



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**ESTUDIO DE SOLUCIONES DEL SANEAMIENTO Y
DEPURACIÓN EN LAS AGLOMERACIONES URBANAS DE LA
CHINA, BUTARQUE Y SUR. TT.MM MADRID Y GETAFE
(MADRID)**

Nº EXPEDIENTE: 03.328-0793/0311

**PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE
TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS**



CYGSA
CONTROL Y GEOLOGÍA, S.A.

SEPTIEMBRE 2020



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1 MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

1. ANTECEDENTES
2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL
4. TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO
5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
6. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA
7. ESTUDIO DE POBLACIÓN, CAUDALES Y CARGAS CONTAMINANTES
8. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA
9. INUNDABILIDAD
10. ACOMETIDAS DE SERVICIOS Y SERVICIOS AFECTADOS
11. TERRENOS AFECTADOS
12. MEDIDAS CORRECTORAS CONTENIDAS EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
13. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

DOCUMENTO Nº2 PLANOS

DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

1. MEDICIONES
 2. CUADRO DE PRECIOS Nº1
 3. PRESUPUESTOS PARCIALES Y GENERAL
-

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA



MEMORIA

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO	3
1.1.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	4
1.2.- OBJETO DEL ESTUDIO INFORMATIVO.....	4
2.- ÁMBITO DEL ESTUDIO	6
2.1.- ÁMBITO GENERAL DEL ESTUDIO.....	6
2.2.- SISTEMA DE COLECTORES Y TANQUES DE TORMENTA	7
2.2.1.- Colectores	7
2.2.2.- Tanques de tormenta.....	7
3.- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	9
3.1.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN TIEMPO DE LLUVIA.....	9
3.2.- DIAGNOSIS GENERAL DEL SISTEMA.....	12
4.- ACTUACIONES PROPUESTAS Y ALTERNATIVAS.....	13
4.1.- ACTUACIONES PROPUESTAS	13
4.2.- ALTERNATIVAS	13
4.2.1.- Tanque de Tormentas Sur	13
4.2.2.- Nuevo colector del AGMI	15
4.2.3.- Nuevo colector Abroñigales-Sur	16
4.2.4.- Combinaciones de alternativas para el sistema de colectores y tanques de tormentas	16
5.- VALORACIÓN AMBIENTAL	18
6.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES.....	19
6.1.- TANQUE DE TORMENTAS SUR.....	19
6.1.1.- Geometría y estructura	19
6.1.2.- Sistema de limpieza.....	19
6.1.3.- Sistema de vaciado	19
6.1.4.- Accesos e instalaciones interiores	20
6.1.5.- Exterior	20
6.2.- COLECTORES	20
6.2.1.- Aumento de la capacidad de salida del AGMI.....	20
6.2.2.- Colector Tanque de Tormentas Sur I.....	21
6.2.3.- Colector Tanque de Tormentas Sur II.....	21



6.2.4.- Cámaras de Conexión	22
6.2.5.- Reposición del colector Sur	23
6.2.6.- Nuevo colector de conexión II	23
6.3.- ESQUEMA FINAL DEL SISTEMA.....	23
7.- DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO	26
7.1.- VOLUMEN DEL TANQUE DE TORMENTAS.....	26
7.2.- COLECTORES	26
8.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	28
9.- ACOMETIDAS DE SERVICIOS.....	29
9.1.- AGUA POTABLE	29
9.2.- AGUA REGENERADA	29
9.3.- ELECTRICIDAD.....	29
10.- OTROS ASPECTOS DEL ESTUDIO.....	31
10.1.- SEGURIDAD Y SALUD.....	31
10.2.- RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN.....	31
10.3.- MEDIDAS CORRECTORAS	31
10.4.- SERVICIOS AFECTADOS	31
10.5.- TERRENOS AFECTADOS.....	31
10.6.- INUNDABILIDAD	32
11.- VALORACIÓN ESTIMADA	33
12.- CONTENIDO DEL ESTUDIO.....	34
13.- CONCLUSIONES.....	35



1.- ANTECEDENTES Y OBJETO

El Ministerio de Medio Ambiente (ahora Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), en colaboración con las Comunidades Autónomas, redactó el “Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015”, para dar respuesta a las nuevas necesidades planteadas por la Directiva Marco del Agua y establecer un conjunto de actuaciones derivadas de las declaraciones de zonas sensibles que exigen la ejecución de una serie de ampliaciones y reformas para implantar un tratamiento más riguroso en muchas de las estaciones de depuración de agua residuales (EDAR en adelante) situadas en esas zonas.

Con fecha 21 de septiembre de 2009 se firmó el “Protocolo General de Colaboración en Ejecución del Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015” entre el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y el Ayuntamiento de Madrid. En dicho Protocolo se estableció que la Administración General del Estado ejecutaría y financiaría las siguientes actuaciones, **declaradas posteriormente de Interés General del Estado por Ley 26/2009 de Presupuestos Generales:**

- **Aglomeración de La China-Butarque**
- **Aglomeración Sur**

Estas actuaciones vienen motivadas porque los tratamientos que realizan las EDAR de La China, Butarque y Sur tienen que adecuarse a lo establecido en la legislación en cuanto a eliminación de nutrientes, ya que el efluente de estas depuradoras se incorpora al río Manzanares, el cual forma parte de una zona catalogada como sensible por Resolución Ministerial de 10 de julio de 2006.

La normativa básica que rige el tratamiento de aguas residuales urbanas es:

- La **Directiva 2000/60/CE (Directiva Marco del Agua)** por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas entró en vigor el 22 de diciembre del 2000. La trasposición de esta Directiva se realizó mediante la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social que incluye, en su artículo 129, la modificación del **texto refundido de la Ley de Aguas** por la que se incorpora al derecho español la Directiva 2000/60/CE, estableciendo un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- El **Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental**, tiene por objeto establecer criterios básicos y homogéneos para el diseño y la implantación de los programas de seguimiento del estado de las masas de agua superficiales y para el control adicional de las zonas protegidas; definir los criterios, condiciones de referencia y los límites de cambio de clase para clasificar el estado ecológico de las masas de agua; establecer las NCA de las sustancias prioritarias y preferentes para clasificar el estado de las aguas, así como definir el procedimiento para el cálculo de estas normas para los contaminantes específicos; y por último, recoger las obligaciones

de intercambio de información y definir el sistema de información sobre el estado de las aguas en aras del cumplimiento de legislación que regula los derechos de acceso a la información y de participación pública.

- La **Directiva 91/271/CE, de 21 de mayo**, la cual establece cuáles son los requerimientos mínimos para realizar la recogida, el tratamiento y los vertidos de las aguas residuales urbanas. Esta Directiva ha sido transpuesta a la normativa española por **RD 817/2015**, el **R.D. Ley 11/1995**, el **R.D. 509/1996**, que lo desarrolla, y el **R.D. 2116/1998** que modifica el anterior
- **Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre**, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas

El largo periodo de tiempo transcurrido desde la construcción de dichas EDAR y la necesidad de adaptarlas a las nuevas exigencias requiere un análisis en profundidad del estado de las instalaciones existentes y como consecuencia la determinación de las actuaciones a llevar a cabo.

1.1.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, en su artículo 7 describe los proyectos que deben ser objeto de evaluación de impacto ambiental ordinaria o simplificada. La Ley hace referencia a los proyectos contenidos en sus anexos I (para evaluaciones ordinarias) y II (para las simplificadas).

La Ley contempla en su anexo I las plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea superior a 150.000 habitantes-equivalentes.

El estudio de soluciones de las aglomeraciones urbanas de La china, Butarque y Sur busca, entre otros aspectos, el tratamiento de aguas residuales de tres plantas que juntas suman una capacidad de más de 5.800.000 habitantes equivalentes y que independientemente tienen una capacidad aproximada de 1.300.000 habitantes-equivalentes La China, 1.600.000 habitantes-equivalentes Butarque y 2.900.000 habitantes-equivalentes Sur.

Por tanto, el estudio de soluciones se encuentra dentro de las actividades consideradas en el anexo I y debiendo ser sometido a procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario.

Dicho Estudio de Impacto Ambiental debe ir acompañado de un proyecto o documento técnico en el cuál se definan las actuaciones sometidas a evaluación ambiental

1.2.- OBJETO DEL ESTUDIO INFORMATIVO

Durante el análisis de la situación actual del sistema de saneamiento de las aglomeraciones China-Butarque-Sur se pudo observar que existe un déficit de mejora no solo de las infraestructuras encargadas de la depuración del agua residual, sino también de aquellas encargadas de la gestión de las aguas pluviales que producen vertidos a cauce, es necesario recordar que la red de saneamiento de Madrid es, en su mayor parte, unitaria (DSU).



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

El objetivo final del estudio sobre estas aglomeraciones no es otro que alcanzar un buen estado del cauce del Manzanares a su paso y aguas abajo de la ciudad de Madrid. Por ello, ha sido necesario definir e incluir en el Estudio de Impacto Ambiental, estas nuevas actuaciones encargadas de disminuir los alivios a este cauce durante los episodios de precipitaciones.

En este documento se realiza una definición, a nivel de estudio informativo, de estas actuaciones con el fin de dotar de un documento técnico de apoyo al Estudio de Impacto Ambiental al cuál acompaña.

2.- ÁMBITO DEL ESTUDIO

2.1.- ÁMBITO GENERAL DEL ESTUDIO

El ámbito del estudio lo componen todos los elementos del sistema de saneamiento de la ciudad de Madrid que vierte sus aguas al tramo urbano del río Manzanares (sistema Manzanares).

