para futuras ampliaciones.

La tipología de cuadros a instalar será de tipo OKKEN indicados para instalaciones de bombeo de agua residual.

La instalación de las botoneras de campo está prevista para la operación de pulsador de parada de emergencia, tipo seta.

Todas las botoneras de campo se instalan en cajas estancas de PVC.

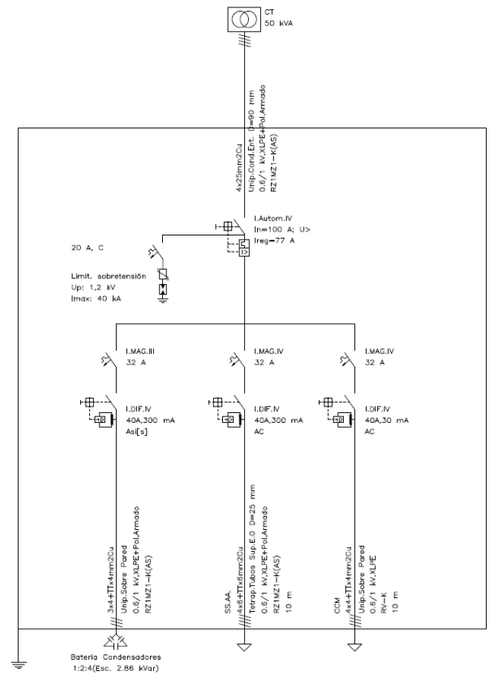
Los cuadros de los CCMs se dejarán previstos con pasillo trasero de anchura mínima 0,85 metros.

4.3.1 Cuadro General de Distribución

Del cuadro general de distribución parten las acometidas a todos los cuadros secundarios, en particular:

- Cuadro CCM.
- Cuadro de Servicio auxiliares (Alumbrado y fuerza)
- Cuadro de Control CC

Estará equipado con analizadores de redes (tensión de red y de grupo), luces indicativas de tensión, protector de sobretensiones permanentes y transitorias, etc.



4.3.2 Cuadro de Control de Motores

En este cuadro se encuentran ubicados toda la aparamenta necesaria para el correcto funcionamiento de todos los equipos de la estación de bombeo.

Se encuentra situado en la sala de cuadros destinada a tal uso. El cuadro cuenta con una acometida eléctrica desde el CGBT o CGD.

Las salidas del cuadro están protegidas con interruptores provistos de relés térmicos y magnéticos regulables, guardamotores, arrancadores suaves, variadores de frecuencia, interruptores diferenciales e interruptores de caja moldeada según se especifica en diagrama unifilar adjunto.

El cuadro estará equipado con descargador de tensión para atenuar y derivar a tierra las sobretensiones transmitidas por las líneas eléctricas, acometida general y acometidas secundarias.

El CCM estará sujeto a cumplir las siguientes características técnicas (OKKEN):

- La construcción del cuadro será metálica
- Los mecanismos de funcionamiento y protección estarán alojados en el interior del cuadro, unidos lateralmente por tornillos de rosca métrica con baño de cadmio o zinc y montantes sobre una carcasa metálica.
- Las conexiones entre los diferentes aparatos serán realizados exclusivamente con cable flexible.
- Todas las conexiones estarán marcadas en ambos extremos con señalizadores extensibles UNEX o equivalentes, así como en la borna de la regleta
- En su recorrido entre los diferentes puntos del cuadro, las conexiones estarán colocadas libremente en el interior de los canales ranurados de plástico
- En las mangueras que pueden formarse para las salidas entre canales, pulsadores, lámparas piloto y conmutadores, etc. se utilizarán espirales de nylon de UNEX.
- Todos los aparatos serán señalizados con letreros fijados a la placa de montaje en la proximidad de cada uno, a fin de permitir la sustitución sin sacar la indicación que le corresponde.
- En el caso de tener embarrados, se usarán fundas termoadaptables, con colores normalizados y podrán montarse las pletinas sobre aislantes con portalámparas adecuadas
- Para el embornado de cables se usarán exclusivamente terminales tubulares, con cerramiento de mordazas de presión
- Todas las conexiones exteriores de los cuadros irán debidamente conectadas mediante bornas de regleta de medida apropiada y normalizadas DIN o UNE al circuito interior
- El número de filas que hace conexión en una misma borna de regleta se limitará a dos por cada lado.
- Será un armario metálico combinable, con placas de montaje y con puertas plenas. Estará dotado de ventilación forzada, regulada mediante termostatos y con extractores en el techo. Dispondrá de rejillas situadas en la puerta frontal o en los paneles laterales del mismo, atendiendo a su montaje.
- Dispondrá de iluminación interior, que se accionará al abrir cualquier puerta. Los teclados, displays, paneles de control, de los variadores de frecuencia o de los arrancadores estáticos, se dispondrán para que puedan manejarse, sin necesidad de abrir las puertas del armario, de forma que se facilite su manejo y visualización

Características cuadros OKKEN:

- **Protección y seguridad**

• Conformidad con las normas IEC 61439-1 &-2, sometido a pruebas en laboratorios externos y acreditados

• Protección activa y pasiva contra defectos por arco interno, según IEC TR 61641

• Máxima protección del personal gracias al aislamiento de partes bajo tensión (hasta IPxxD) y a los indicadores frontales de posición de carro

• Compartimentación hasta 4b

- **Continuidad de suministro**

• Selectividad y coordinación de tipo 2

• Protección frente a funcionamiento con carga y cajones fácilmente extraíbles

• Solución de acometidas y salidas fijas o desconectables en tensión hasta 6.300A

• DOL, SoftStarters & Speed Drives hasta 400kW

• Supervisión térmica (Exotherm)

• Restauración rápida y tolerancia cero a periodos de inactividad

- **Fiabilidad y disponibilidad**

• 100% diseñado por Schneider Electric

• Arquitectura modular, estandarizada y compatible

• Coherencia entre el sistema y la aparamenta de BT

- **Huella optimizada**

• Más prestaciones en menos volumen y peso

• Cajones de anchura completa y media anchura para ahorrar espacio, conectados directamente al embarrado vertical

• Configuración dorso con dorso para doble acceso frontal

- **Fiabilidad en entornos exigentes**

• Tratamientos de superficie anticorrosivos específicos

• Diferentes grados de protección (hasta IP 54)

- **Paneles con inteligencia integrada**

• iPMCC de Okken: una solución avanzada e inteligente que aúna protección, prevención de fallos, rearme automático y mejora de la productividad

• Distribución eléctrica, control de motores y corrección del factor de potencia de máxima calidad, unidos a una tecnología preparada para la red inteligente

- **Protección frente a arcos internos**

• Resistencia a arcos internos hasta 100 kA/0,5 s y detección de arco interno gracias al sistema VAMP

• Sistema de división de terminales Polyfast™ desconectable y extraíble

• Resistencia superior en las tres posiciones de los cajones extraíbles

• Protección frente a intensidad de cortocircuito hasta 150 kA

- **Compatibilidad con el sistema Canalis**

• Compatible con el sistema de canalizaciones eléctricas prefabricadas Canalis para incrementar la facilidad de instalación, la seguridad y el rendimiento

- **Responsabilidad ambiental**

• Producto Green Premium™: no contiene materiales peligrosos, huella de carbono y consumo de energía reducidos y reciclaje optimizado

• Directiva RoHS, declaración REACH, perfil ambiental del producto (PEP) e instrucciones de fin de la vida útil (EoLI)

A continuación, se incluye el listado de consumos de los equipos, considerando las potencias instaladas del equipamiento al que dará suministro cada CCM de cada estación de bombeo:

CCM EBAR Montenegral Alto:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado			Funcionamiento		
				Funcionamiento	Reserva	Tensión (V)	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)	Factor de potencia	Potencia (kVA)
	BS	01BS-01/02	Bombeo de agua bruta	1	1	400	3,4	6,8	3,4	0,81	4,2
PLC	INST	03INST-01	Instrumentación	1	0	230	0,2	0,2	0,2	0,8	0,25
	CIR230	03CIR230-01	Circ. Mando 230V	1	0	400	0,5	0,5	0,5	1	0,5
	CIR24	03CIR24-01	Circ. Mando 24V	1	0	230	0,5	0,5	0,5	1	0,5

CCM EBAR San Martín:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado			Funcionamiento		
				Funcionamiento	Reserva	Tensión (V)	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)	Factor de potencia	Potencia (kVA)
EDIFICIO	POE	01POE-01	Polipasto eléctrico cuchara bivalva	1	0	400	0,75	0,75	0,75	0,8	0,9
	CB	01CB-01	Cuchara bivalva	1	0	400	1,5	1,5	1,5	0,8	1,9
	TT	01TT-01/02	Tornillo transportador	1	0	400	1	1	1	0,8	1,25
	BS	01BS-01/02/03/04	Bombeo de agua bruta	3	1	400	18,5	74	55,5	0,83	66,9
	RG	01RG-01	Reja automática de gruesos	1	0	400	1,5	1,5	1,5	0,8	1,9
DESODORIZACIÓN	DES	02DES-01	Desodorización	1	0	400	3	3	3	0,8	3,75
PLC	INST	03INST-01	Instrumentación	1	0	230	0,2	0,2	0,2	0,8	0,25
	CIR230	03CIR230-01	Circ. Mando 230V	1	0	400	0,5	0,5	0,5	1	0,5
	CIR24	03CIR24-01	Circ. Mando 24V	1	0	230	0,5	0,5	0,5	1	0,5

CCM EBAR El Secadero:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado			Funcionamiento		
				Funcionamiento	Reserva	Tensión (V)	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)	Factor de potencia	Potencia (kVA)
EDIFICIO	POE	01POE-01	Polipasto eléctrico cuchara bivalva	1	0	400	1,5	1,5	1,5	0,8	1,9
	CB	01CB-01	Cuchara bivalva	1	0	400	1,5	1,5	1,5	0,8	1,9
	BS	01BS-01/02/03/04	Bombeo de agua bruta	3	1	400	3,1	12,4	9,3	0,76	12,25
DESODORIZACIÓN	DES	02DES-01	Desodorización	1	0	400	3	3	3	0,8	3,75
PLC	INST	03INST-01	Instrumentación	1	0	230	0,2	0,2	0,2	0,8	0,25
	CIR230	03CIR230-01	Circ. Mando 230V	1	0	400	0,5	0,5	0,5	1	0,5
	CIR24	03CIR24-01	Circ. Mando 24V	1	0	230	0,5	0,5	0,5	1	0,5

4.3.2.1 Arrancadores electrónicos

Se indica a continuación las características principales de los arrancadores electrónicos necesarios:

- Tensión de alimentación: 230 – 690 V (3 fases) -20 % + 10 %
- Frecuencia de entrada: 47 a 62 Hz.
- Tensión de control: 24 - 230 V – 440 V.
- Tensión de salida del motor: 0 :100 % tensión de alimentación.
- Tensión controlada en fase.
- Con contactos de by-pass
- Frecuencia de salida: 47 a 62 Hz.
- Eficiencia a plena carga: > 99 %
- Grado de protección: IP-20
- Condiciones ambientales:
  - Temperatura mínima (menor o igual a 0 ºC):
  - Temperatura máxima (mayor o igual a 45 ºC):
- Protecciones motor:
  - Ausencia de fases a la entrada.
  - Límite de corriente en el arranque.

  Sobrecarga motor (modelo térmico).