El esquema de saneamiento del sistema Manzanares cuenta con los siguientes elementos:

- Una serie de cuencas o áreas de vertido, denominando cuenca a la parte de la ciudad cuyos vertidos, a través de la red de alcantarillado, confluyen hacia un punto concreto (en el que generalmente se han situado las EDAR).
De aguas arriba a aguas abajo se localizan las cuencas de: Viveros, China, Butarque, Gavia, Sur y Suroriental.
- Colectores de saneamiento. Concentran las aguas residuales y pluviales recogidas por la red de alcantarillado y las dirigen aguas abajo hacia las EDAR para su tratamiento. Su funcionamiento en el sistema Manzanares es por gravedad excepto casos puntuales. La red de colectores también permite enviar el agua de una cuenca hacia otras infraestructuras situadas aguas abajo.
- Aliviaderos, puntos donde se producen confluencia de diversos colectores y se pueden realizar alivios al cauce en el caso de que la los caudales de entrada sean superiores a la capacidad aguas abajo.
El principal aliviadero del ámbito de estudio es el Aliviadero General de la Margen Izquierda (AGMI). Se trata de un gran aliviadero (120 m de longitud aproximadamente) en el que se unifican los principales colectores de la margen izquierda del Manzanares y desde donde se reconduce el agua a las EDAR de China y Sur (en el apartado siguiente se amplía esta descripción).
- Tanques de tormentas: Existen de dos tipos:
 - Tanques de tormenta de regulación (TT). Son de gran volumen y están asociados generalmente a una EDAR. Su función es almacenar las primeras aguas de un episodio de lluvia y evitar el vertido al río antes de alcanzar los parámetros de dilución que se hayan especificado.
 - Tanques de alivio (TA). Son de pequeño volumen y actúan en las conexiones entre los colectores transversales y los grandes colectores de transporte para que no se produzcan alivios directos antes de alcanzar los parámetros de dilución que se hayan especificado.
- Estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR). De aguas arriba a aguas abajo se encuentran las siguientes: Viveros de la Villa, La China, La Gavia, Butarque, Sur y Suroriental.
- Estaciones regeneradoras de aguas residuales (ERAR). Tratan el agua depurada para convertirla en agua regenerada utilizable para riego de parques y jardines. Están situadas y asociadas a algunas de las EDAR. En el sistema Manzanares se encuentran la ERAR Viveros, la ERAR La China y la ERAR La Gavia.



2.2.- SISTEMA DE COLECTORES Y TANQUES DE TORMENTA

2.2.1.- Colectores

En la ciudad de Madrid la mayor parte de los colectores existentes son unitarios, es decir, transportan tanto agua residual como agua pluvial durante los episodios de lluvia.

La red de colectores del Manzanares se clasifica en:

- Colectores generales de saneamiento. Recogen el agua de los colectores transversales y la dirigen, aguas abajo, hacia las EDAR. Se trata de una serie de colectores que discurren paralelos y por ambos márgenes del río:
 - Colectores de margen derecha. Recogen las aguas residuales y pluviales desde aguas abajo de la EDAR de Viveros hasta la EDAR Butarque
 - Colectores de margen izquierda. Recogen las aguas desde Viveros hasta el Aliviadero General de la Margen Izquierda (A.G.M.I.)
 - Colector Sur. Situado en la margen izquierda, parte del A.G.M.I. y termina en la EDAR Sur.
- Colectores transversales. Hay 17 colectores transversales (denominados en Madrid colectores tributarios) conectados con los colectores generales. En las uniones se han dispuesto unos depósitos de alivio (tanques de tormenta de pequeño tamaño) para evitar los vertidos directos al río sin alcanzar la dilución fijada de 17:1.

Se incluyen también dos elementos singulares cuya importancia en el funcionamiento de la red de saneamiento quedará justificada en los apartados posteriores.

- Aliviadero general de la margen izquierda (A.G.M.I.). En esta infraestructura se unen los colectores de margen izquierda con los colectores generales transversales que recogen los vertidos de la subcuenca de la Castellana (colectores Axiles) y de la M-30 (colectores de Abroñigales). Desde este punto se dirige un colector hacia la EDAR La China y también arranca el Colector Sur.
- Bypass de Abroñigales. Se trata de un interceptor de gran diámetro que permite desviar los caudales de los colectores de Abroñigales y Axiles antes de que confluyan en el A.G.M.I. para evitar, en lo posible, que se desborde en episodios de lluvias. Termina en el tanque de tormentas de Abroñigales.

2.2.2.- Tanques de tormenta

En la actualidad, la ciudad de Madrid se ha dotado de un sistema de aliviaderos y tanques de tormenta para evitar los vertidos directos al río de aguas provenientes de la red de saneamiento (DSU). Se trata de un conjunto de 37 tanques, de los que cuatro de ellos son de gran tamaño y están asociados a una EDAR, tal y como se ha mencionado en apartados anteriores.

Estos tanques de gran capacidad y las EDAR asociadas son:

- Arroyofresno (400.000 m³) - EDAR de Viveros de la Villa.
- China (136.000 m³) - EDAR La China.
- Butarque (359.000 m³) - EDAR Butarque.



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

- Abroñigales (206.000 m³) - EDAR Sur.

El resto son tanques de alivio en las intersecciones de los colectores tributarios con los colectores generales. Están dimensionados para no verter agua al río hasta no alcanzar una dilución de 17:1 (los proyectos de los ejecutados en primer lugar se dimensionaron con una dilución de 10:1).



3.- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN TIEMPO DE LLUVIA

Durante los episodios de lluvia, los tanques de tormenta de regulación (Arroyofresno, Butarque, China y Abroñigales) almacenan el agua que las EDAR no son capaces de asimilar para su posterior tratamiento (efecto laminador). Durante su llenado se deriva agua hacia su interior siempre que el tanque tenga capacidad y los caudales sean superiores a los que puede asumir la EDAR, es decir, actualmente se producen estos llenados sin un control efectivo de la dilución. Cuando estos depósitos alcanzan su capacidad máxima los caudales pluviales se derivan directamente a cauce.

Los tanques de tormenta de menor tamaño (tanques de alivio) tienen capacidad reducida y actúan principalmente como aliviaderos a cauce con un pequeño volumen de almacenamiento para evitar la contaminación más elevada de la primera parte del hidrograma. Este volumen se devuelve posteriormente a los colectores para tratarse en las EDAR.

Las cuencas de vertido de cada tanque de tormenta difieren en algunos casos de las cuencas de vertido de aguas residuales a cada una de la EDAR.

- En el caso de las cuencas de Viveros y Butarque el comportamiento no varía, en ambos casos las pluviales se recogen en sus tanques de tormenta respectivos (Arroyofresno y Butarque) hasta que se alcanza el nivel máximo de estos. Cuando esto sucede, se realizan los vertidos a cauce a través de los aliviaderos de los propios tanques.
- Sin embargo, el tanque de Arroyofresno, aunque da servicio a la cuenca de Viveros, se vacía, actualmente, contra la margen derecha y, por lo tanto, contra la EDAR Butarque, debido a la insuficiente capacidad de la EDAR de Viveros.
- En el caso de la cuenca de China, cuando se producen estos episodios de lluvia, no todo el caudal se direcciona hacia el TT de China, existe un colector que recoge los caudales de los colectores Abroñigales y Axiles y los conduce hasta el TT de Abroñigales, mediante un by-pass (By-pass Abroñigales), al TT y la EDAR La China.

De esta forma el funcionamiento de la margen izquierda, aguas abajo de Viveros, durante los episodios de lluvia se divide en dos partes:

- La zona más próxima al cauce, una franja de la cuenca en la margen izquierda del cauce cuyas aguas pluviales son recogidas por diversos colectores tributarios que desembocan todos ellos en el Colector de Margen Izquierda (CMI en adelante), este colector se encuentra doblado en algunos puntos para aumentar su capacidad.

Este CMI desemboca en el Aliviadero General de Margen Izquierda de donde parten los siguientes colectores.

- Colector de China (con destino la EDAR La China)
- Colector Sur, con destino la EDAR Sur
- Colectores de Conexión, de llenado del Tanque de Tormentas de la China



Los colectores de La China y Sur pueden derivar también agua al TT de La China por medio de un partidor. A su vez, el TT de La China se vacía contra estos dos colectores.

- La zona más oriental y situada al norte de la cuenca, en este caso las aguas pluviales se recogen por los colectores Axiles y Abroñigales hasta llegar al partidor de Abroñigales. Este partidor deriva los caudales superiores a $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ por el colector del By-Pass de Abroñigales hasta el TT de Abroñigales

Los caudales que no se derivan por el By-Pass de Abroñigales continúan por los colectores de Abroñigales hasta llegar al AGMI donde existen las salidas ya comentadas anteriormente.

El By-Pass de Abroñigales conecta además con el Colector Sur aguas abajo del TT de Abroñigales mediante un colector de conexión con una capacidad limitada a $12 \text{ m}^3/\text{s}$. El TT de Abroñigales, a su vez, se vacía en el Colector Sur.

Aguas abajo del TT de Abroñigales se localiza la conexión entre el Colector Sur y el colector de la Gavia, que transporta los excedentes que no son tratados en la EDAR de la Gavia,

El siguiente esquema muestra los diferentes elementos y sus interconexiones según lo expuesto anteriormente:

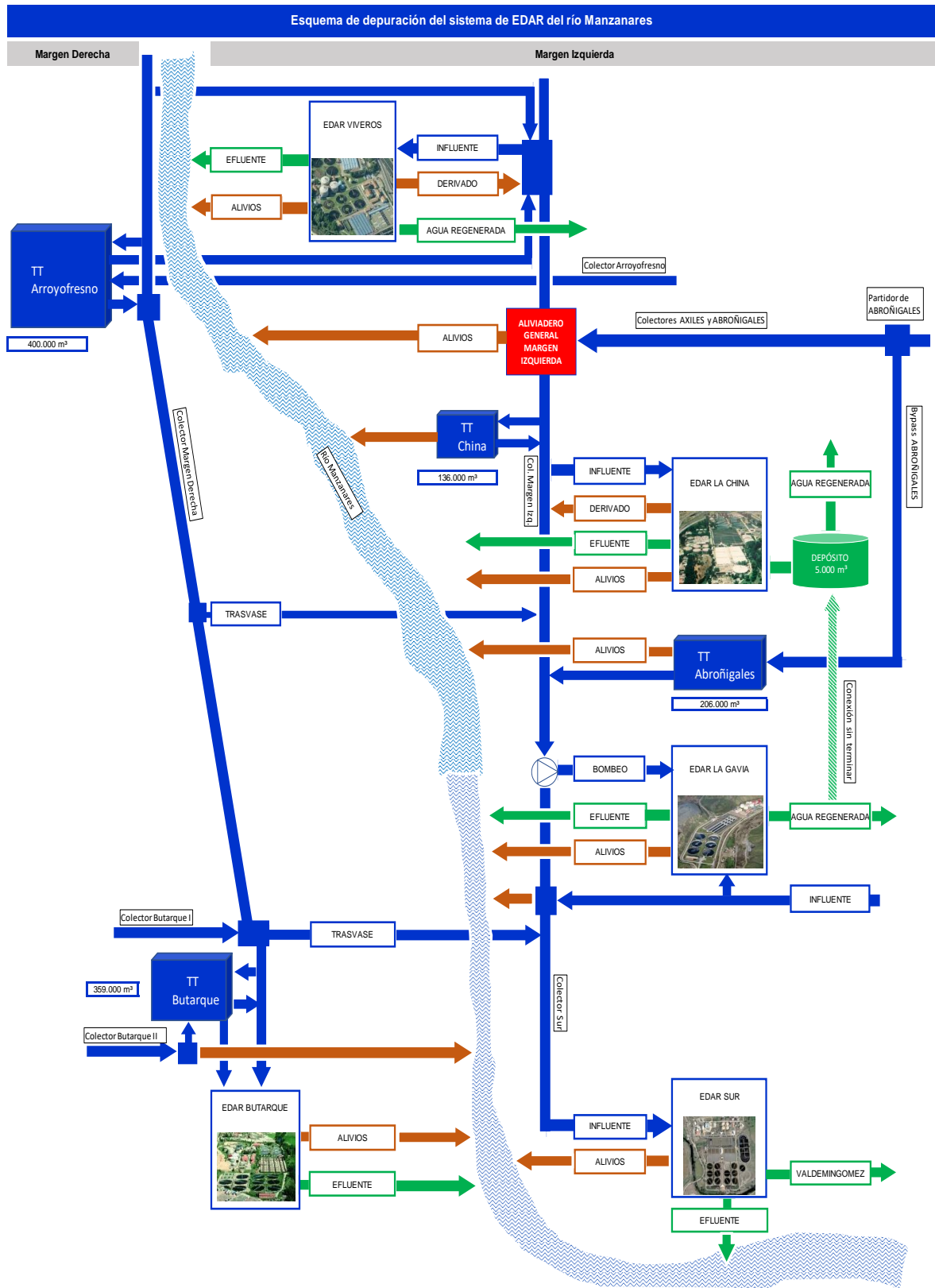


Ilustración 1. Esquema general del funcionamiento del sistema de saneamiento del Manzanares



3.2.- DIAGNOSIS GENERAL DEL SISTEMA

El sistema de saneamiento formado por el conjunto de colectores, tanques de tormenta y depuradoras no evita, en su totalidad, el vertido de aguas pluviales sin haber recibido el tratamiento necesario o sin haber alcanzado los criterios de dilución, para cumplir con las especificaciones del PHT.

Las principales deficiencias a corregir con las infraestructuras incluidas en este estudio informativo son las siguientes:

- Incapacidad de los colectores de salida del AGMI de forma que no pueden derivar hacia aguas abajo las aguas que le llegan en periodos de lluvias, por lo que se producen vertidos directos en este punto, dentro de la zona urbana del cauce y en el parque lineal del Manzanares.
- El sistema de tanques de tormenta no está completo teniendo un déficit de capacidad de almacenamiento de forma que se puedan almacenar los volúmenes de escorrentía necesarios hasta alcanzar el criterio de dilución 17:1 fijado por la Confederación Hidrográfica del Tajo.



4.- ACTUACIONES PROPUESTAS Y ALTERNATIVAS

4.1.- ACTUACIONES PROPUESTAS

Tras el diagnóstico realizado en el apartado anterior se propone la ejecución de las siguientes actuaciones:

1. Ejecución de un nuevo **colector** de forma que **se aumente la capacidad de salida del AGMI** disminuyendo de esta forma los vertidos dentro del ámbito urbano.
2. Ejecución de **un nuevo tanque de tormentas** que almacene los caudales excedentes del AGMI (a través del nuevo colector indicado en el apartado anterior), del tanque de tormentas de Abroñigales y del aliviadero de La Gavia.

4.2.- ALTERNATIVAS

Se indican a continuación las alternativas planteadas para las dos actuaciones principales del estudio definidas en el apartado anterior.

4.2.1.- Tanque de Tormentas Sur

4.2.1.1.- Descripción

Este nuevo tanque de tormentas deberá situarse aguas abajo del tanque de Abroñigales y recibe el nombre de **Tanque de Tormentas Sur**. Hay que señalar que, aunque este nuevo tanque da servicio a la EDAR Sur, no recoge las pluviales de su cuenca de aporte puesto que esta, en la actualidad, es prácticamente inexistente.

Se ha tenido en cuenta una previsión de desarrollo urbanístico para la conformación de esta cuenca y la determinación de los caudales residuales de la EDAR Sur en el año horizonte, pero no para el cálculo del aporte de pluviales puesto que esto supondría aplicar un coeficiente de lluvia neta que depende del grado y tipología de urbanización que tenga esta cuenca y que parece muy aventurado a día de hoy. Además, teniendo en cuenta que se trata de nuevos desarrollos es previsible, y deseable, que se establezcan en esta nueva cuenca Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS) que favorezcan la eliminación en origen de estos caudales asociados a los eventos de lluvia mediante tecnologías ambientalmente favorables tales como zonas verdes para favorecer la infiltración, pequeñas lagunas, pavimentos drenantes, etc.

El volumen del tanque de tormentas será aquel que permita almacenar la parte de los caudales de pluviales que no cumplan los criterios de dilución indicados en este documento (17:1) respecto al área total drenada. En el anejo de dimensionamiento hidráulico queda justificado este volumen en 400.000 m³.

4.2.1.2.- Ubicaciones para el Tanque de Tormentas Sur

Una vez definido el volumen necesario de almacenamiento se definen en este apartado las alternativas existentes para la ubicación del Tanque de Tormentas Sur.

Parcela frente a la EDAR Butarque (U1)

Se trata de una parcela situada frente a la EDAR Butarque, en la margen izquierda del Manzanares. La superficie disponible para el tanque es superior a los 120.000 m².



Ilustración 2. Ubicación 1 para el TT Sur

Parcela frente a la EDAR de la Gavia (U2)

Se trata de una parcela situada en uno de los meandros del cauce del Manzanares, en margen izquierda, inmediatamente aguas abajo del aliviadero del TT de Abroñigales. La superficie disponible para el tanque es de aproximadamente 70.000 m².



Ilustración 3. Ubicación 2 para el TT Sur

4.2.2.- Nuevo colector del AGMI

4.2.2.1.- Descripción

Tal y como se ha indicado en apartados anteriores, la diferencia de capacidad entre los colectores de entrada al AGMI y los de salida produce alivios en este punto.

Estos alivios a cauce se producen en el tramo de río que atraviesa el parque lineal del Manzanares y dentro de la zona urbana. Por ello, independientemente del nivel de dilución, se pretende eliminar este punto de alivio.

Para dar solución a este aspecto se propone aumentar la capacidad de salida del AGMI mediante este nuevo colector.

4.2.2.2.- Alternativas de trazados

Existen dos alternativas para el trazado del nuevo colector, por la margen izquierda del cauce, margen en la cual se encuentra el AGMI, o por la margen derecha mediante un cruce del cauce.

Margen izquierda

Se propone un colector de salida del AGMI por margen izquierda del cauce, dejando el TT de La China a su derecha, cruzando la actual parcela de la EDAR de La China y salvando el nudo M-40 / A-4 mediante una hinca.

El punto final de este colector será el aliviadero actual del TT de Abroñigales.



Margen derecha

Se propone un cruce del cauce con un colector desde el lado derecho de aguas arriba del AGMI hasta la margen derecha. El punto de conexión será en una arqueta que incluya también el colector de margen derecha nuevo (C.M.D nuevo). Este punto de encuentro con el colector será aguas abajo del TT de González Feito.

Desde esta arqueta se traza un colector paralelo al CMD nuevo, que cruza mediante hinca por debajo del nudo de la A-4 hasta una nueva arqueta a la altura del PK 3+800 del CMD. Desde esta nueva arqueta (que también comunica con el CMD nuevo), se plantea un nuevo cruce con una capacidad de al menos el mismo valor que el cruce de salida del AGMI para retornar los caudales a la margen izquierda.

En esta margen se continuará el colector hasta el punto final situado en el aliviadero actual del TT de Abroñigales.

4.2.3.- Nuevo colector Abroñigales-Sur

4.2.3.1.- Descripción

Este nuevo colector permitirá transportar los excedentes que no se almacenen en el TT de Abroñigales junto con los excedentes del AGMI hasta el nuevo Tanque de Tormentas Sur.

El punto de conexión se realiza sobre el propio aliviadero del TT de Abroñigales (puesto que este tiene capacidad para aliviar todos los caudales que llegan por el by-pass y, además, está situado al otro lado de la L.A.V., con lo que no será necesario realizar un nuevo cruce bajo las vías).

4.2.3.2.- Trazado

Este nuevo colector se situará en margen izquierda del Manzanares, con punto de partida el aliviadero del TT de Abroñigales y punto final el nuevo TT Sur.

En este caso, las alternativas de trazado vendrán determinadas por la ubicación del Tanque de Tormentas Sur.

4.2.4.- Combinaciones de alternativas para el sistema de colectores y tanques de tormentas

De acuerdo a las descripciones anteriores se tienen cuatro alternativas en función de la margen por la que discorra el primer tramo del colector de salida del AGMI y de la parcela donde implantar el tanque de tormentas:



CÓDIGO	COLECTORES	UBICACIONES DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR	VOLUMEN DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR
MI.U1	1.- AGMI-Aliviadero Abroñigales por MI	Parcela frente a EDAR de Butaque	400.000 m ³
MI.U2	2.- Aliviadero. Abroñigales-TT Sur por M.I.	Parcela Frente a EDAR de la Gavia	
MD.U1	1.- AGMI-Aliviadero Abroñigales por MD (2 cruces del río)	Parcela frente a EDAR de Butaque	
MD.U2	2.- Aliviadero Abroñigales-TT Sur por MI	Parcela Frente a EDAR de la Gavia	

Tabla 1. Cuadro resumen de alternativas

5.- VALORACIÓN AMBIENTAL

En el apartado correspondiente del Estudio de Impacto Ambiental se realiza una identificación de los efectos ambientales de las alternativas estudiadas y una cuantificación de los mismos mediante datos mensurables.