  Tiempo máximo de arranque
- Protecciones del equipo:
  - Temperatura del equipo.
  - Sobrecarga en el equipo.
- Ventilación: Forzada
- Ajustes:
  - Refuerzo de par.
  - Tiempo de aceleración.
  - Límite de corriente: 1 a 5 In.
  - Sobrecarga: 0,8 a 1,2 In.
  - Tiempo de deceleración / Paro por inercia.
  - 2 relés conmutados
- Señales de operación y control:
  - Nº Entradas Digitales (3 mínimo):
  - Nº Salidas Digitales tipo relé conmutado (2 mínimo):
- Fuentes de control: Remoto por entradas de control
- Accesorios:
  - Reset mecánico
  - Ventilador
- Compatibilidad Electromagnética: UNE EN 50082-1; UNE EN 50081-2; UNE EN 50082-2.
- Seguridad eléctrica: UNE EN 60947-4-2; UNE EN 50178; UNE EN 60204-1

4.3.3 Cuadros para PLC

CARACTERÍSTICAS

Armario para alojamiento de PLC formado por 1 módulo de 800 mm. de ancho, 2.000 m. de alto y 500 mm. de fondo, incluidos todos los elementos especificados.

EQUIPOS Y ELEMENTOS

A continuación, se relacionan las partes que constituirán el armario PLC y que serán desarrolladas posteriormente:

- Armario de PLC.
- Autómata programable y módulos auxiliares.
- Sistema precableado y/o separadores entradas/salidas.
- Panel de operador en puerta de armario.
- Otros elementos.

Normas de aplicación

- Conforme a la Norma IEC 439-1EN 60439-1
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Marcado “CE”.

Se incluirá todos los elementos descritos en el anejo de instrumentación y control.

4.3.4 Cuadros de alumbrado y tomas de corriente

Las características generales de estos cuadros son similares: envolvente superficial con puerta con cerradura y aparamenta carril para todos los circuitos. Los circuitos estarán debidamente señalizados y se indicará claramente a que zona pertenecen.

Las conexiones de los diferentes elementos se realizarán de acuerdo con las condiciones expuestas por el CCM.

Los elementos de protección atienden las siguientes necesidades:

- Alumbrado: Protegidos con automáticos con curva característica tipo C de dos o cuatro polos
- Fuerza: Protegidos con automáticos con curva característica tipo C de dos y cuatro polos

Tomas de Corriente:

El sistema de tomas de corriente incluirá las tomas de corriente para herramientas portátiles, tomas de corriente industriales, equipos portátiles, ordenadores, equipos de oficina y equipos de servicio para office (neveras, cafeteras, microondas, …). La alimentación a esta red de tomas de corriente se realizará desde el cuadro de servicios generales (CPSG-01) a 400/230 V.

Las tomas de corriente empleadas son:

- Tomas de uso general: base de enchufe de corriente bipolar tipo Schuko (C2a), para instalación empotrada, de 16 A, 230 V conexión a tierra lateral (F+N+T lateral)
- Tomas ubicadas en locales húmedos y zonas de planta: base de enchufe de corriente bipolar tipo Schuko (C2a) estanco, para instalación superficial, de 16 A, 230 V con conexión a tierra (F+N+T lateral)
- Las tomas de corriente para instalaciones industriales de baja tensión tipo CETACT, diseñadas según norma UNE EN60309-1 y UNE EN60309-2. De 3P+N+T, de 32 A, 400 V, en versiones de superficie (base mural).

La instalación de la toma de corriente de uso general se debe encontrarse a una altura del suelo de 30 cm, las utilizadas en el laboratorio y zonas de planta deben estar a 120 cm del suelo.

4.3.5 Cálculo del sistema de compensación de reactiva

A continuación, se justifica y calcula el condensador necesario para compensar el factor de potencia de la instalación. Para el dimensionamiento de dicha batería se considera factor de potencia final de 0.99:

Se instalará un condensador fijo que funcione al entrar en funcionamiento las bombas.

A continuación se adjunta el cálculo de la batería de condensadores para cada EBAR.

EBAR San Martín:

CALCULO DE BATERIAS DE CONDENSADORES EBAR		
Potencia instalada:	110,95	kW
Potencia estimada máxima de consumo (*):	78,17	kW
Factor de potencia de la instalación:	0,8	
Factor de potencia objetivo:	0,99	
Potencia reactiva de la instalación:	58,63	kVAr
Potencia reactiva objetivo:	11,14	kVAr
Potencia necesaria para compensar:	47,49	kVAr
20% Adicional Reserva	56,99	
Potencia de la batería de condensadores:	**60,00**	kVAr

Considerando un 20% adicional de reserva, obtenemos un resultado mínimo de 57 KVAr. De esta forma, se selecciona finalmente una batería de condensadores de 60 KVAr.

EBAR El Secadero:

CALCULO DE BATERIAS DE CONDENSADORES EDAR		
Potencia instalada:	44,00	kW
Potencia estimada máxima de consumo (*):	25,60	kW
Factor de potencia de la instalación:	0,8	
Factor de potencia objetivo:	0,99	
Potencia reactiva de la instalación:	19,20	kVAr
Potencia reactiva objetivo:	3,65	kVAr
Potencia necesaria para compensar:	15,55	kVAr
20% Adicional Reserva	18,66	
Potencia de la batería de condensadores:	**20,00**	kVAr

Considerando un 20% adicional de reserva, obtenemos un resultado mínimo de 18,7 KVAr. De esta forma, se selecciona finalmente una batería de condensadores de 20 KVAr.

EBAR Montenegral Alto:

Para esta EBAR la potencia demanda no requiere de la instalación de batería de condensadores. Para corregir el factor de potencia de las bombas se utilizan los variadores de frecuencia.

4.4. SISTEMA DE ALUMBRADO Y TOMAS DE FUERZA

Los niveles de iluminación se ajustarán a los indicados en cada apartado. Se dispondrá de los siguientes sistemas de alumbrado:

- Alumbrado normal o general
- Alumbrado exterior
- Alumbrado de emergencia.

4.4.1 Tomas de corriente

Se diseña una distribución de tomas de corriente para cada una de las salas tanto para el edificio de control como para el edificio de instalaciones.

En las zonas donde se prevean posibles labores de mantenimiento se colocarán tomas de fuerza monofásicas previstas para una demanda de potencia de 1,5 kW, que posibiliten el acoplamiento de equipos portátiles de iluminación, así como herramientas eléctricas.

De la misma forma, se dejan previstos cuadros con tomas de fuerza distribuidos por la planta.

4.4.2 Alumbrado interior

Los niveles de iluminación recomendados vienen reflejados en el pliego de condiciones, los cuales procedemos a detallar a continuación:

- Laboratorio, sala de control y despacho: 500 lux.
- Taller y zonas de trabajo manual: 300 lux.
- Almacén, pasillos, hall, zona social, servicios: 150 lux
- Vestuarios: 150 lux.

Se debe cumplir unos niveles de iluminación adecuados, en los planos de instalaciones se refleja la iluminación instalada para cada una de las dependencias.

De la misma forma, también se ha previsto alumbrado de emergencia. Dicha iluminación se concentrará principalmente en zonas de escape y paneles en los que hubiera que realizar alguna maniobra de inspección o medida. El sistema de alumbrado de emergencia será autónomo y cumplirá con las prescripciones establecidas en las normas UNE 20062 y 20392, e instrucciones complementarías del reglamento electrotécnico de baja tensión.

El alumbrado de emergencia se atenderá lo indicado en la norma DB-SU4.

4.4.3 Alumbrado exterior

Se prevé alumbrado exterior que evite la contaminación lumínica. En general la iluminación se apoyará en báculos de altura máxima 8 m, y será de tipo mural en el entorno de los edificios. Se alcanzará un nivel mínimo de iluminación de 10 lux en el vial. En todo momento se cuidará la estética del sistema de alumbrado; para ello se deberán tener en cuenta la normativa que se establezca al respecto a nivel estatal y autonómico, así como las pautas del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía y otras instituciones.

Luminarias

Para la iluminación de los viales y la urbanización de la planta se ha utilizado una disposición axial con lámpara LED Iridium3 BGP382, sobre soportes troncocónicos de 8 m de altura y brazos de 1’00 m a una interdistancia aproximada de 25 m.

Canalizaciones

La instalación eléctrica irá enterrada, bajo tubo de P.E.H.D 450 N de 110 mm de diámetro, a una profundidad mínima de 40 cm del nivel del suelo medido desde la parte superior del tubo. En cruces del vial, la canalización irá embutido en macizo de hormigón HM-20/P/20/11ª y sobre él se ubicará cinta de “Atención al cable de alumbrado exterior”, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo y relleno de tierra compactada al 95 % del próctor normal.

Se instalará un tubo por cada terna de conductores, y uno más para reserva.

A fin de hacer completamente registrable la instalación, cada uno de los soportes llevará adosada una arqueta prefabricada o de fábrica de ladrillo cerámico macizo (cítara) enfoscada interiormente; estas arquetas se ubicarán también en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección.

Cimentaciones Báculos

La cimentación de las columnas se realizará con paralepípedos de hormigón en masa de resistencia característica Rk = 175 Kg/cm2, con pernos embebidos para anclaje y con comunicación a columna por medio de codo.

Conductores:

Para el alumbrado del vial y la explanada nueva, los conductores a emplear en la instalación serán de cobre, unipolares, aislados con polietileno reticulado RV 0,6/1 KV., con una sección mínima de 6 mm2 (ICT-BT-09). La instalación de los conductores de alimentación a las lámparas se realizará en cobre, tripolares RV 0,6/1 KV de 4x6 mm2 de sección, protegidos por cortacircuitos fusibles calibrados.

El cálculo de la sección de los conductores de alimentación a luminarias se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión, en el receptor más alejado del Cuadro de Mando, no sea superior a un 3% de la tensión nominal (ITC-BT-09) y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores (ITC-BT-07) quede garantizada en todo momento, aún en caso de producirse sobrecargas y cortocircuitos.

La continuidad del conductor neutro debe quedar asegurada en todo momento, siendo de aplicación lo indicado en la ITC-BT-06.

Sistemas de Protección:

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, partirán desde el cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente con corte omnipolar tanto contra sobrecargas y cortocircuitos, como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen.

El sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptor horario y fotoeléctrico, por lo que se dispondrá de un interruptor normal que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos antes citados.

En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables, que serán de cobre y sección mínima de 6 mm² y de aislamiento 0,6/1KV y sin empalmes, tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo. La conexión de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, un número y tipo así como un elemento de protección (fusible calibrado) como elemento de protección del punto de luz.

Las partes metálicas accesibles de los soportes de las luminarias estarán conectadas a tierra.

Las luminarias al ser de Clase I, estarán conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm2 en cobre.

La máxima resistencia de puesta a tierra, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época, no podrá producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación. La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro.

En las redes de tierra, se instalarán como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en último soporte de cada línea. La conexión del electrodo con la red de tierra se hará por medio de soldadura aluminotérmica.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser, aislados mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color amarillo-verde, con conductores de cobre, de sección mínima de 16 mm2 para redes subterráneas, e irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra será de las mismas características que el anterior. Todas las conexiones de los circuitos a tierra, se ejecutarán con terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra corrosión.

Independientemente de lo anterior antes citado para la protección de contactos directos se ubicarán los circuitos eléctricos enterrados bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.

Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura (cuadro de mando y registro de columnas).

Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado (RV 0,6/1 KV), con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

4.4.3.1 Objeto

Se redacta el siguiente apartado para dar cumplimiento al artículo 20 del Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

4.4.3.2 Normativa

A continuación, se indica la normativa referente a contaminación lumínica a nivel local, autonómico, estatal y comunitario:

LOCAL

No existe

AUTONÓMICO

- Corrección de Errores del Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

- Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

ESTATAL

- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

COMUNITARIO

No existe

En cuanto al Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética, hay que tener en cuenta que el Edicto de 24 de mayo de 2016, del Tribunal Superior de Justicia de Andalucía, Sala de lo Contencioso-Administrativo, dimanante de autos núm. 747/2010 LO ANULA.