Esta cuantificación se jerarquiza para poder conocer su importancia relativa y poder obtener resultados comparables. Con ellos, se obtiene la siguiente tabla.

COMPARATIVA ALTERNATIVAS POR VALORACIÓN EFECTOS SEGÚN ASPECTO AMBIENTAL	VALORACIÓN DE ÁMBITO DE ESTUDIO	ALTERNATIVA MIU1	ALTERNATIVA MIU2	ALTERNATIVA MDU1	ALTERNATIVA MDU2
la población (usos del suelo, PGOU, expropiaciones, servicios afectados, cortes de la salud humana)	8	-280	-280	-416	-416
	12	-216	-216	-432	-432
la flora: cubierta vegetal -distribución y estructura- (en DPH, en terrenos forestales, la fauna: especies, especies protegidas)	6	-174	-192	-270	-288
	6	-156	-156	-156	-156
la biodiversidad: individuos, poblaciones (silvestres, extinguidas, en listado, la conectividad ecológica (art21 42/07) de EPRN2000, cursos fluviales, vías pecuarias,	6	-120	-120	-120	-120
	1	-37	-37	-40	-40
las especies exóticas invasoras; en relación con la caza y la pesca continental	1	0	0	0	0
la geodiversidad (utilización de materiales)	1	-38	-38	-57	-57
el suelo	1	-46	-46	-53	-53
el subsuelo: el sistema hidrogeológico (permeabilidad, flujos, acuíferos, calidad,	8	-320	-320	-640	-640
la atmósfera (aire -calidad-, ruidos, vibraciones, emisiones de gases y partículas y olores)	2	-56	-56	-82	-82
el sistema hidrológico (régimen de caudales; calidad y cantidad; DPH u otra de las zonas del	8	-184	-160	-552	-552
el cambio climático)	4	0	0	0	0
el paisaje	2	-80	-80	-110	-110
los bienes materiales: las vías pecuarias	6	-192	-192	-270	-270
los bienes materiales: los yacimientos arqueológicos y paleontológicos	6	-228	-228	-306	-306
los espacios protegidos según la 42/07: ENP, EPRN2000, APxII; art46 EPRN2000	14	0	0	0	0
los terrenos forestales y su funcionalidad	8	0	0	0	0
	100	-2127	-2121	-3504	-3522

Tabla 2. Valoración final de las alternativas en el Estudio de Impacto Ambiental

Según se puede observar en esta tabla, con la jerarquización de las puntuaciones obtenidas para las 4 alternativas, la alternativa MDU2 obtiene la mayor puntuación negativa y la alternativa MIU2 la menor puntuación negativa. Las alternativas por margen derecha tienen peores puntuaciones que las alternativas por margen izquierda.

Por ello, la alternativa finalmente seleccionada y desarrollada en este Estudio Informativo será la alternativa MIU2, es decir, la alternativa donde el colector del AGMI va por margen izquierda del cauce y el nuevo Tanque de Tormentas Sur se ubica en la parcela situada frente a la EDAR de La Gavia.



6.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES

Se describen a continuación las actuaciones finalmente propuestas y desarrolladas en el presente estudio.

6.1.- TANQUE DE TORMENTAS SUR

Se define un nuevo depósito para almacenar las aguas pluviales situado en la margen izquierda del cauce del Manzanares y aguas abajo del tanque de tormentas de Abroñigales. El tanque se ubica en un meandro del cauce entre el aliviadero de Abroñigales y el aliviadero de La Gavia, de forma que estos dos elementos se pueden conectar al tanque fácilmente.

6.1.1.- Geometría y estructura

La forma del tanque en planta es trapezoidal adaptándose a la geometría del terreno con una superficie aproximada de 65 ha y una profundidad máxima de 12,6 m entre losa inferior y forjado.

Interiormente el tanque se divide en 3 vasos, Norte, Central y Sur, los dos vasos extremos cuentan con sendas cámaras de entrada donde se conectan los colectores que vienen desde el AGMI y del aliviadero de Abroñigales por el norte y desde el aliviadero de La Gavia por el sur.

Estructuralmente el depósito está cimentado mediante pilotes agrupados en grupos de 3 mediante encepados, de cada encepado sale un pilar hasta la cubierta de hormigón armado. Los encepados están unidos mediante una losa que hace, a su vez, de solera inferior del depósito. Los muros exteriores del tanque se ejecutan mediante muros pantalla previos a la excavación interior.

El tanque cuenta con un aliviadero de emergencia en su extremo sur, con el labio del mismo situado a la cota 554,87. Este aliviadero está formado por 3 marcos de 5 m de ancho y 3 m de alto cada uno con una pendiente del 0,4 %. El punto final del vertido es en la misma zona donde se produce el vertido del aliviadero de la Gavia.

6.1.2.- Sistema de limpieza

El sistema de limpieza del tanque se define mediante carriles de limpieza separados por muretes que desembocan en carriles centrales, a una cota 30 cm inferior a los anteriores, que conducen el agua hasta los pozos de bombeo. Todos los carriles tienen una pendiente del 1%.

Se definen limpiadores basculantes en los extremos de los carriles de limpieza sostenidos en sus dos extremos por muros que podrán llegar hasta la cubierta o no en función de las necesidades estructurales.

Está previsto que estos limpiadores se llenen por medio de la red de Agua Regenerada del Ayuntamiento mediante una acometida a la misma.

6.1.3.- Sistema de vaciado

El vaciado del tanque se realiza en dos pozos de bombeo, cada uno de los cuales tiene comunicación con el vaso central y con uno de los vasos Norte o Sur. Estas



comunicaciones están reguladas por compuertas de forma que se puede realizar un vaciado por vasos o total del tanque.

Las conducciones de vaciado discurren por encima del tanque mediante una canalización con losas de hormigón desmontables en su parte superior y cuando salen de la proyección del tanque continúan mediante una canalización enterrada hasta los puntos de vaciado. En este caso, se han definido dos puntos de conexión para su vaciado. Uno sobre el colector Sur, en el bombeo que actualmente existe de este colector sobre la EDAR de LA Gavia, y otro, previo cruce del cauce de las conducciones de vaciado, sobre el colector de Margen Derecha. De esta forma el nuevo tanque se podrá vaciar sobre 3 EDAR, La Gavia, Sur y Butarque.

El cruce del cauce de las conducciones de vaciado se realiza mediante una pasarela metálica, en la parte superior de la cuál se permite el paso de peatones.

6.1.4.- Accesos e instalaciones interiores

Existen varias edificaciones exteriores por las cuales se puede acceder peatonalmente al interior del tanque y en las cuales se colocan los ventiladores y extractores necesarios para la ventilación del mismo. Además se deja previsto 1 acceso de maquinaria por vaso mediante la ejecución de losas de hormigón desmontables en cubierta.

Las cubiertas de los pozos de bombeo son a su vez desmontables para poder extraer los grupos de bombeo en caso necesario.

Se dota al interior del tanque de una pasarela interior anclada a los muros pantalla y a los pilares con escaleras de acceso a la losa inferior del depósito.

A parte de la ventilación interior, se dota al tanque de una instalación de agua regenerada para el lavado por baldeo del mismo así como de una instalación eléctrica y de iluminación completa.

6.1.5.- Exterior

Exteriormente se realiza un relleno de tierras sobre la cubierta del tanque y un posterior ajardinado de la zona de forma que tan solo quedan visibles las edificaciones exteriores de acceso peatonal (entre las cuales se incluye el edificio de control) y las losas desmontables de hormigón en las zonas de acceso con maquinaria al tanque.

6.2.- COLECTORES

6.2.1.- Aumento de la capacidad de salida del AGMI

Debido a la dificultad de ejecutar este nuevo colector por la derecha del actual colector sur (para evitar cruces con el mismo) en el inicio del mismo, en el AGMI, se ha optado por ampliar la capacidad de desagüe de este aliviadero mediante dos actuaciones:

- Aumentar la capacidad del colector de conexión mediante un marco de la misma geometría de los dos marcos que actualmente forman este colector
- Modificar el trazado de este colector (y su ampliación) haciéndolo pasar por el partidur de La China antes de llegar al tanque de tormentas de La China. De esta forma, aunque el tanque de La China esté lleno, el colector de conexión puede



continuar desagando caudales del AGMI hasta el partidador de la China, donde ya se encuentra el nuevo colector del Tanque de Tormentas Sur proyectado en este documento.

Este colector de ampliación tendrá una sección tipo en marco de 3 m de ancho y 2 m de altura interior, con una pendiente del 0,1% (la misma con la que cuentan los actuales colectores de conexión). La longitud de este tramo será:

- 552 m de ampliación del colector de conexión
- 108 m de nuevo trazado del colector de conexión existente y ampliado

6.2.2.- Colector Tanque de Tormentas Sur I

6.2.2.1.- Tramo 1. Partidor de La China – Pozo entrada al túnel. Marco 4x3

Se adopta una sección tipo para este nuevo colector de un marco de 4 m de ancho por 3 m de altura interior y una pendiente del 0.2%.

Este colector comenzará en el partidador de La China y finalizará en el pozo de entrada al túnel situado dentro de la parcela de la actual EDAR de La China y aguas arriba del nudo entre la M-40 y la A-4 (supersur), con una longitud total de 1.317 m.

6.2.2.2.- Tramo 2. Túnel Ø3000

En el tramo en túnel se adopta una sección de 3 m de diámetro interior con una pendiente del 0,7%. Comienza en el pozo de entrada al túnel y finaliza aguas abajo del nudo supersur. La longitud total del túnel es de 661 m.