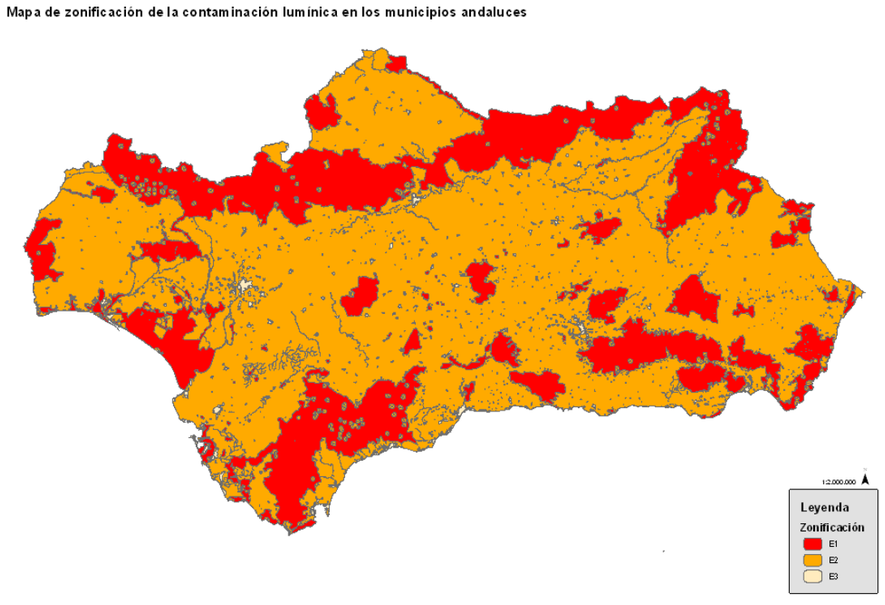
No obstante, se justifica también su cumplimiento, indicando: clasificación del alumbrado exterior según el Decreto 357/2010; sistema de control (automático, de regulación o encendido/apagado); disposición, tipo de luminaria, potencia y altura de la lámpara; criterios de eficiencia y ahorro energético; croquis sobre la ubicación de las luminarias.

4.4.3.3 Características técnicas de las instalaciones

4.4.3.3.1 Ficha informativa

TIPO DE ACTUACIÓN		Estación depuradora	
NUEVA	x	MODIFICACIÓN	
TIPO DE ZONIFICACIÓN		E2	
CLASIFICACIÓN DEL ALUMBRADO EXTERIOR		Alumbrado para la vigilancia y seguridad nocturna	
CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN PLANEAMIENTO URBANÍSTICO		Suelo no urbanizable	
DENSIDAD DE EDIFICACIÓN			

(Se deberá cotejar en qué zona se ubica la actuación, según el Mapa de zonificación de la contaminación lumínica en los municipios andaluces del año 2011, a Escala 1:10.000, de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Esta información está disponible en la página web de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio ambiente)



Fuente de información: Elaboración propia a través de los datos de la REDIAM, 2011.

Se entiende por Zonificación:

E1:

Zonas en suelo clasificado como NO URBANIZABLE por el planeamiento urbanístico incluidas en espacios naturales de Andalucía, que gocen de un régimen especial de protección en virtud de la normativa autonómica, estatal o comunitaria, o convenios y normas internacionales, donde se encuentren hábitats y especies que por su gran valor ecológico, o su singularidad, deban ser protegidos del efecto perturbador de la luz artificial.

Zonas de especial interés para la investigación científica a través de la observación astronómica dentro del espectro visible.

E2:

Áreas que admiten flujo luminoso reducido: terrenos clasificados como URBANIZABLES y NO URBANIZABLES no incluidos en la zona E1.

E3:

Áreas que admiten flujo luminoso medio: zonas residenciales en el interior del casco urbano y en la periferia, con densidad de edificación media-baja.

Alta: más de 100 viv/ha o de 1,3 m2 techo/m2 suelo.

Media: entre 75 y 100 viv/ha o entre 1 y 1,3 m2 techo/m2 suelo.

Baja: menos de 75 viv/ha o de 1 m2 techo/m2 suelo.

Zonas industriales

Zonas dotacionales con utilización en horario nocturno

Sistema general de espacios libres

E4:

Áreas que admiten flujo luminoso elevado: zonas incluidas dentro del casco urbano con alta densidad de edificación. Zonas en las que se desarrollen actividades de carácter comercial, turístico y recreativo en horario nocturno.

4.4.3.3.2 Niveles de los parámetros luminotécnicos

Los requerimientos y niveles de iluminación serán los que se recogen en las Instrucciones Técnicas Complementarias 02 - 03 del Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la ITC-EA-02. Estos niveles medios de referencia están basados en las normas de la serie UNE-EN 13201 “Iluminación de carreteras”, y no tendrán la consideración de valores mínimos obligatorios, pues quedan fuera de los objetivos de este Reglamento.

Deberá garantizarse asimismo el valor de la uniformidad mínima, mientras que el resto de requisitos fotométricos, por ejemplo, valor mínimo de iluminancia en un punto, deslumbramiento e iluminación de alrededores, descritos para cada clase de alumbrado, son valores de referencia, pero no exigidos, que deberán considerarse para los distintos tipos de instalaciones.

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la siguiente tabla.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	–
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Para nuestro vial se clasifica como clase D de baja velocidad.

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior. En las tablas expuestas a continuación se definen las clases de alumbrado para las diferentes situaciones correspondientes a la clasificación de vías anteriores.

Clases de alumbrado para vías tipo D:

Tabla 4 – Clases de alumbrado para vías tipos C y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado(*)
C1	• ***Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas***	
	Flujo de tráfico de ciclistas	
	Alto	S1 / S2
	Normal	S3 / S4
D1 - D2	• ***Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.***	
	• ***Aparcamientos en general.***	
	• ***Estaciones de autobuses.***	
	Flujo de tráfico de peatones	
	Alto	CE1A / CE2
	Normal	CE3 / CE4
D3 - D4	• ***Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada***	
	• ***Zonas de velocidad muy limitada***	
	Flujo de tráfico de peatones y ciclistas	
	Alto	CE2 / S1 / S2
	Normal	S3 / S4

Cuando para una determinada situación e intensidad de tráfico puedan seleccionarse distintas clases de alumbrado, se elegirá la clase teniendo en cuenta la complejidad del trazado, el control de tráfico, la separación de los distintos tipos de usuarios y otros parámetros específicos.

De esta forma, se proyecta para nuestro vial en concreto de clase alumbrado CE4 para la calzada (10 lux).

En las tablas adjuntas se describen los requisitos fotométricos que deben de cumplir las diferentes clases de alumbrado:

Series CE de clase de alumbrado para viales secos tipos D y E

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media ***Em (lux)*** *[mínima mantenida(1)]*	Uniformidad Media ***Um*** *[mínima]*
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

En nuestro vial, como se trata de una clase de Alumbrado CE4, se obtienen valores de iluminancia media de 10 lux y Um>0.4.

Tal y como puede verse en los cálculos lumínicos correspondientes, se cumple con todos los criterios indicados.

4.4.3.3.3 Flujo hemisférico superior instalado

De acuerdo a la siguiente tabla sobre el flujo hemisférico superior instalado, teniendo en cuenta que el Decreto 357/2010 establece las siguientes limitaciones:

LIMITACIONES AL FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO (FHS_{inst}) SEGÚN ZONIFICACIÓN

Valores límite del FHS_{inst} según zonificación

E1	≤ 1 %
E2	≤ 5 %
E3	≤ 15 %
E4	≤ 15%
Para alumbrado viario en general	≤ 5 %

De acuerdo con el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno, la planta se sitúa en una zona E3 por ser una zona industrial y admite un flujo luminoso moderado, por lo que:

- Los niveles de iluminación se ajustarán en lo posible a las instrucciones técnicas complementarias del Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre.
- Se utilizarán lámparas que proyecten luz por debajo del plano horizontal, que no proyecten luz fuera de la zona a iluminar y sin emisión hacia el cielo nocturno cumpliendo la ITC-EA-03 del RD 1890/2008 de forma que el valor límite del flujo hemisférico superior instalado (FHSinst) sea siempre menor del 1% ya que la actividad está sujeta a autorización o licencia.

4.4.3.3.4 Sistema de control

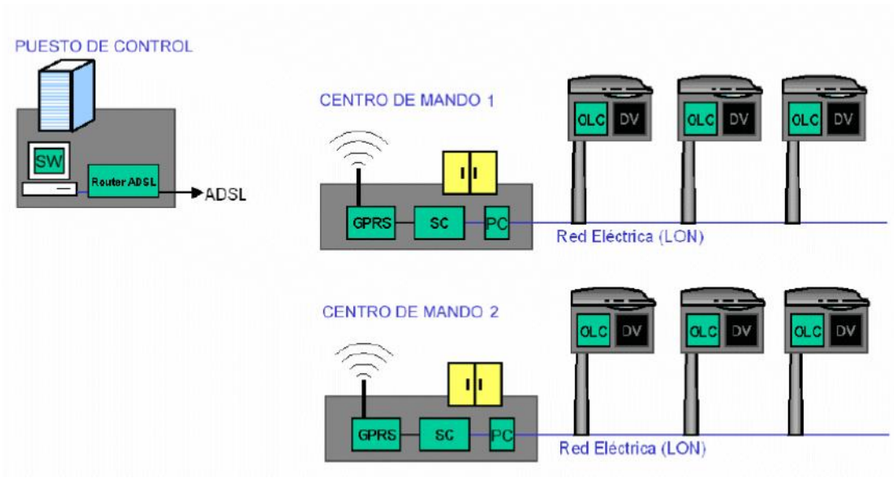
En cumplimiento del DECRETO 6/2012, de modificación del Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica, se aplican las siguientes medidas adicionales:

- Se instalará un sistema automático de regulación y de encendido y apagado de la iluminación exterior, con detectores de luminosidad y/o relojes crepusculares.
- Las instalaciones de alumbrado exterior reducirán el nivel de luz en la medida de lo posible durante el horario nocturno con respecto a los límites que les sean aplicables, manteniendo la uniformidad de la iluminación, instalándose para ello un sistema de doble nivel o de regulación de flujo. No obstante, para esta instalación en particular, dado que se realizan trabajos nocturnos en las instalaciones los niveles luminosos no se pueden reducir por temas de seguridad.

El funcionamiento normal del alumbrado será automático por medio de célula fotoeléctrica y reloj, aunque a su vez el Centro de Mando incluye la posibilidad de que el sistema actúe manualmente. Si las condiciones atmosféricas descendiesen la intensidad luminosa en el ambiente, automáticamente la célula fotoeléctrica pondrá en marcha la instalación.

Para nuestro caso en particular, se diseña un sistema de telegestión punto a punto de forma que se pueda regular la intensidad lumínica de cada una de las luminarias LED de 0 a 100% según las necesidades correspondientes en cada instante.

El siguiente esquema muestra el camino de las comunicaciones desde las luminarias hasta el PC con el software de control instalado, así como los elementos necesarios tanto en el centro de control como en el centro de mando.



Cada centro de mando contendrá los siguientes elementos:

- Router GPRS/3G.
- Controlador de Segmento (SC).
- Acoplador de Fase Trifásico

Se incluyen adicionalmente, los contactores necesarios para dejar la línea de alimentación eléctrica sin corriente cuando las luminarias no se encuentren encendidas.