6.2.2.3.- Tramo 3. Pozo de salida del túnel-Aliviadero del TT de Abroñigales. Marco 4x3

Desde la salida del túnel hasta el encuentro con el aliviadero del tanque de tormentas de Abroñigales el colector del Tanque de Tormentas Sur I tendrá una sección en marco de 4 m de ancho por 3 m de altura interior y una pendiente del 0,16%. La longitud total de este tramo es de 1.051 m.

6.2.3.- Colector Tanque de Tormentas Sur II

Este nuevo colector permitirá transportar los excedentes que no se almacenen en el TT de Abroñigales junto con los excedentes de AGMI hasta el nuevo Tanque de Tormentas Sur.

El punto de conexión se realiza sobre el propio aliviadero del TT de Abroñigales puesto que este tiene capacidad para aliviar todos los caudales que llegan por el by-pass y, además, está situado al otro lado de la L.A.V., con lo que no será necesario realizar un nuevo cruce bajo las vías.

Se adopta una sección formada por 2 marcos gemelos de 4 m de ancho por 4 m de altura interior con una pendiente del 0.35 %. La longitud total de este tramo es de 69 m.

6.2.4.- Cámaras de Conexión

6.2.4.1.- Cámara de conexión con el Aliviadero de Abroñigales

En esta cámara se produce el encuentro entre el colector del Tanque de Tormentas Sur I (tramo 3) que viene desde el AGMI y los dos marcos que forman el aliviadero de Abroñigales.

La cámara se ejecuta mediante muros pantalla que forman un recinto alrededor de 35 m de longitud aproximadamente del aliviadero de Abroñigales. Este aliviadero cruza la cámara mediante un canal a 2 m de altura de la losa inferior con dos labios de vertido laterales y unas compuertas en el centro del tramo de forma que con las compuertas cerradas el nivel en el canal, cuando circule agua por el aliviadero de Abroñigales, subirá y verterá lateralmente a la cámara inferior.

El colector del Tanque de Tormentas Sur I se conecta a la cámara en la zona de aguas arriba y sus caudales pasarán por debajo del nuevo canal del aliviadero de Abroñigales. En el extremo de aguas abajo se sitúa el colector del Tanque de Tormentas Sur II regulándose la entrada al mismo por dos compuertas (1 por marco). Este colector comunica esta cámara con la cámara Norte del Tanque de Tormentas Sur.

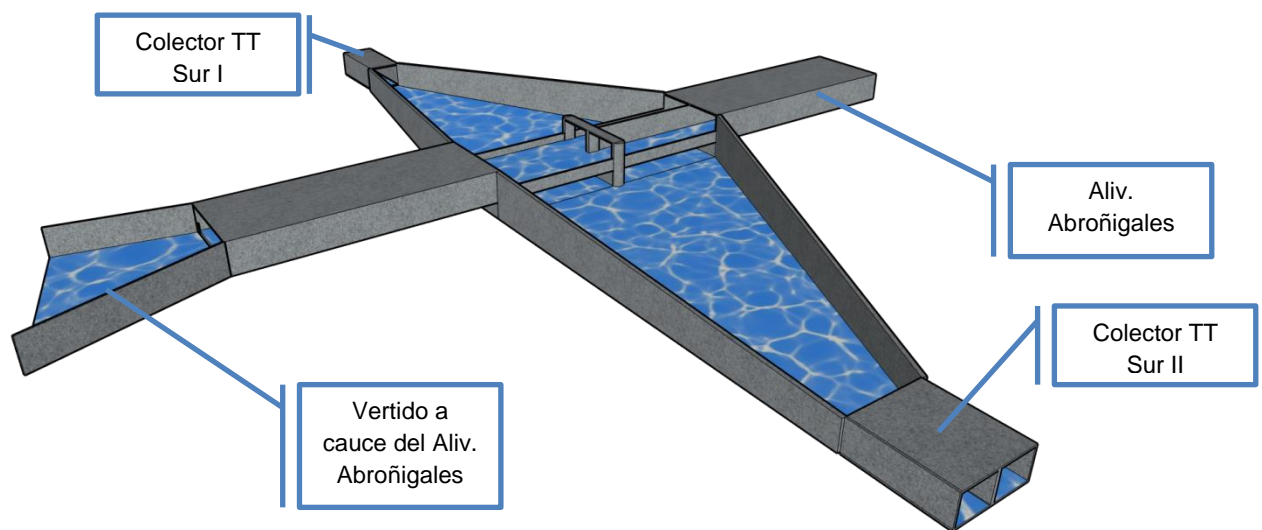


Ilustración 4. Croquis de la cámara de conexión el aliviadero de Abroñigales

6.2.4.2.- Cámara de conexión con el Aliviadero de La Gavia

Esta cámara se sitúa al sur del tanque de tormentas y tiene una estructura similar a la anterior. En este caso se interceptan los 4 marcos que forman el aliviadero de La Gavia en una longitud de unos 20 m al final de los cuales se colocan las compuertas. Se forma un canal para este aliviadero con un vertido lateral hacia la cámara. En dicho canal se ejecuta una división de forma que los caudales vertidos por la EDAR de la Gavia puedan seguir hasta el vertido del aliviadero a cauce sin pasar por el canal de vertido y, por lo tanto, sin entrar en el tanque de tormentas cuando se cierran las compuertas.



En el extremo de aguas abajo de la cámara se sitúan dos compuertas que regulan el paso a dos marcos de 3x3 que hacen de sección de control antes de la entrada en la cámara Sur del Tanque de Tormentas Sur.

6.2.5.- Reposición del colector Sur

Debido al precario estado del actual colector Sur en su tramo desde la EDAR de La China hasta aguas abajo del nudo M40-A4 (Nudo Supersur) se incluye en el siguiente proyecto la ejecución de un nuevo tramo del colector sur, que anule el anterior, con comienzo en el Partidor de La China y final en un pozo de conexión existente situado aguas abajo del nudo Supersur.

6.2.5.1.- Colector Sur N. Tramo 1

Este nuevo colector, con un trazado paralelo al colector del Tanque de Tormentas Sur tramo 1, se ha diseñado con una sección en marco de 2 m de ancho por 3 m de altura interior y con una plataforma visitable, de forma que queda una cuna para los caudales bajos. La pendiente de este tramo será la misma que la del primer tramo del colector del Tanque de Tormentas Sur, un 0,2 %. Este tramo finaliza aguas arriba del nudo supersur. La longitud de este tramo es la misma que la del colector del Tanque de Tormentas Sur I tramo 1, puesto que ambos se sitúan en paralelo, esto es 1.318 m.

6.2.5.2.- Colector Sur N. Tramo 2

El tramo 2 del nuevo colector Sur es el que discurre por debajo del nudo supersur, se trata de un tramo en túnel con una sección circular de 2,5 m. de diámetro interior.

Este túnel es paralelo a una distancia de 5 m (distancia horizontal entre caras exteriores de los tubos) del túnel del colector del Tanque de Tormentas Sur I tramo 2. La longitud de este tramo es de 656 m.

6.2.5.3.- Colector Sur N. Tramo 3

Se trata del tramo desde el final del túnel hasta la conexión con el colector Sur actual. La sección del tramo es mediante un marco de 3x3 interior con una plataforma para hacerlo visitable y la pendiente es igualmente del 0,05 %. La longitud de este tramo es de 115 m.

En el inicio de este tramo, dentro del pozo de salida del túnel, se colocarán dos compuertas, una para este colector Sur N y otra para el colector del Tanque de Tormentas Sur I (tramo 3) de forma que se pueda regular el reparto de caudales.

6.2.6.- Nuevo colector de conexión II

El nuevo colector de conexión II, de entrada al tanque de tormentas de La China desde el partidor de La China estará compuesto por 5 marcos (de la misma forma que en la situación actual al TT de La China llegan 5 marcos) de 3 m de ancho por 2 m de altura interior, con una pendiente del 0,18 %. La longitud de este nuevo colector será de 53 m.

6.3.- ESQUEMA FINAL DEL SISTEMA

Las siguientes figura muestras los esquemas resumidos del sistema de margen izquierda actualmente y posteriormente a la ejecución de las actuaciones descritas en el estudio

informativo. Los números indican las capacidades máximas aproximadas de los colectores en m³/s.