4.4.3.3.5 Criterios de eficiencia y ahorro energético

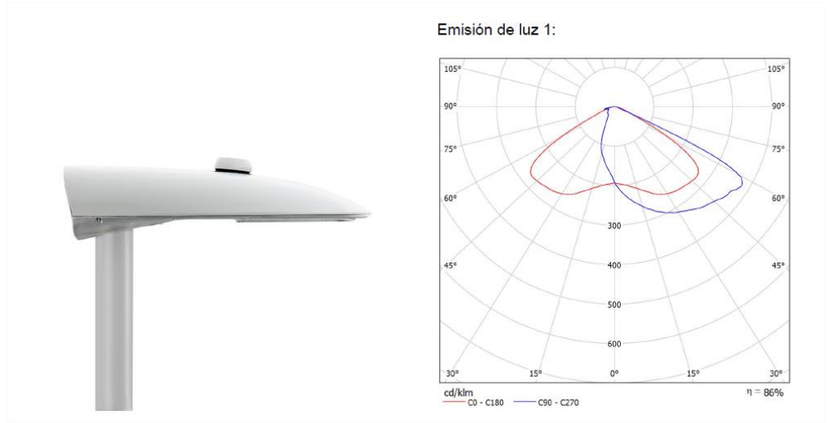
Se exponen una seria de condicionantes que deberán cumplirse:

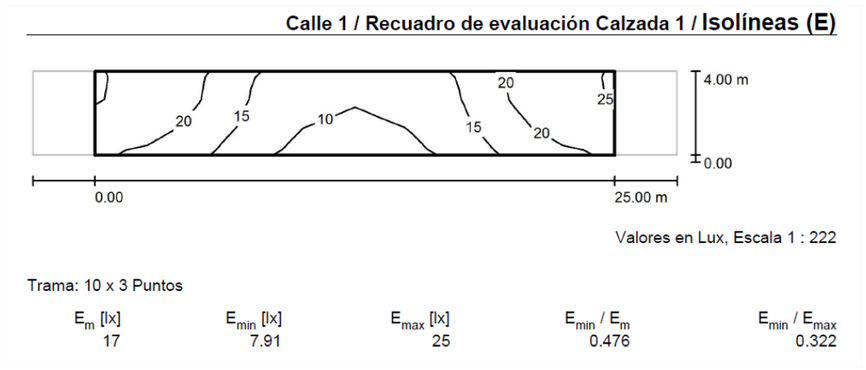
- En relación con el tipo de lámpara, se emplearán aquellas que proporcionen mayor eficiencia energética del alumbrado.
- En la zona E1 y E2 colindantes con E1 las lámparas deben evitar en lo posible la emisión en la banda de longitudes de onda corta del espectro visible, concentrando la luz mayoritariamente en longitudes de onda superiores a 525 nm. Se instalarán lámparas o filtros que aseguren que en ningún caso se emita luz en longitudes de onda inferiores a 440 nm. Cuando el uso de la zona iluminada no requiera un alto grado de reproducción cromática y cuando las características técnicas de la instalación lo permitan, se optará por lámparas monocromáticas o cuasi monocromáticas.
- Las luminarias deben proyectar la luz por debajo del plano horizontal.
- Con carácter general, se emplearán luminarias que no proyecten la luz fuera del objeto o zona a iluminar evitando que ésta se introduzca directamente en fincas colindantes o se dirija hacia el cielo nocturno. A tal fin, se interpondrán paramentos, lamas, paralúmenes o cualquier otro elemento adecuado.
- El horario nocturno del alumbrado será:
  - Invierno: desde las 0,00 horas, hasta las 6,00 horas
  - Verano: desde las 1,00 horas, hasta las 6,00
- En las zonas E1 y E2 el alumbrado exterior que no sea por motivos de seguridad, se mantendrá apagado durante el horario nocturno. En las zonas clasificadas como E3 y E4 se reducirá el flujo luminoso durante el horario nocturno con respecto a los límites que les sean aplicables.

4.4.3.4 Planos

Se distribuyen las luminarias a lo largo de toda la planta, con los criterios establecidos en los cálculos, tal y como se puede observar en el plano 2.12.5.1:

La luminaria diseñada es la Philips BGP382 1xGRN100/830 A o similar en características técnicas:





4.5. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES

Se realizarán la conexión de los nuevos equipos eléctricos y masas metálicas a la red de tierras eléctricas existente, tales como nuevos cuadros eléctricos, CCMs y CSs, masas metálicas de nuevas construcciones de obra civil, masas de maquinaria de las actuaciones, y cada uno de los receptores a través del conductor de protección. Debiéndose garantizar previamente que la tensión de contacto de la red existente no supere los 24 V.

Alrededor de los edificios/recintos, se instalará una red de tierras que constará de un conductor de cable de cobre desnudo de 50 mm2 tendido junto a la cimentación del mismo que se realizará para interconectar todos los edificios de la planta. Se utilizarán las correspondientes arquetas registrables de comprobación.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Debido a la necesidad de asegurar para este tipo de locales tensiones de contacto muy bajas, las masas y elementos conductores deben conectarse mediante conductores de protección, o de equipotencialidad, a la instalación de puesta a tierra, garantizándose que la tensión de contacto no supere los 24 V. La realización se hará según la ITC-BT-18.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.5.1 Pararrayos

De acuerdo con el procedimiento de verificación del Código Técnico (documento SU 8) será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos Ne sea mayor que el riesgo admisible Na.

Se ha realizado el cálculo para los tres edificios siguientes:

- Edificio de control
- Edificio de pretratamiento

- Edificio de soplantes

De los 3 edificios el más expuesto es el Edificio de Control, ya que es el de mayor tamaño. A continuación, se exponen los cálculos del riesgo en el Edificio de Control:

La frecuencia esperada de impactos, Ne, puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \ [nº \text{ impactos/año}]$$

donde:

- Ng densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año,km^2) = 1,5 ya que la edificación está situada en Torrecampo
- Ae: superficie de captura equivalente del edificio aislado en m2, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado = 1.517 m2
- C1: coeficiente relacionado con el entorno = 0,5

Sustituyendo, obtenemos un resultado de Ne = 0,0072

El riesgo admisible, Na, puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

donde:

- C2 coeficiente en función del tipo de construcción = 1
- C3 coeficiente en función del contenido del edificio = 1
- C4 coeficiente en función del uso del edificio = 1
- "C5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio = 1"

Sustituyendo, obtenemos un valor de Na = 0,011. Como tenemos que el riesgo esperado es menor que el riesgo admisible no es necesario el disponer de una instalación de protección contra el rayo. Para los otros edificios el resultado es aún mejor por lo que tampoco necesitan protección externa contra el rayo.

Queda igualmente justificado para las estaciones de bombeo la no instalación de pararrayos.

4.6. GRUPO ELECTRÓGENO

4.6.1 Características generales del Grupo Electrógeno

Para mantener en servicio todo el proceso de depuración del agua en caso de fallo del suministro eléctrico, se proyecta un grupo electrógeno para la EDAR capaz de proporcionar dicha potencia.

Para ello se realiza un cálculo de la potencia demanda por la instalación sin tener en cuenta el proceso de deshidratación y almacenamiento del fango

De los valores obtenidos en la siguiente tabla debe de sumarse las potencias de los cuadros de servicio auxiliares y tener un 20% de reserva para futuras ampliaciones.

Para las estaciones de bombeo, de igual forma que para la EDAR, se proyecta un grupo electrogeno para la EBAR de San Martin y otro para la EBAR El Secadero.

4.6.2 Cálculo del grupo electrógeno

4.6.2.1 Grupo Electrógeno EDAR

Las potencias eléctricas consumidas por los diferentes CCMs son las siguientes:

UBICACIÓN PLANTA	Siglas Equipo	Código	Equipo	Tipo de equipo y unidades		Instalado		Funcionamiento
				Funcionamiento	Reserva	Pot. unitaria (kW)	Pot. Instalada	Pot. Func. (kW)
ARQUETA DE LLEGADA	TA	01TA-01	Tamiz aliviadero autolimpiante	1	0	2	2	2
CANALES DE TAMIZADO	RF	01RF-01/02	Reja automática de finos	1	1	0,6	1,2	0,6
	TTC	01TTC-01	Tornillo transportador-compactador	1	0	0,6	0,6	0,6
	TLA	01TLA-01	Tornillo lavador de arenas	1	0	0,4	0,4	0,4
	CG	01CG-01	Concentrador de grasas	1	0	0,2	0,2	0,2
DEPÓSITO DE RETENCIÓN	AEV	02AEV-01	Agitador efecto venturi	1	0	3,4	3,4	3,4
CANAL DESARENADO-DESENGRASADO	PDD	02PDD-01/02	Puente canal desarenado y desengrasado	2	0	0,2	0,4	0,4
	BV	02BV-01/02	Bomba vertical arenas	2	0	0,4	0,8	0,8
	AI	02AI-01/02/03/04	Aireador	4	0	1	4	4
ARQUETA MEDIDA CAUDAL PRETRATADO	VCM	03VCM-01	Valvula de compuerta motorizada Ø315	1	0	0,1	0,1	0,1

REACTOR BIOLÓGICO	AC	08AC-01/02	Acelerador de corriente	2	0	3,7	7,4	7,4
DECANTADOR SECUNDARIO	DS	09DS-01/02	Decantador secundario	2	0	0,2	0,4	0,4
CASETA GRUPO DE PRESIÓN	BD	11BD-01/02	Bomba dosificadora de hipoclorito	1	1	0,5	1	0,5
	GP	11GP-01/02	Grupo de presión aguas de servicio	1	1	2,2	4,4	2,2
DOSIFICACIÓN REACTIVOS	BD	08BD-01/02	Bomba dosificación cloruro férrico	1	1	1	2	1
	BH	08BH-01	Bomba horizontal de carga	1	0	0,2	0,2	0,2
ARQUETA BOMBEO FANGOS Y VACIADOS	BS	13BS-01/02	Bombas de purga	1	1	3	6	3
	BS	13BS-03/04/05/06	Bombas de recirculación	2	2	2,5	10	5
	BS	13BS-07/08	Bombas de vaciados	1	1	4	8	4
EDIFICIO SOPLANTES Y GRUPO ELECTRÓGENO	POE	14POE-01	Polipasto eléctrico 1250 kg	1	0	0,8	0,8	0,8
	SO	18SO-01/02/03	Soplante reactor biológico	2	1	45	135	90
						TOTAL INST.:	**188,3**	**127,00 kW**

4.6.2.2 Grupo Electrógeno EBAR San Martin

Las potencias eléctricas consumidas por los diferentes CCMs son las siguientes:

UBICACIÓN PLANTA	**Siglas Equipo**	**Código**	**Equipo**	**Tipo de equipo y unidades**		**Instalado**			**Funcionamiento**
				Funcionamiento	**Reserva**	**Tensión (V)**	**Pot. unitaria (kW)**	**Pot. Instalada**	**Pot. Func. (kW)**
EDIFICIO	POE	01POE-01	Polipasto eléctrico cuchara bivalva	1	0	400	0,75	0,75	0,75
	CB	01CB-01	Cuchara bivalva	1	0	400	1,5	1,5	1,5
	TT	01TT-01/02	Tornillo transportador	1	0	400	1	1	1
	BS	01BS-01/02/03/04	Bombeo de agua bruta	3	1	400	18,5	74	55,5
	RG	01RG-01	Reja automática de gruesos	1	0	400	1,5	1,5	1,5
DESODORIZACIÓN	DES	02DES-01	Desodorización	1	0	400	3	3	3
PLC	INST	03INST-01	Instrumentación	1	0	230	0,2	0,2	0,2
	CIR230	03CIR230-01	Circ. Mando 230V	1	0	400	0,5	0,5	0,5
	CIR24	03CIR24-01	Circ. Mando 24V	1	0	230	0,5	0,5	0,5
							TOTAL INST.:	**82,95**	**64,45 kW**

4.6.2.3 Grupo Electrógeno EBAR El Secadero

Las potencias eléctricas consumidas por los diferentes CCMs son las siguientes:

UBICACIÓN PLANTA	**Siglas Equipo**	**Código**	**Equipo**	**Tipo de equipo y unidades**		**Instalado**			**Funcionamiento**
				Funcionamiento	**Reserva**	**Tensión (V)**	**Pot. unitaria (kW)**	**Pot. Instalada**	**Pot. Func. (kW)**
EDIFICIO	POE	01POE-01	Polipasto eléctrico cuchara bivalva	1	0	400	1,5	1,5	1,5
	CB	01CB-01	Cuchara bivalva	1	0	400	1,5	1,5	1,5
	BS	01BS-01/02/03/04	Bombeo de agua bruta	3	1	400	3,1	12,4	9,3
DESODORIZACIÓN	DES	02DES-01	Desodorización	1	0	400	3	3	3
PLC	INST	03INST-01	Instrumentación	1	0	230	0,2	0,2	0,2
	CIR230	03CIR230-01	Circ. Mando 230V	1	0	400	0,5	0,5	0,5
	CIR24	03CIR24-01	Circ. Mando 24V	1	0	230	0,5	0,5	0,5
							TOTAL INST.:	**19,60**	**16,50 kW**

4.6.3 Grupo electrógeno seleccionado

4.6.3.1 Grupo Electrógeno EDAR

El grupo electrógeno se selecciona siguiendo los siguientes criterios:

Considerando coseno fi de 0,8, una simultaneidad del 85%, así como un 20% de reserva, obtenemos los siguientes valores para el cálculo de la potencia del grupo electrógeno.