Situación Actual

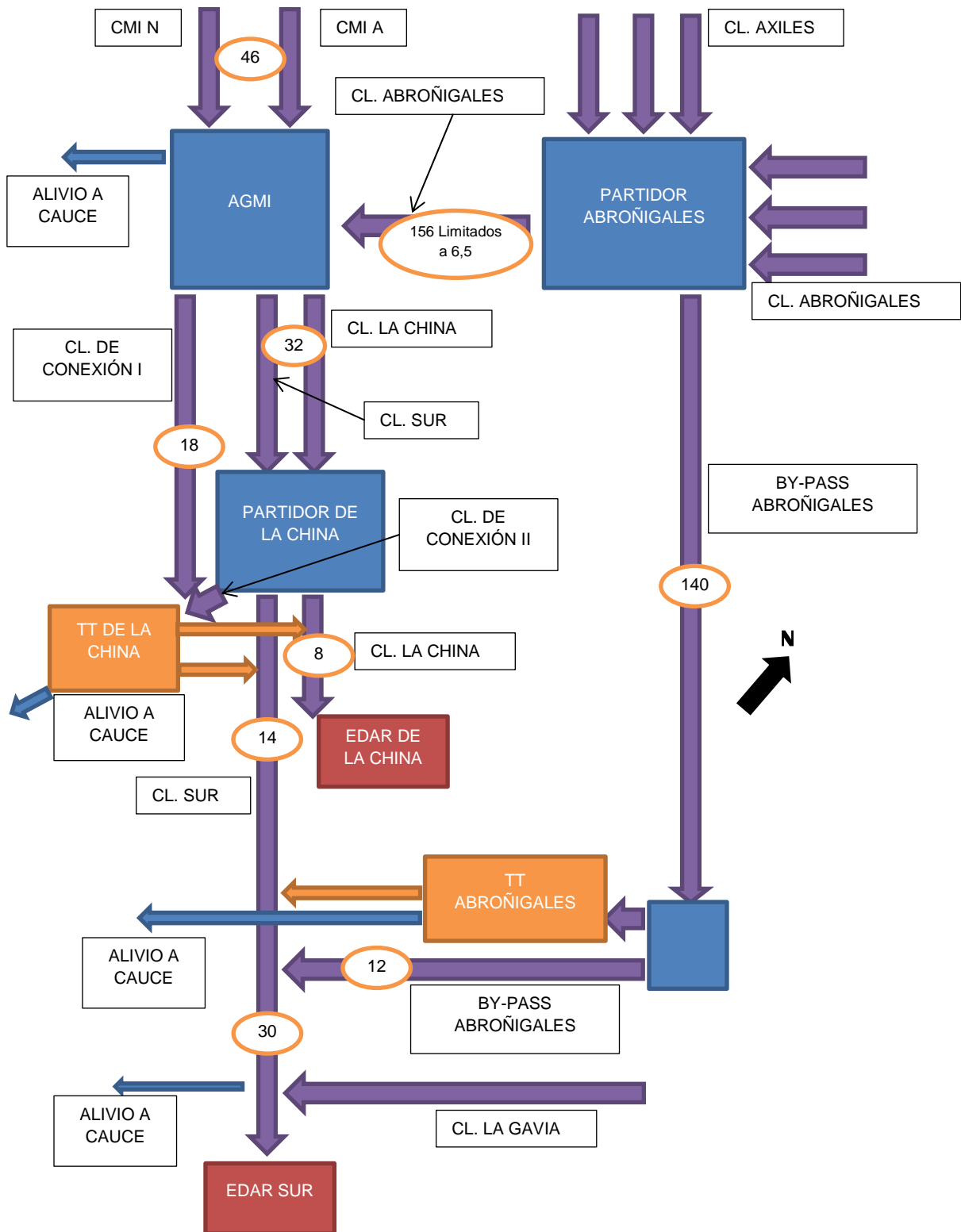
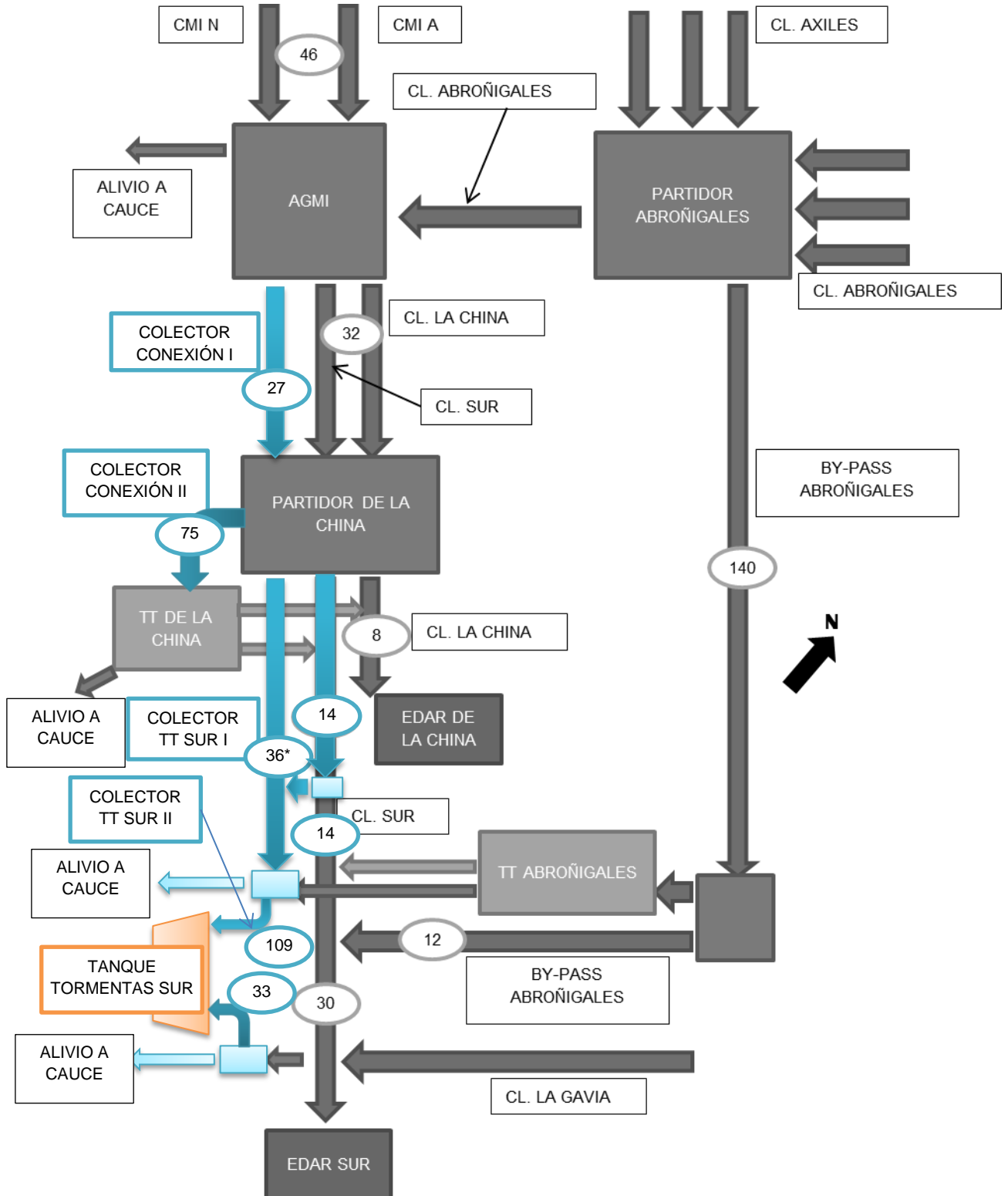


Ilustración 5. Situación actual del sistema de saneamiento de margen izquierda

Situación con las nuevas infraestructuras



(*) Se indica la menor de las diferentes capacidades de sus tramos

Ilustración 6. Situación del sistema de saneamiento de margen izquierda con las nuevas infraestructuras planificadas



7.- DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

En el Anejo 8 de dimensionamiento hidráulico se pueden consultar los cálculos realizados para el dimensionamiento de estas infraestructuras principales y sus asociadas.

7.1.- VOLUMEN DEL TANQUE DE TORMENTAS

El volumen necesario del tanque se ha obtenido como aquel que permite almacenar la escorrentía hasta alcanzar el criterio de dilución de 17:1 de las cuencas de La China y Gavia, teniendo en cuenta que la cuenca de China ya cuenta con dos tanques de tormentas asociados a sus dos cuencas de aguas pluviales, China y Abroñigales, con unos volúmenes de 136.000 m³ y 200.000 m³ respectivamente y la cuenca de la Gavia cuenta con otro tanque de tormentas de 55.000 m³ de capacidad.

Para obtener estos caudales de escorrentía se ha utilizado una precipitación con un periodo de retorno de 10 años.

Con todo lo anterior se obtiene que el volumen del nuevo Tanque de Tormenta Sur debe ser de 400.000 m³.

7.2.- COLECTORES

Se muestra a continuación un cuadro resumen con las capacidades de los colectores dimensionados.

NOMBRE	SECCIÓN	N	ANCHO (m)	ALTO (m)	DIÁMETRO (m)	PENDIENTE	CAPACIDAD (m ³ /s)
AMPLIACIÓN COLECTOR CONEXIÓN	MARCO	1	3	2	-	0,001	11
AMPLIACIÓN COLECTOR CONEXIÓN	MARCO	3	3	2	-	0,001	33
CL TT SUR I. TRAMO 1	MARCO	1	4	3	-	0,002	41
CL TT SUR I. TRAMO 2	CIRCULAR	1	-	-	3	0,007	37
CL TT SUR I. TRAMO 3	MARCO	1	4	3	-	0,0016	36
CL TT SUR II	MARCO	2	4	4	-	0,0035	109



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

NOMBRE	SECCIÓN	N	ANCHO (m)	ALTO (m)	DIÁMETRO (m)	PENDIENTE	CAPACIDAD (m ³ /s)
COLECTOR CONEXIÓN ALIV.GAVIA- TT SUR	MARCO	2	2	3	-	0,002	33
COLECTOR SUR N TRAMO 1	MARCO	1	2	3	-	0,002	13
COLECTOR SUR N TRAMO 3	CIRCULAR	1	-	-	2,5	0,0028	14
COLECTOR SUR N TRAMO 2	MARCO	1	3	3	-	0,0005	14

Tabla 3. Capacidades de los colectores incluidos en el estudio



8.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el Anejo 5 se realiza un estudio detallado de la geología de la zona de las actuaciones así como de los aspectos geotécnicos más relevantes.

El objetivo es, a partir de la información recopilada de la zona, en conjunción con los nuevos datos obtenidos y recopilados, obtener un conocimiento preciso de los materiales afectados y de sus características y propiedades geotécnicas básicas, que ayuden a la toma de decisiones inicial, en cuanto a las cimentaciones especiales que se deberían adoptar, y al diseño de las infraestructuras que para la construcción del sistema se necesite ejecutar.

Geológicamente, la zona de ubicación del nuevo Tanque de Tormentas y de los colectores de pluviales, se encuadra dentro de la denominada Cuenca Terciaria del Tajo, y dentro de ella en la subcuenca conocida como Cuenca de Madrid.

Los materiales presentes se depositaron durante el Mioceno, pudiendo ser incluidos en la Unidad Inferior del Mioceno. En esta unidad, los sistemas deposicionales varían según la disposición de la zona dentro de la cuenca, identificándose grandes sistemas de abanicos aluviales en los bordes de cuenca con sedimentación mecánica de los materiales procedentes de la erosión de macizos ígneos y sistemas lacustres con sedimentación de tipo químico en el interior de la cuenca. A lo largo del trazado se atraviesan materiales de las facies intermedias y centrales (formación peñuelas y formación yesífera), aunque todos estos materiales están recubiertos por depósitos de origen aluvial o antrópico.