	INST.	**FUNC.**
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**
CCMs	188,3	127,0
Edif. Control	25,0	12,5
Edificio Pretratamiento	29,0	14,5
Edificio Soplantes	20,0	10,0
SSAA: Alumbr. Ext. Y Tomas F. Ext.	19,0	11,4
POT. TOTAL (KW)	**281,3**	**175,4**
S (KVA)	**352**	**219**
85% SIMULT. (KVA)	**299**	**186**
20% Adicional (KVA)	**60**	**37**
POT. TOTAL DEF.(KVA)	**359**	**223,6**

También se ha tenido en cuenta las potencias de arranque de los equipos que puede elevar la potencia instantánea. Por lo tanto, se ha elegido un grupo electrógeno con una potencia en continua de 225 kVA y una potencia eléctrica de emergencia de 230 kVA.

Para la conmutación en caso de avería en el suministro eléctrico se instalará un conmutador automático, con detección de fallo eléctrico y rearme.

4.6.3.2 Grupo Electrógeno EBAR San Martín

El grupo electrógeno para las EBAR se selecciona siguiendo los siguientes criterios:

Considerando coseno fi de 0,8, una simultaneidad del 85%, así como un 20% de reserva, obtenemos los siguientes valores para el cálculo de la potencia del grupo electrógeno.

	INST.	FUNC.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**
CCMs	83,0	64,5
SSAA Edificio	28,0	13,7
POT. TOTAL (KW)	**111,0**	**78,2**
S (KVA)	**139**	**98**
85% SIMULT. (KVA)	**118**	**83**
20% Adicional (KVA)	**24**	**17**
POT. TOTAL DEF.(KVA)	**141**	**99,7**
POT. TOTAL DEF.(KW)	**113**	**79,7**

También se ha tenido en cuenta las potencias de arranque de los equipos que puede elevar la potencia instantánea. Por lo tanto, se ha elegido un grupo electrógeno con una potencia en continua de 93 kVA y una potencia eléctrica de emergencia de 100 kVA.

Para la conmutación en caso de avería en el suministro eléctrico se instalará un conmutador automático, con detección de fallo eléctrico y rearme.

4.6.3.3 Grupo Electrógeno EBAR El Secadero

El grupo electrógeno para las EBAR se selecciona siguiendo los siguientes criterios:

Considerando coseno fi de 0,8, una simultaneidad del 85%, así como un 20% de reserva, obtenemos los siguientes valores para el cálculo de la potencia del grupo electrógeno.

	INST.	FUNC.
CGBT	**Pot. Instalada (kW)**	**Pot. Funcionam. (kW)**
CCMs	19,60	16,5
SSAA Edificio	28,0	10,0
POT. TOTAL (KW)	**47,60**	**26,5**
S (KVA)	**59,5**	**33.13**
85% SIMULT. (KVA)	**50,6**	**28,2**
20% Adicional (KVA)	**10,1**	**5,6**
POT. TOTAL DEF.(KVA)	**60,7**	**33,8**
POT. TOTAL DEF.(KW)	**48,6**	**27,1**

También se ha tenido en cuenta las potencias de arranque de los equipos que puede elevar la potencia instantánea. Por lo tanto, se ha elegido un grupo electrógeno con una potencia en continua de 33 kVA y una potencia eléctrica de emergencia de 35 kVA.

Para la conmutación en caso de avería en el suministro eléctrico se instalará un conmutador automático, con detección de fallo eléctrico y rearme.

5. ACTUACIONES NECESARIAS PARA LA FUTURA AMPLIACIÓN

5.1. ACTUACIONES EN LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

La línea de MT prevista, dispone de capacidad suficiente para futuras ampliaciones.

5.2. ACTUACIONES EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El CT diseñado incluye un 20% de potencia adicional de reserva.

5.3. ACTUACIONES EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

En los cuadros siempre quedará un mínimo del 25% de reserva de potencia y de espacio disponible para futuras ampliaciones.

5.4. ACTUACIONES EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

En los cuadros siempre quedará un mínimo del 25% de reserva de potencia y de espacio disponible para futuras ampliaciones.

APÉNDICE Nº1. PLANOS

Los planos desarrollados de la instalación eléctrica se encuentran en el capítulo correspondiente con la siguiente numeración:

3 ESTACIÓN DE BOMBEO SECADERO
3.7 Esquema Unifilar

4 ESTACIÓN DE BOMBEO SAN MARTÍN DEL TESORILLO
4.7 Esquema Unifilar

5 ESTACIÓN DE BOMBEO MONTENEGRAL ALTO
5.3 Esquema Unifilar

13 EDAR: ELECTRICAD
13.1 Centro de transformación
13.2 Instalación de Baja tensión
13.3 Instalación de Alumbrado exterior
13.4 Instalación dePuesta a tierra
13.5 Esquemas unifilares

15 CONEXIÓN A SISTEMAS GENERALES
15.1 Toma de media tensión EDAR
15.2 Toma de Baja Tensión EBAR El Secadero
15.3 Toma de Baja Tensión EBAR San Martín
15.4 Toma de Media Tensión EBAR Montenegral Alto

APÉNDICE Nº2. COORDINACIÓN CON ORGANISMOS

endesa Distribución

Ref. Solicitud: ACAD003 0000014320-2
Tipo Solicitud: NUEVO SUMINISTRO

IDOM CON ENGINEEREING ARCHITECTURE, SA

AV LEHENDAKARI AGUIRRE SIN
48014 - VIZCAYA
A la Atención de Javier García Sánchez-Castilla

Estimado Sr. / Estimada Sra:

Desde Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal nos ponemos en contacto con Ud. en relación con la solicitud de **NUEVO SUMINISTRO** que nos ha formulado, por una potencia de 200 kW en **LG MONTENEGRAL ALTO 0, POL, 12 PCL 23, 11340, SAN MARTIN TESORILLO, JIMENA DE LA FRONTERA, CADIZ**, con objeto de comunicarle las condiciones técnico económicas para llevar a efecto el servicio solicitado.

Conforme a lo establecido en la legislación vigente, a continuación adjuntamos en un primer documento el **Pliego de Condiciones Técnicas**, donde le informamos de los trabajos que se precisan para atender el suministro la modificación de instalaciones, distinguiendo entre los correspondientes a refuerzo o adecuación de la red de distribución existente en servicio, si son necesarios, y los que se requieren para la nueva extensión de la red de distribución las nuevas instalaciones de red de distribución.

De forma separada, en un segundo documento le aportamos la información referente únicamente al **Presupuesto** de las instalaciones de refuerzo o adecuación, cuya ejecución está reservada a la distribuidora de conformidad con la normativa vigente y que es necesario realizar a fin de hacer posible dicho suministro.

La validez de estas condiciones técnico económicas es de 6 meses.

Quedamos a su disposición para cualquier aclaración en nuestro Servicio de Asistencia Técnica a través del teléfono 902 534 100 o del correo electrónico solicitudes.nnss@endesa.es. Así mismo en nuestra página web www.endesadistribucion.es, podrá obtener mayor información respecto de la tramitación de este proceso y la legislación aplicable.

Atentamente,

Operaciones Comerciales de Red
Andalucía Oeste

21 de noviembre de 2018

endesa Distribución

PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

I - Punto/s de conexión a la red de distribución

El punto de conexión es el lugar de la red de distribución más próximo al de consumo con capacidad para atender un nuevo suministro o la ampliación de uno existente.

Una vez analizada su solicitud, el punto de conexión que verifica los requisitos reglamentarios de calidad, seguridad y viabilidad física son los siguientes:

- Punto de Conexión: Su punto de conexión será reforzado mediante un cierre de MT entre dos líneas MT, siendo estas:
  - L/Tesorillo (20kV): Sustitución apoyo existente A160126
  - L/Costa_Sol (20kV): Conexión en apoyo existente A160003

II - Trabajos a realizar en la red de distribución

Trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio

Los trabajos incluidos en este apartado, que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, de acuerdo con la legislación vigente, serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, consistiendo en:

- Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio con coste a cargo del cliente:
  - Adecuación apoyo existente
  - Sustitución apoyo existente
  - Mano de obra tendido LAMT
- Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente:
  - La operación será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.
  - El coste de los materiales utilizados en dicha operación, en base a la legislación vigente, será a cargo del cliente.

Trabajos necesarios para la nueva extensión de red

Comprenden las nuevas instalaciones de red a construir entre el punto de conexión y el lugar de consumo (a cargo del solicitante).

Conforme establece el artículo 25.3 del Real Decreto 1048/2013 estos trabajos 'podrán ser ejecutados a requerimiento del solicitante por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora', e incluyen las instalaciones siguientes:

A realizar por el cliente, consistiendo en:

- Cierre de ambas líneas MT mediante nueva LAMT y acometida MT a Nuevo Centro de Secc. y Entrega.

Adjuntamos el detalle de los trámites a seguir en caso de que opte por encargar su ejecución a una empresa instaladora. Una vez finalizadas y supervisadas por Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal, deben cederse a esta Distribuidora, que se responsabilizará desde ese momento de su operación y mantenimiento:

PRESUPUESTO

A continuación se detalla, únicamente, la información referente al **Presupuesto** de las instalaciones de refuerzo o adecuación de la red reservadas a la distribución que es necesario realizar a fin de hacer posible dicho suministro:

1. Trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio.

De conformidad con lo dispuesto en la legislación vigente, los trabajos que afectan a instalaciones de la red de distribución en servicio, comprendidos en este apartado 1, habrán de ser realizados en todo caso por esta empresa distribuidora, en su condición de propietario de esas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo su coste a cargo del solicitante. En su caso concreto:

ADECUACIÓN APOYO EXISTENTE
SUSTITUCIÓN APOYO EXISTENTE
MANO OBRA TENDIDO LAMT

La operación de entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente, será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.

Tal y como se indica en el pliego de condiciones, adicionalmente será necesaria la ejecución de la nueva extensión de red cuyo presupuesto no está incluido.

2. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red

En el pliego de condiciones técnicas le informamos de la necesidad de construir determinadas instalaciones de extensión que no afectan a la red en servicio.

Estos trabajos podrán ser ejecutados a requerimiento del solicitante por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora, para lo que será necesario que Ud solicite el correspondiente presupuesto a la empresa o empresas que considere oportuno.

Para mayor claridad y conforme dispone el artículo 25.3 del Real Decreto 1048/2013, a continuación resumimos las opciones de que Ud dispone para la realización de las instalaciones de la red de distribución que son precisas para atender el suministro:

a) Encomendar directamente a Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal la ejecución de las instalaciones de nueva extensión de red.

Para ello es preciso que por su parte solicite el correspondiente presupuesto de instalaciones de nueva extensión de red a esta distribuidora.

b) Encomendar la construcción de las instalaciones de extensión de la red (apartado 2) a una empresa instaladora legalmente autorizada.

En este caso, conforme a la legislación vigente, Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal Unipersonal debe llevar a cabo únicamente los trabajos con afección a instalaciones en servicio (apartado 1), y supervisar las infraestructuras realizadas por el instalador autorizado de su elección, percibiendo los derechos de supervisión baremados por la Orden ITC 3519/2009 de 28 de diciembre, cuyo importe asciende a:

Derechos de Supervisión: 659,91 €

Por lo tanto, si el solicitante decide encargar los trabajos de nueva extensión de red (apartado 2) a una empresa instaladora autorizada, el importe a abonar a Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal es el que le indicamos a continuación:

- Derechos de Supervisión:	659,91 €
- Trabajos adecuación de instalaciones existentes:	18.022,76 €
- **Suma parcial:**	**18.682,67 €**
- I.V.A. en vigor [1]):	3.923,36 €
- **Total importe abonar SOLICITANTE:**	**(*) 22.606,03 €**

(*) Informarle que previo a la ejecución de los trabajos deberá aportar licencia de primera utilización, licencia de obras o autorización municipal que justifique la legalidad del futuro suministro según establece el Art.175 de la LOUA del 17/12/02. Dicha documentación será igualmente requerida en el momento de la contratación.

(*) Todo el trabajo será realizado por el cliente excepto el necesario realizar en las redes MT de EDE.

(*) Su punto de conexión en línea aérea MT, por lo tanto, deberá preparar su instalación eléctrica desde dicho punto de conexión.

(*) Informarle que dicho punto de conexión está condicionado a diversas actuaciones que tiene que realizar esta compañía para adecuar para la potencia de suministro que usted solicita, por lo tanto podrá disponer del mismo una vez que esta compañía finalice estos trabajos.

Este presupuesto no incluye la ejecución de las instalaciones de nueva extensión de red, cuyo importe le deberá ser facilitado por la empresa o empresas que usted considere, bien un instalador autorizado de su libre elección o Endesa Distribución Eléctrica,S.L. Unipersonal.

endesa Distribución

DESGLOSE PRESUPUESTO

CARGOS IMPUTABLES AL CLIENTE

DSIC

Udes.	Precio Ud.(€)	Descripción	Cargo*	Total
	0	Derechos de Supervisión de Instalaciones Cedidas	I	659,91 €
	0	Trabajos adecuación de instalaciones existentes	I	18.022,76 €
		TOTAL		**18.682,67 €**

CARGOS NO IMPUTABLES AL CLIENTE

NOTA: TODAS LAS CANTIDADES FIGURAN EN EUROS Y SIN IMPUESTOS VIGENTES.
LA VALIDEZ DE ESTAS CONDICIONES: 6 MESES

EDAR
NUEVO CD SECCIONAMIENTO Y ENTREGA
NUEVO APOYO FINAL DE LINEA PARA CONVERSIONES
LAMT "COSTA_SOL"
LAMT "TESORILLO"
RETENSADO VANO
APOYO A160125
NUEVO APOYO
APOYO A SUSTITUIR A160126
LAMT "TESORILLO"
NUEVO VANO
APOYO A160127

NUEVA LAMT COSTA_SOL
NUEVO APOYO
APOYO A199924
CONEXIÓN CON LAMT "COSTA_SOL"
APOYO A AECUAR A160003
TESORILLO
COSTA_SOL

EBAR MONTENEGRAL ALTO

endesa Distribución

Avd. Virgen de la Palma S/N Edif. D.Juan
11203 - Algeciras (Cádiz)

Ref. Solicitud: **NSCG 1132531**
Tipo Solicitud: **NUEVO SUMINISTRO**

IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, SAU
AV LEHENDAKARI AGUIRRE S/N
48014 - VIZCAYA

Estimado Sr/Estimada Sra.:

Desde Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal nos ponemos en contacto con Ud. en relación con la solicitud de suministro que nos ha formulado, por una potencia de 27 kW, en **SAN MARTIN, ESQUINA MONTEN.ALTO, SAN MARTIN TESORILLO, 11340, JIMENA, (CADIZ)**, con objeto de comunicarle las condiciones técnico económicas para llevar a efecto el servicio solicitado

I.- Instalaciones de extensión de la red de distribución

Las instalaciones de extensión de la red de distribución, a realizar entre el punto de conexión indicado a continuación y el primer elemento de su instalacion privada, deben ser ejecutadas por el solicitante a su cargo a través de un Instalador Electricista Autorizado, y de acuerdo a las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias y Normas Técnicas de Endesa Distribución:

- Punto de conexión a la red: LAMT #SOTOGRAN/20/TESORILLO EN APOYO A160132
- Instalaciones necesarias a ejecutar por Endesa y contemplados en este presupuesto:

  -Tendido de la red MT desde apoyo cliente hasta apoyo pcr existente de EDE.

- Instalaciones necesarias a ejecutar por el Cliente y no contemplados en este presupuesto:

  -Prolongación red MT Aérea y nuevo CT.

Dichas instalaciones serán conectadas a la red por esta empresa distribuidora que, como titular final de las mismas, se encargará de su mantenimiento y operación.

De conformidad con la legislación vigente, los trabajos que afectan a instalaciones de la red de distribución en servicio, habrán de ser realizados en todo caso por esta empresa distribuidora, en su condición de propietario de esas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo a costa del solicitante. En su caso concreto:

- Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio con coste a cargo del cliente: Trabajos de adecuación:
  - Tendido de la red MT desde apoyo cliente hasta apoyo pcr existente de EDE.
- Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente:
  - La operación será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.
  - El coste de los materiales utilizados a cargo del cliente.

En este caso, conforme a la legislación vigente, Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal debe llevar a cabo únicamente los trabajos con afección a instalaciones en servicio, y supervisar las infraestructuras realizadas por el instalador autorizado de su elección, percibiendo por ello los derechos de supervisión baremados según la Orden ITC 3519/2009 de 28 de diciembre. Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, y una vez dispongamos de toda la información necesaria para su cálculo, le notificaremos el importe de los mismos.

endesa Distribución

Avd. Virgen de la Palma S/N Edif. D.Juan
11203 - Algeciras (Cádiz)

El importe de los conceptos anteriores es el que se detalla a continuación:

- Presupuesto adecuación instalaciones[1]:	6.452,89 €
- I.V.A. en vigor (21%[2]):	1.355,11 €
- Total importe abonar SOLICITANTE	**7.808,00 €***

Los trabajos están supeditados a la obtención de la licencia municipal.
Todas aquellas gestiones y permisos que puedan derivar de esta instalación correrán a cargo del cliente.

Si es de su interés, para su comodidad puede hacer efectivo el importe mencionado, 7.808,00 € mediante transferencia bancaria a la cuenta ES21-0182-3994-05-0202687000, haciendo constar en el justificante la referencia de la solicitud nº NSCG 1132531, enviándolo al correo electrónico Solicitudes.NNSS@endesa.es, identificando nombre y N.I.F. de la persona (física o jurídica) a quien debe emitirse la factura, con antelación suficiente para la consecución de los permisos necesarios y la ejecución de los trabajos.

La validez de este punto de conexión y presupuesto es de 6 meses.

II. Instalaciones interiores de enlace de propiedad particular.

Las instalaciones interiores y de enlace con la red deberán ser realizadas por un Instalador Electricista Autorizado, quien le facilitará el correspondiente Certificado de Instalación Eléctrica (C.I.E.). Dichas instalaciones serán accesibles, con cerraduras normalizadas, habrán de ser realizadas con arreglo a las normas de la empresa distribuidora y podrán ser inspeccionadas por ésta.

III. Contrato de suministro

Una vez ejecutadas las instalaciones de extensión y enlace, el usuario de la energía podrá formalizar el contrato de suministro, a través de una empresa Comercializadora de electricidad de su libre elección, debiendo aportar para ello el C.I.E. de su instalación interior.

La relación actualizada de empresas comercializadoras se encuentra disponible en la página web de la "Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia": www.cnmc.es , apdo. Consumidores / Listado de Comercializadoras.

Quedamos a su disposición para cualquier aclaración en el teléfono de nuestro Servicio de Asistencia Técnica 902534100, o en nuestra página web www.endesadistribucion.es, donde podrá obtener mayor información respecto de la tramitación de este proceso y legislación aplicable.

Atentamente,

Juan Carlos Iglesias España
Técnico Gestor NN.SS.
Tlf. 902534100 – e-mail: juancarlos.iglesias@enel.com
Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal

endesa

13 de junio de 2018

[1] No incluye el coste de las operaciones de entronque-conexión a la red existente, que son a cargo de la distribuidora. No así el coste de los materiales del entronque, que son a cargo del solicitante, según la legislación vigente.
[2] Importe calculado con el impuesto vigente en el momento de emitir estas condiciones económicas. Caso de producirse una variación en el mismo, el importe a abonar deberá actualizarse con el impuesto en vigor a la fecha del pago.

endesa Distribución

PRESUPUESTO

ESTUDIO TECNICO Nº EN1WP

Solicitud de suministro eléctrico	Fecha de emisión	Número de Página
0010/001/1132531	15/06/2018	01

Nombre o Razón social del Cliente	DNI / CIF	Teléfono
IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, SAU	A48283964	976561536
Dirección del Cliente: AV LEHENDAKARI AGUIRRE 48014 VIZCAYA SI		
Dirección del suministro: SAN MARTIN, ESQ MONTEN.ALTO, S.MARTIN T, 11340, (CA)		
Subsector de actividad: VARIOS INDUSTRIAL		

DESGLOSE

Unidades	Descripción	Precio unitario	Total
3	SECCIONADOR I EXT 24 KV	178,66	535,98
1	CONJUNTO SECCIONADOR I 24 O 36 KV CUALQUIER ZONA	442,93	442,93
100	MONTAJE ARMADO TRESB. (POR KG)	0,52	52,00
1	SEÑALIZACION APOYO EXISTENTE	6,01	6,01
1	INSTALAR ANTIESCALO DE OBRA CIVIL MT/BT	818,34	818,34
1	INSTALACION CONJUNTO PARARRAYOS MT. INCLUYE TODA LA	295,11	295,11
1	PAT APOYO CON ANILLO DIFUSOR	322,53	322,53
16	FORRADO CONDUCTOR DESNUDO	52,49	839,84
9	FORRADO GRAPA CUALQUIER TIPO	89,45	805,05
25	TENDIDO CIRCUITO HASTA 56 INCLUSIVE	1,44	36,00
1	CORTAFUEGOS PERIMETRAL	531,40	531,40
3	POLIM AMARRE < 180	54,02	162,06
3	CONECTOR ENTRONQUE LINEA AEREA MT (1 Fase)	4,95	14,85
1	ENTRONQUE/MANO OBRA-APERTURA/CIERRE DE LINEA SOBRE		
1	ENTRONQUE/MANO OBRA-MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 1 PAREJA		
2	SEMICRUCETA 1,5m ZONA AóB APOY	40,74	81,48
3	AISLA POLIM CS70AB 170/1150	24,56	73,68
24	CABLE CU DESNUDO 50 mm2	3,47	83,28
5	CABLE LA-56 AL-AC INTEMPERIE D	2,35	2,35
1	DOP	1.000,00	1.000,00
1	VISADO□	350,00	350,00
	SUMA DE UNIDADES DE OBRA:		6.452,89
	PRESUPUESTO TOTAL:		6.452,89

NOTA: TODAS LAS CANTIDADES FIGURAN EN EUROS Y SIN IMPUESTOS VIGENTES.