Los aspectos geomorfológicos más destacados son las superficies divisorias y las terrazas del Manzanares. El sistema morfogénico más importante es el fluvial, ya que es el río Manzanares de fondo plano, asimétrico y fuerte control estructural con dirección N -S, el que marca la morfología general de la zona. La escorrentía superficial produce acarreamiento en los taludes arenosos y acanaladura dendriforme en los arcillosos. El paisaje resulta una superficie alomada con amplias vaguadas y suaves laderas en las que se han constituido dos niveles de erosión distintos.

Hidrogeológicamente la zona de estudio pertenece a la Unidad Hidrogeológica 03.05 Madrid – Talavera, formando parte del Acuífero Detrítico Terciario de Madrid, el cual es un acuífero multicapas, constituido por una serie de niveles arenosos, más permeables, englobados en una masa arcillosa ó arenarcillosa que funciona como un acuitardo, drenando agua muy lentamente a los niveles arenosos.

En lo referente a la sismicidad de la zona, según se indica en el mapa recogido en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, la zona de estudio se ubica en un sector con aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g, lo que implica valores de aceleración sísmica de cálculo inferiores a 0,052 g. En el apartado 1.2.3 de la Norma (criterios de aplicación), se indica que no es obligatoria la aplicación de esta Norma cuando la aceleración sísmica de cálculo sea inferior a 0,06 g, por lo que, aunque se tendrá en cuenta el efecto sísmico en el cálculo o diseño de las diferentes estructuras proyectadas, no es obligado normativamente.



9.- ACOMETIDAS DE SERVICIOS

Las nuevas infraestructuras definidas en este estudio necesitarán de las siguientes acometidas de servicios.

Los detalles de estas conexiones se pueden consultar en el Anejo 10 de este documento.

9.1.- AGUA POTABLE

Será necesario realizar una acometida de agua potable para el edificio de control del Tanque de Tormentas Sur.

Tras conversaciones con el Canal Isabel II el punto para esta acometida se sitúa en una conducción DN 100 mm de fundición dúctil que es la que lleva agua potable a la depuradora de la Gavia. Será necesario realizar la canalización por la pasarela existente para cruzar las vías.

9.2.- AGUA REGENERADA

Se ejecutará una acometida a la red de agua regenerada para los sistemas de limpieza automático y manual por baldeo del interior del tanque de tormentas.

Además, serán necesarias 2 acometidas más para el sistema de limpieza manual que deberá instalarse en las cámaras de los aliviaderos de Abroñigales y de La Gavia.

Tras las conversaciones con el Canal, las acometidas de agua regenerada se engancharán directamente en la EDAR de la Gavia. Será necesario realizar la canalización por la pasarela existente para cruzar las vías.

9.3.- ELECTRICIDAD

Se incluyen 4 acometidas eléctricas:

- 1 acometida en alta tensión para el Tanque de Tormentas Sur.
- 2 acometidas en baja tensión para cada una de las cámaras de los aliviaderos de Abroñigales y de La Gavia.
- 1 acometida en baja tensión para las compuertas situadas en el pozo de salida del túnel.

Para la acometida eléctrica en alta tensión se han mantenido contactos con la empresa suministradora para que facilitase datos del punto de entronque. En el Apéndice 1 del “Anejo 10. Acometidas de servicios y servicios afectados” se incluye la información recibida al respecto. Las características de esta acometida se resumen en los siguientes puntos:

- El punto de entronque se sitúa en la margen izquierda del río, en la intersección de la Avenida de los Rosales con la calle del zafiro.
- La potencia necesaria se ha estimado en 1.200 kW y la tensión de suministro será de 15 kV.
- La conexión se efectuará en el tramo de media tensión subterráneo de la línea VVD705, entre el Centro de Seccionamiento 28SBJ5 y el Centro Distribución 28STH8, realizando entrada y salida e instalando en las proximidades del



entronque el centro de seccionamiento, equipado con telecontrol en las celdas vía de comunicación GPRS/3G y medida en envolvente independiente al seccionamiento.

- La longitud total de la acometida hasta el edificio de control del Tanque de Tormentas será de 930 m aproximadamente. El tipo de línea se establecerá en la fase de redacción del proyecto siguiendo las indicaciones de UFD. Esta línea de acometida deberá cruzar el la autovía A-4 y el cauce del Manzanares para lo cual se seguirán las especificaciones de Carreteras (Ministerio de Fomento) y de la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Tajo.



10.- OTROS ASPECTOS DEL ESTUDIO

10.1.- SEGURIDAD Y SALUD

Las obras aquí definidas necesitan de un Estudio de Seguridad y Salud en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y en concreto de lo establecido en el Artículo 4: Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud:

- El presupuesto de ejecución por contrata del proyecto es superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).
- La duración estimada de las obras es superior a 30 días laborales empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimado es superior a 500 días de trabajo.

No se incluye el Estudio de Seguridad y Salud por no ser necesario para un Estudio Informativo pero sí que se incluye en el presupuesto una valoración aproximada del coste de los elementos para la Seguridad y Salud durante la construcción de las obras.

10.2.- RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

En el “Anejo 13. Residuos de construcción y demolición” se incluye el estudio y la estimación de los residuos de construcción generados durante las obras.

La mayor cantidad de residuos se corresponde con el exceso de tierras procedentes de la excavación del tanque de tormentas y, en menor medida, de los colectores y cámaras de conexión.

Este excedente de tierras, descontando los rellenos, es de 1.009.206 m³. Estas tierras serán transportadas a vertedero o lugar de vertido autorizado. En el Estudio de Impacto Ambiental se detallan los vertederos existentes en la zona.

10.3.- MEDIDAS CORRECTORAS

En el “Anejo 11. Medidas correctoras contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental” se muestra el listado y la valoración de las medidas correctoras de acuerdo con el Estudio de impacto Ambiental que acompaña a este Estudio Informativo.

10.4.- SERVICIOS AFECTADOS

En el “Anejo 10. Acometidas de servicios y servicios afectados” se realiza una relación de los servicios de terceros que pueden verse afectado por las obras y cuya reposición ha sido debidamente valorada en el presupuesto final de las obras.

10.5.- TERRENOS AFECTADOS

En el “Anejo 11. Terrenos afectados” se indican los terrenos que se van a ver afectados por la ejecución de las obras descrita en este estudio.



10.6.- INUNDABILIDAD

En el “Anejo 9. Inundabilidad” se analiza la afección a las zonas inundables, Zona de Flujo Preferente y zona de DPH de las nuevas infraestructuras. Las nuevas infraestructuras propuestas no aumentan la afección a estas zonas respecto a la situación actual.

- Las actuaciones necesarias dentro del AGMI pueden afectar al DPH. Será necesario un mayor grado de detalle de las mismas en los posteriores documentos (Anteproyecto y/o Proyecto Constructivo) para comprobar y cuantificar esta afección.
- Gran parte del trazado de los nuevos colectores está incluido dentro de la Zona de Policía. No existe afección de estas infraestructuras a la Zona de Servidumbre ni a la zona de DPH.
- Tan sólo una parte de las aletas del aliviadero del nuevo tanque de tormentas está incluida dentro de la Zona Servidumbre y de DPH.
- Además, obviamente, el cruce del cauce de la conducción para vaciar el tanque sobre el colector de Margen Derecha (CMD), diseñado mediante una pasarela peatonal, está incluido dentro de Zona Servidumbre y de DPH.
- En el resto de casos las infraestructuras del tanque se ubican en parte dentro de la Zona de Policía.



11.- VALORACIÓN ESTIMADA

El coste total de las obras definidas en el Estudio informativos se indica en las siguientes tablas.

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		
01	Colectores	32.556.719,43 €
02	Tanque de tormentas Sur	82.550.040,55 €
03	Servicios afectados	977.500,00 €
04	Gestión de residuos	2.554.109,94 €
05	Actuaciones ambientales	3.220.832,00 €
06	Seguridad y Salud	2.000.000,00 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		123.859.201,92 €

Asciende el presupuesto de ejecución material a la cantidad de CIENTO VEINTITRÉS MILLONES OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS UN EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (123.859.201,92 €)

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		123.859.201,92 €
Gastos generales	13,00%	16.101.696,25 €
Beneficio industrial	6,00%	7.431.552,12 €
Suma		147.392.450,29 €
IVA	21,00%	30.952.414,56 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		178.344.864,85 €

Aplicando los porcentajes de Gastos Generales (13%), del Beneficio Industrial (6%) y el IVA (21 %) asciende el presupuesto base de licitación a la cantidad de CIENTO SETENTA Y OCHO MILLONES TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (178.344.864,85 €)



12.- CONTENIDO DEL ESTUDIO

El Estudio informativo consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO I. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

1. ANTECEDENTES
2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL
4. TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO
5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
6. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA
7. ESTUDIO DE POBLACIÓN, CAUDALES Y CARGAS CONTAMINANTES
8. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA
9. INUNDABILIDAD
10. ACOMETIDAS DE SERVICIOS Y SERVICIOS AFECTADOS
11. TERRENOS AFECTADOS
12. MEDIDAS CORRECTORAS CONTENIDAS EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
13. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

DOCUMENTO II. PLANOS

DOCUMENTO III. PRESUPUESTO

1. MEDICIONES
2. CUADRO DE PRECIOS Nº1
3. PRESUPUESTOS PARCIALES Y GENERAL



13.- CONCLUSIONES

Se considera que el Proyecto Informativo cumple con la normativa vigente y que está correctamente redactado.

Madrid, Septiembre de 2020

Por CYGSA

Dirección General del Agua

El autor del Proyecto Informativo
Carlos Benavent Gascón
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

El Director del Contrato
Ángel Cajigas Delgado
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ANEJOS



ANEJO N°1. ANTECEDENTES

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES.....	2
2.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	4
3.- OBJETO DEL ESTUDIO INFORMATIVO	5



1.- ANTECEDENTES

El Ministerio de Medio Ambiente (ahora Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), en colaboración con las Comunidades Autónomas, redactó el “Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015”, para dar respuesta a las nuevas necesidades planteadas por la Directiva Marco del Agua y establecer un conjunto de actuaciones derivadas de las declaraciones de zonas sensibles que exigen la ejecución de una serie de ampliaciones y reformas para implantar un tratamiento más riguroso en muchas de las estaciones de depuración de agua residuales (EDAR en adelante) situadas en esas zonas.