LA VALIDEZ DE ESTAS CONDICIONES: 6 MESES

Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal · R.M. de Madrid, Tomo 36.900, Libro 0, Folio 107, Hoja M-272592 - Domicilio Social: Ribera del Loira, 60 28042 Madrid - C.I.F. B82846817

T.M. DE SAN MARTÍN DEL TESORILLO

EBAR SAN MARTÍN

endesa Distribución

Avd. Virgen de la Palma S/N Edif. D.Juan
11203 - Algeciras (Cádiz)

Ref. Solicitud: NSCG 1134904-1
Tipo Solicitud: NUEVO SUMINISTRO

IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, SAU
AV LEHENDAKARI AGUIRRE SIN
48014 - VIZCAYA

Estimado Sr/Estimada Sra.:

Desde Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal nos ponemos en contacto con Ud. en relación a la solicitud **NUEVO SUMINISTRO** que nos ha formulado, por una potencia de 27 kW, en **PG 11, PARCELA 77 EBAR, JIMENA DE LA FRONTERA, 11330, (CADIZ)**, con objeto de comunicarle las condiciones técnico económicas para llevar a efecto el servicio solicitado.

Conforme a lo establecido en la legislación vigente, a continuación adjuntamos en un primer documento el **Pliego de Condiciones Técnicas**, donde le informamos de los trabajos que se precisan para atender el suministro, distinguiendo entre los correspondientes a refuerzo o adecuación de la red de distribución existente en servicio, si son necesarios, y los que se requieren para la nueva extensión de la red de distribución.

De forma separada, en un segundo documento le aportamos la información referente únicamente al **Presupuesto** de las adecuaciones de las instalaciones en servicio, cuya ejecución está reservada a la distribuidora de conformindad con la normativa vigente y que es necesario realizar a fin de hacer posible el servicio solicitado.

La validez de estas condiciones técnico económicas es de 6 meses.

Conforme a lo establecido en el RD 1073/2015, le informamos que hemos remitido también las presentes condiciones técnico económicas al solicitante que Usted representa.

Quedamos a su disposición para cualquier aclaración en el teléfono de nuestro Servicio de Asistencia Técnica **902534100**, en el correo electrónico Solicitudes.NNSS@endesa.es o en nuestra página web www.endesadistribucion.es, donde podrá obtener mayor información respecto de la tramitación de este proceso y legislación aplicable.

Atentamente,

Juan Carlos Iglesias España
Técnico Gestor NN.SS.
Tlf. 902534100 – e-mail: solicitudes.nnss@endesa.es
Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal

endesa

9 de octubre de 2018

endesa Distribución

Avd. Virgen de la Palma S/N Edif. D.Juan
11203 - Algeciras (Cádiz)

PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

I - Punto de conexión a la red de distribución

El punto de conexión es el lugar de la red de distribución más próximo al de consumo con capacidad para atender un nuevo suministro o la ampliación de uno existente.

Una vez analizada su solicitud, el punto de conexión que verifica los requisitos reglamentarios de calidad, seguridad y viabilidad física es el siguiente:

- PCR: LMT #SOTOGRAN/20/TESORILLO INTERCALANDO APOYO EN RED AÉREA A FIN DE ELIMINAR EL TRAMO AÉREO QUE ATRAVIESA LA PARCELA Y CONECTANDO CENTRO DE MEDIDA HACIENDO E/S EN NUEVO TRAMO SUBTERRÁNEO.

II - Trabajos a realizar en la red de distribución

1. Trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio.

Los trabajos incluidos en este apartado, que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, de acuerdo con la legislación vigente, serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, consistiendo en:

- Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio con coste a cargo del cliente: Trabajos de adecuación:
  - Localización LSMT a pie de apoyo existente A160097 para instalar arqueta A2.
  - Tendido de la red MT a arqueta A2 a instalar a pie de apoyo A160097.
  - Instalación nuevo apoyo para realizar conversión y eliminar el tramo LAMT que pasaría por encima del bombeo a instalar.
- Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente:
  - La operación será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.
  - El coste de los materiales utilizados en dicha operación, en base a la legislación vigente, son a cargo del cliente.

2. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red.

Comprenden las nuevas instalaciones de red a construir entre el punto de conexión y el lugar de consumo (a cargo del solicitante).

Conforme establece el artículo 25.3 del Real Decreto 1048/2013 estos trabajos "podrán ser ejecutados a requerimiento del solicitante por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora", e incluyen las instalaciones siguientes:

- Instalación del nuevo Centro de Seccionamiento y Medida.
- Instalación red MT subterránea.

Adjuntamos el detalle de los trámites a seguir en caso de que opte por encargar su ejecución a una empresa instaladora. Una vez finalizadas y supervisadas por Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal, deben cederse a esta Distribuidora, que se responsabilizará desde ese momento de su operación y mantenimiento

endesa Distribución

Avd. Virgen de la Palma S/N Edif. D.Juan
11203 - Algeciras (Cádiz)

PRESUPUESTO

A continuación se detalla, únicamente, la información referente al **Presupuesto** de las instalaciones de refuerzo o adecuación de la red reservadas a la distribución que es necesario realizar a fin de hacer posible dicho suministro:

1. Trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio.

De conformidad con lo dispuesto en la legislación vigente, los trabajos que afectan a instalaciones de la red de distribución en servicio, comprendidos en este apartado 1, habrán de ser realizados en todo caso por esta empresa distribuidora, en su condición de propietario de esas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo su coste a cargo del solicitante. En su caso concreto:

- Localización LSMT a pie de apoyo existente A160097 para instalar arqueta A2.
- Tendido de la red MT a arqueta A2 a instalar a pie de apoyo A160097.
- Instalación nuevo apoyo para realizar conversión y eliminar el tramo LAMT que pasaría por encima del bombeo a instalar.

- Adjuntamos presupuesto detallado de los trabajos de adecuación o reforma de instalaciones en servicio, a realizar por Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal y de los materiales utilizados en el entronque, cuyo importe asciende a:

Trabajos adecuación instalaciones existentes y materiales utilizados en el entronque:	9.744,13 €

(No incluye los trabajos contemplados en el apartado 2)

La operación de entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente, será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.

2. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red.

En el pliego de condiciones técnicas le informamos de la necesidad de construir determinadas instalaciones de extensión que no afectan a la red en servicio.

Estos trabajos podrán ser ejecutados a requerimiento del solicitante por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora, para lo que será necesario que Ud solicite el correspondiente presupuesto a la empresa o empresas que considere oportuno.

Para mayor claridad y conforme dispone el artículo 25.3 del Real Decreto 1048/2013, a continuación resumimos las opciones de que Ud dispone para la realización de las instalaciones de la red de distribución que son precisas para atender el suministro:

a) Encomendar directamente a Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal la ejecución de las instalaciones de nueva extensión de red.

Para ello es preciso que por su parte solicite el correspondiente presupuesto de instalaciones de nueva extensión de red a esta distribuidora.

b) Encomendar la construcción de las instalaciones de extensión de la red (apartado 2) a una empresa instaladora legalmente autorizada.

En este caso, conforme a la legislación vigente, Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal debe llevar a cabo únicamente los trabajos con afección a instalaciones en servicio (apartado 1), y supervisar las infraestructuras realizadas por el instalador autorizado de su elección, percibiendo los derechos de supervisión baremados por la Orden ITC 3519/2009 de 28 de diciembre, cuyo importe asciende a:

Derechos de Supervisión:	**406,10 €**

endesa Distribución

Avd. Virgen de la Palma S/N Edif. D.Juan
11203 - Algeciras (Cádiz)

Por lo tanto, si el solicitante decide encargar los trabajos de nueva extensión de red (apartado 2) a una empresa instaladora autorizada, el importe a abonar a Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal es el que le indicamos a continuación:

- Derechos de Supervisión:	406,10 €
- Trabajos adecuación de instalaciones existentes:	9.744,13 €
- **Suma parcial:**	**10.150,23 €**
- I.V.A. en vigor (21 %)[1]:	2.131,55 €
- **Total importe abonar SOLICITANTE:**	**12.281,78 €***

Informarle que previo a la ejecución de los trabajos deberá aportar licencia de primera utilización, licencia de obras o autorización municipal que justifique la legalidad del futuro suministro según establece el Art.175 de la LOUA del 17/12/02. Dicha documentación será igualmente requerida en el momento de la contratación.

Todo el trabajo será realizado por el cliente excepto el necesario realizar en los propio Apoyos y red MT.

Informarle que dicho punto de conexión esta condicionado a diversas actuaciones que tiene que realizar esta compañía para adecuar para la potencia de suministro que usted solicita, por lo tanto podrá disponer del mismo una vez que esta compañía finalice estos trabajos.

Todas aquellas gestiones y permisos que puedan derivar de esta instalación correrán a cargo del cliente.

Este presupuesto no incluye la ejecución de las instalaciones de nueva extensión de red, cuyo importe deberá solicitarlo a la empresa o empresas que usted considere, bien un instalador autorizado de su libre elección o Endesa Distribución Eléctrica, S.L. Unipersonal.

Si esta alternativa es de su interés, para su comodidad puede hacer efectivo el importe mencionado, 12.281,78 € mediante transferencia bancaria a la cuenta ES21-0182-3994-05-0202687000, haciendo constar en el justificante la referencia de la solicitud nº NSCG 1134904 así como que la opción elegida ha sido la "B)", enviándolo al correo electrónico Solicitudes.NNSS@endesa.es, identificando nombre y N.I.F. de la persona (física o jurídica) a quien debe emitirse la factura, con antelación suficiente para la consecución de los permisos necesarios y la ejecución de los trabajos.

endesa Distribución

PRESUPUESTO

ESTUDIO TECNICO Nº EN8G1

Solicitud de suministro eléctrico	Fecha de emisión	Número de Página
00010/001/1134904	09/10/2018	01

Nombre o Razón social del Cliente	DNI / CIF	Teléfono
DIR.GRAL.OBRAS HIDRAHULICAS M.MED.AMB.	S2817039G	
Dirección del Cliente: AVDA. PIO XII, 102 MADRID 28036 . Madrid-Spain		
Dirección del suministro: PG 11, PARCELA 77 EBAR, JIMENA DE LA FRONTERA, 11330, (CA)		
Subsector de actividad: DESCONOCIDO		

DESGLOSE

Unidades	Descripción	Precio unitario	Total
3	SECCIONADOR I EXT 24 KV	178,66	535,98
1	CONJUNTO SECCIONADOR I 24 O 36 KV CUALQUIER ZONA	442,93	442,93
3	DESMONTAJE Y/O COLOCACION DE AISLADOR Y/O CADENA EN APOYO	7,70	23,10
1	APERTURA/CIERRE DE LINEA SOBRE APOYOS	19,46	19,46
1	MONTAJE APOYO MADERA MT	114,78	114,78
1013,5	MONTAJE APOYO CELOSIA HASTA 4.500 DAN (POR KG)	1,31	1.327,68
300	MONTAJE ARMADO TRESB. (POR KG)	0,52	156,00
1	INSTALAR ANTIESCALO DE OBRA CIVIL MT/BT	818,34	818,34
1	INSTALACION CONJUNTO PARARRAYOS MT. INCLUYE TODA LA	295,11	295,11
1013,5	DESMONTAJE KG HIERRO APOYO METALICO	0,39	395,26
1	PAT APOYO CON ANILLO DIFUSOR	322,53	322,53
1	RESIDUOS: DISPOSICION CONTROLADA AISLADORES	0,13	0,13
3	AMARRE CUALQUIER TIPO APOYO	18,93	56,79
4,5	FORRADO CONDUCTOR DESNUDO	52,49	236,21
3	FORRADO GRAPA CUALQUIER TIPO	89,45	268,35
70	M DESMONTAJE CIRCUITO HASTA 56 INCLUSIVE	1,18	82,60
25	TENDIDO CIRCUITO HASTA 56 INCLUSIVE	1,44	36,00
1	CORTAFUEGOS PERIMETRAL	531,40	531,40
3	POLIM AMARRE < 180	162,06	162,06
1	ARQUETA	542,96	542,96
2	CANALIZ. TIPO A	32,05	64,10
2	TENDIDO BAJO TUBO MT	6,62	13,24
1	ENTRONQUE/MANO OBRA-TERMINAL CABLE SUBTERRANEO MT EN		
1	ENTRONQUE/MANO OBRA-EMPALME CABLE SUBTERRANEO MT (SIN		
1	ENTRONQUE/MANO OBRA-IDENTIFICACION Y CORTE CABLE MT O BT		
,62	ENTRONQUE/MANO OBRA-FACTURACION TRABAJOS ESPECIALES		
1	ENTRONQUE/MANO OBRA-MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 1 PAREJA		
1	ENTRONQUE/MANO OBRA-COLOCACION DE CARTELERIA (AVISOS) EN		
1	APOYO METÁLICO C 4500 DAN 14 M	1.293,88	1.293,88
3	SEMICRUCETA 1,5m ZONA AóB APOY	40,74	122,22
	SUMA Y SIGUE.....:		7.861,12

endesa Distribución

PRESUPUESTO

ESTUDIO TECNICO Nº EN8G1

Solicitud de suministro eléctrico	Fecha de emisión	Número de Página
00010/001/1134904	09/10/2018	02

Nombre o Razón social del Cliente	DNI / CIF	Teléfono
DIR.GRAL.OBRAS HIDRAHULICAS M.MED.AMB.	S2817039G	
Dirección del Cliente: AVDA. PIO XII, 102 MADRID 28036 . Madrid-Spain		
Dirección del suministro: PG 11, PARCELA 77 EBAR, JIMENA DE LA FRONTERA, 11330, (CA)		
Subsector de actividad: DESCONOCIDO		

DESGLOSE

Unidades	Descripción	Precio unitario	Total
3	EMPAL MONOB FRIO 18/30 150-240	67,47	202,41
3	TERM EX MON FRIO 18/30 150-240	36,48	109,44
1	MARCO A2 Y 2 TAPAS FUNDICI A1	155,84	155,84
3	AISLA POLIM CS70AB 170/1150	24,56	73,68
12	CABLE CU DESNUDO 50 mm2	3,47	41,64
1	PROYECTO	850,00	850,00
1	PERMISOS OFICIALES	450,00	450,00
	SUMA DE UNIDADES DE OBRA:		9.744,13

PRESUPUESTO TOTAL: **9.744,13**

EBAR EL SECADERO

endesa Distribución

Avd. Virgen de la Palma S/N Edif. D.Juan
11203 - Algeciras (Cádiz)

Ref. Solicitud: NSCG 1153018-1
Tipo Solicitud: NUEVO SUMINISTRO

IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, SAU
AV LEHENDAKARI AGUIRRE SIN
48014 - 0 VIZCAYA

Estimado Sr/Estimada Sra.:

Desde Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal nos ponemos en contacto con Ud. en relación a la solicitud **NUEVO SUMINISTRO** que nos ha formulado, por una potencia de 27 kW, en **CADIZ - SECADERO, BOMBEO, SAN MARTIN TESORILLO, 11340, JIMENA, (CA)**, con objeto de comunicarle las condiciones técnico económicas para llevar a efecto el servicio solicitado.

Conforme a lo establecido en la legislación vigente, a continuación adjuntamos en un primer documento el **Pliego de Condiciones Técnicas**, donde le informamos de los trabajos que se precisan para atender el suministro, distinguiendo entre los correspondientes a refuerzo o adecuación de la red de distribución existente en servicio, si son necesarios, y los que se requieren para la nueva extensión de la red de distribución.

De forma separada, en un segundo documento le aportamos la información referente únicamente al **Presupuesto** de las adecuaciones de las instalaciones en servicio, cuya ejecución está reservada a la distribuidora de conformidad con la normativa vigente y que es necesario realizar a fin de hacer posible el servicio solicitado.

La validez de estas condiciones técnico económicas es de 6 meses.

Conforme a lo establecido en el RD 1073/2015, le informamos que hemos remitido también las presentes condiciones técnico económicas al solicitante que Usted representa.

Quedamos a su disposición para cualquier aclaración en el teléfono de nuestro Servicio de Asistencia Técnica **902534100**, en el correo electrónico Solicitudes.NNSS@endesa.es o en nuestra página web www.endesadistribucion.es, donde podrá obtener mayor información respecto de la tramitación de este proceso y legislación aplicable.

Atentamente,

Juan Carlos Iglesias España
Técnico Gestor NN.SS.
Tlf. 902534100 – e-mail: solicitudes.nnss@endesa.es
Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal

4 de octubre de 2018

endesa Distribución

Avd. Virgen de la Palma S/N Edif. D.Juan
11203 - Algeciras (Cádiz)

PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

I - Punto de conexión a la red de distribución

El punto de conexión es el lugar de la red de distribución más próximo al de consumo con capacidad para atender un nuevo suministro o la ampliación de uno existente.

Una vez analizada su solicitud, el punto de conexión que verifica los requisitos reglamentarios de calidad, seguridad y viabilidad física es el siguiente:

- PCR: Cuadro de baja tensión del CT 72654, alimentándose el suministro en baja tensión.

II - Trabajos a realizar en la red de distribución

1. Trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio.

Los trabajos incluidos en este apartado, que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, de acuerdo con la legislación vigente, serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, consistiendo en:

- Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio con coste a cargo del cliente:
  - Trabajos de adecuación: Calado en arqueta y tendido de conductores al interior del CT.
- Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente:
  - La operación será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.
  - El coste de los materiales utilizados en dicha operación, en base a la legislación vigente, son a cargo del cliente.

2. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red.

Comprenden las nuevas instalaciones de red a construir entre el punto de conexión y el lugar de consumo (a cargo del solicitante).

Conforme establece el artículo 25.3 del Real Decreto 1048/2013 estos trabajos "podrán ser ejecutados a requerimiento del solicitante por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora", e incluyen las instalaciones siguientes:

- AMPLIACION RED BT

Adjuntamos el detalle de los trámites a seguir en caso de que opte por encargar su ejecución a una empresa instaladora. Una vez finalizadas y supervisadas por Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal, deben cederse a esta Distribuidora, que se responsabilizará desde ese momento de su operación y mantenimiento

endesa Distribución

Avd. Virgen de la Palma S/N Edif. D.Juan
11203 - Algeciras (Cádiz)

PRESUPUESTO

A continuación se detalla, únicamente, la información referente al **Presupuesto** de las instalaciones de refuerzo o adecuación de la red reservadas a la distribución que es necesario realizar a fin de hacer posible dicho suministro:

1. Trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio.

De conformidad con lo dispuesto en la legislación vigente, los trabajos que afectan a instalaciones de la red de distribución en servicio, comprendidos en este apartado 1, habrán de ser realizados en todo caso por esta empresa distribuidora, en su condición de propietario de esas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo su coste a cargo del solicitante. En su caso concreto:

- Adjuntamos presupuesto detallado de los trabajos de adecuación o reforma de instalaciones en servicio, a realizar por Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal y de los materiales utilizados en el entronque, cuyo importe asciende a:

  Trabajos adecuación instalaciones existentes y materiales utilizados en el entronque: 115,85 €

(No incluye los trabajos contemplados en el apartado 2)

La operación de entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente, será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.

2. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red.

En el pliego de condiciones técnicas le informamos de la necesidad de construir determinadas instalaciones de extensión que no afectan a la red en servicio.

Estos trabajos podrán ser ejecutados a requerimiento del solicitante por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora, para lo que será necesario que Ud solicite el correspondiente presupuesto a la empresa o empresas que considere oportuno.

Para mayor claridad y conforme dispone el artículo 25.3 del Real Decreto 1048/2013, a continuación resumimos las opciones de que Ud dispone para la realización de las instalaciones de la red de distribución que son precisas para atender el suministro:

a) Encomendar directamente a Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal la ejecución de las instalaciones de nueva extensión de red.

Para ello es preciso que por su parte solicite el correspondiente presupuesto de instalaciones de nueva extensión de red a esta distribuidora.

b) Encomendar la construcción de las instalaciones de extensión de la red (apartado 2) a una empresa instaladora legalmente autorizada.

En este caso, conforme a la legislación vigente, Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal debe llevar a cabo únicamente los trabajos con afección a instalaciones en servicio (apartado 1), y supervisar las infraestructuras realizadas por el instalador autorizado de su elección, percibiendo por ello los derechos de supervisión baremados según la Orden ITC 3519/2009 de 28 de diciembre. Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, y una vez dispongamos de toda la información necesaria para su cálculo, le notificaremos el importe de los mismos.

Por lo tanto, si el solicitante decide encargar los trabajos de nueva extensión de red (apartado 2) a una empresa instaladora autorizada, el importe a abonar a Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal es el que le indicamos a continuación:

- Derechos de Supervisión:	0,00 €
- Trabajos adecuación de instalaciones existentes:	115,85 €
- **Suma parcial:**	**115,85 €**
- I.V.A. en vigor (21 %)[1]:	24,33 €
- **Total importe abonar SOLICITANTE:**	**140,18 €**

Este presupuesto no incluye la ejecución de las instalaciones de nueva extensión de red, cuyo importe deberá solicitarlo a la empresa o empresas que usted considere, bien un instalador autorizado de su libre elección o Endesa Distribución Eléctrica, S.L. Unipersonal.

Si esta alternativa es de su interés, para su comodidad puede hacer efectivo el importe mencionado, 140,18 € mediante transferencia bancaria a la cuenta ES21-0182-3994-05-0202687000, haciendo constar en el justificante la referencia de la solicitud nº NSCG 1153018 así como que la opción elegida ha sido la "B)", enviándolo al correo electrónico Solicitudes.NNSS@endesa.es, identificando nombre y N.I.F. de la persona (física o jurídica) a quien debe emitirse la factura, con antelación suficiente para la consecución de los permisos necesarios y la ejecución de los trabajos.

endesa Distribución

PRESUPUESTO

ESTUDIO TECNICO Nº EN8FH

Solicitud de suministro eléctrico	Fecha de emisión	Número de Página
00010/001/1153018	04/10/2018	01

Nombre o Razón social del Cliente: DIR.GRAL.OBRAS HIDRAHULICAS M.MED.AMB.	DNI / CIF: S2817039G	Teléfono:
Dirección del Cliente: AVDA. PIO XII, 102 MADRID 28036 . Madrid-Spain		
Dirección del suministro: CADIZ - SECADERO, BOMBEO, SAN MARTIN TESORILLO, 11340, (CA)		
Subsector de actividad: DESCONOCIDO		

DESGLOSE

Unidades	Descripción	Precio unitario	Total
1	CANALIZ TIPO C EN ACERADO 2T (PROF < 1M) (ANCHO HASTA	32,98	32,98
,45	REPOSICIÓN PAVIMENTO BALDOSA U HORMIGÓN	25,16	11,32
15	TENDIDO BAJO TUBO BT >50 MM2	4,77	71,55
1	ENTRONQUE/MANO OBRA-CONEXIÓN A CABLE CON TERMINAL		
1	ENTRONQUE/MANO OBRA-PUESTA EN SERVICIO NUEVA RED BT		
,62	ENTRONQUE/MANO OBRA-FACTURACION TRABAJOS ESPECIALES		
	SUMA DE UNIDADES DE OBRA:		115,85
	PRESUPUESTO TOTAL:		115,85

NOTA: TODAS LAS CANTIDADES FIGURAN EN EUROS Y SIN IMPUESTOS VIGENTES.

LA VALIDEZ DE ESTAS CONDICIONES: 6 MESES

Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal · R.M. de Madrid, Tomo 36.600, Libro 0, Folio 107, Hoja M-272592 - Domicilio Social: Ribera del Loira, 60 28042 Madrid · C.I.F. B82846817