Con fecha 21 de septiembre de 2009 se firmó el “Protocolo General de Colaboración en Ejecución del Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015” entre el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y el Ayuntamiento de Madrid. En dicho Protocolo se estableció que la Administración General del Estado ejecutaría y financiaría las siguientes actuaciones, **declaradas posteriormente de Interés General del Estado por Ley 26/2009 de Presupuestos Generales:**

- **Aglomeración de La China-Butarque**
- **Aglomeración Sur**

Estas actuaciones vienen motivadas porque los tratamientos que realizan las EDAR de La China, Butarque y Sur tienen que adecuarse a lo establecido en la legislación en cuanto a eliminación de nutrientes, ya que el efluente de estas depuradoras se incorpora al río Manzanares, el cual forma parte de una zona catalogada como sensible por Resolución Ministerial de 10 de julio de 2006.

La normativa básica que rige el tratamiento de aguas residuales urbanas es:

- La **Directiva 2000/60/CE (Directiva Marco del Agua)** por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas entró en vigor el 22 de diciembre del 2000. La trasposición de esta Directiva se realizó mediante la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social que incluye, en su artículo 129, la modificación del **texto refundido de la Ley de Aguas** por la que se incorpora al derecho español la Directiva 2000/60/CE, estableciendo un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- El **Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental**, tiene por objeto establecer criterios básicos y homogéneos para el diseño y la implantación de los programas de seguimiento del estado de las masas de agua superficiales y para el control adicional de las zonas protegidas; definir los criterios, condiciones de referencia y los límites de cambio de clase para clasificar el estado ecológico de las masas de agua; establecer las NCA de las sustancias prioritarias y preferentes para clasificar el estado de las aguas, así como definir el procedimiento para el cálculo de estas normas para los contaminantes específicos; y por último, recoger las obligaciones



de intercambio de información y definir el sistema de información sobre el estado de las aguas en aras del cumplimiento de legislación que regula los derechos de acceso a la información y de participación pública.

- La **Directiva 91/271/CE, de 21 de mayo**, la cual establece cuáles son los requerimientos mínimos para realizar la recogida, el tratamiento y los vertidos de las aguas residuales urbanas. Esta Directiva ha sido transpuesta a la normativa española por **RD 817/2015**, el **R.D. Ley 11/1995**, el **R.D. 509/1996**, que lo desarrolla, y el **R.D. 2116/1998** que modifica el anterior
- **Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre**, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas

El largo periodo de tiempo transcurrido desde la construcción de dichas EDAR y la necesidad de adaptarlas a las nuevas exigencias requiere un análisis en profundidad del estado de las instalaciones existentes y como consecuencia la determinación de las actuaciones a llevar a cabo.



2.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, en su artículo 7 describe los proyectos que deben ser objeto de evaluación de impacto ambiental ordinaria o simplificada. La Ley hace referencia a los proyectos contenidos en sus anexos I (para evaluaciones ordinarias) y II (para las simplificadas).

La Ley contempla en su anexo I las plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea superior a 150.000 habitantes-equivalentes.

El estudio de soluciones de las aglomeraciones urbanas de La China, Butarque y Sur busca, entre otros aspectos, el tratamiento de aguas residuales de tres plantas que juntas suman una capacidad de más de 5.800.000 habitantes equivalentes y que independientemente tienen una capacidad aproximada de 1.300.000 habitantes-equivalentes La China, 1.600.000 habitantes-equivalentes Butarque y 2.900.000 habitantes-equivalentes Sur.

Por tanto el estudio de soluciones se encuentra dentro de las actividades consideradas en el anexo I y debiendo ser sometido a procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario.

Dicho Estudio de Impacto Ambiental debe ir acompañado de un proyecto o documento técnico en el cuál se definan las actuaciones sometidas a evaluación ambiental.



3.- OBJETO DEL ESTUDIO INFORMATIVO

Durante el análisis de la situación actual del sistema de saneamiento de las aglomeraciones China-Butarque-Sur se pudo observar que existe un déficit de mejora no solo de las infraestructuras encargadas de la depuración del agua residual, sino también de aquellas encargadas de la gestión de las aguas pluviales que producen vertidos a cauce, es necesario recordar que la red de saneamiento de Madrid es, en su mayor parte, unitaria (DSU).

El objetivo final del estudio sobre estas aglomeraciones no es otro que alcanzar un buen estado del cauce del Manzanares a su paso y aguas abajo de la ciudad de Madrid, por ello, ha sido necesario definir e incluir en el Estudio de Impacto Ambiental, estas nuevas actuaciones encargadas de disminuir los alivios a este cauce durante los episodios de precipitaciones.

En este PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS se realiza una definición, a nivel de estudio informativo, de estas actuaciones con el fin de dotar de un documento técnico de apoyo al Estudio de Impacto Ambiental al cuál acompaña.



ANEJO N°2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ÍNDICE

Ilustración 1. Aliviadero General de Margen Izquierda (AGMI). Vista desde aguas arriba.	2
Ilustración 2. AGMI. Vista desde aguas arriba II	2
Ilustración 3. AGMI. Vista desde aguas abajo.....	3
Ilustración 4. AGMI. Vista interior desde agua abajo.....	3
Ilustración 5. AGMI. Vista del forjado superior desde aguas abajo.....	4
Ilustración 6. AGMI. Detalle de dientes para disipar energía y reintegro a cauce.....	4
Ilustración 7. AGMI. Compuertas de aguas abajo.....	5
Ilustración 8. AGMI aliviando. 25/05/2018.....	5
Ilustración 9. AGMI aliviando II. 25/05/2018.....	6
Ilustración 10. Partidor del La China. Vista exterior desde aguas abajo margen derecha.	6
Ilustración 11. Partidor del La China. Vista interior de las compuertas de regulación entre el colector de La China y el Colector Sur actual.....	7
Ilustración 12. Aliviadero de Abroñigales. Salida a cauce de los dos marcos 5x3.5.	7
Ilustración 13. Aliviadero de La Gavia. Salida a cauce. En la imagen dos marco de margen izquierda.....	8
Ilustración 14. Conexión entre el Colector de la Gavia y Colector Sur. A la izquierda de la imagen edificio del bombeo sobre la Gavia y EDAR del La Gavia al fondo.....	8
Ilustración 15. Parcela donde se ubicará el nuevo Tanque de Tormentas Sur.....	9



Ilustración 1. Aliviadero General de Margen Izquierda (AGMI). Vista desde aguas arriba



Ilustración 2. AGMI. Vista desde aguas arriba II



Ilustración 3. AGMI. Vista desde aguas abajo



Ilustración 4. AGMI. Vista interior desde agua abajo



Ilustración 5. AGMI. Vista del forjado superior desde aguas abajo



Ilustración 6. AGMI. Detalle de dientes para disipar energía y reintegro a cauce



Ilustración 7. AGMI. Compuertas de aguas abajo.



Ilustración 8. AGMI aliviando. 25/05/2018



Ilustración 9. AGMI aliviando II. 25/05/2018



Ilustración 10. Partidor del La China. Vista exterior desde aguas abajo margen derecha.



Ilustración 11. Partidor del La China. Vista interior de las compuertas de regulación entre el colector de La China y el Colector Sur actual.



Ilustración 12. Aliviadero de Abroñigales. Salida a cauce de los dos marcos 5x3.5.



Ilustración 13. Aliviadero de La Gavia. Salida a cauce. En la imagen dos marco de margen izquierda.



Ilustración 14. Conexión entre el Colector de la Gavia y Colector Sur. A la izquierda de la imagen edificio del bombeo sobre la Gavia y EDAR del La Gavia al fondo.



Ilustración 15. Parcela donde se ubicará el nuevo Tanque de Tormentas Sur



ANEJO Nº3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO	2
2.- ELEMENTOS DEL SISTEMA	3
2.1.- CUENCAS	4
2.1.1.- Cuenca de la EDAR de Viveros	5
2.1.2.- Cuenca de la EDAR de La China	6
2.1.3.- Cuenca de la EDAR de La Gavia	7
2.1.4.- Cuenca de la EDAR Butarque	8
2.1.5.- Cuenca de la EDAR Sur	9
2.1.6.- Cuenca de la EDAR Suroriental	11
2.2.- EDAR Y CAUDALES VERTIDOS.....	11
2.2.1.- EDAR La China	11
2.2.2.- EDAR Butarque	13
2.2.3.- EDAR Sur	15
2.2.4.- Diagnósis de las EDAR.....	16
2.3.- SISTEMA DE COLECTORES Y TANQUES DE TORMENTA	17
2.3.1.- Colectores	17
2.3.2.- Tanques de tormenta.....	18
2.3.3.- Funcionamiento del sistema en tiempo de lluvia	19
2.3.4.- Diagnósis del sistema de colectores y tanques de tormenta	22
2.4.- DIAGNÓISIS GENERAL DEL SISTEMA	24
2.5.- ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DEL MANZANARES.....	24



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente documento tiene por objeto analizar el funcionamiento del sistema de saneamiento de la margen izquierda del río Manzanares durante episodios de lluvias, concretamente el estudio se focaliza sobre el Aliviadero General de Margen izquierda y sobre el tanque de tormentas de Abroñigales, donde se producen ocasionalmente vertidos a cauce durante los episodios de lluvia sin ningún tipo de tratamiento.

El objeto perseguido con este análisis es el de establecer la estrategia a seguir, a nivel de planificación de nuevas infraestructuras, para disminuir el número de vertidos de las redes unitarias (DSU) y asegurar que estos vertidos se producen por encima de un valor límite de dilución.

2.- ELEMENTOS DEL SISTEMA

El ámbito del estudio lo componen todos los elementos del sistema de saneamiento de la ciudad de Madrid que vierte sus aguas al tramo urbano del río Manzanares (sistema Manzanares).

El esquema de saneamiento del sistema Manzanares cuenta con los siguientes elementos:

- Una serie de cuencas o áreas de vertido, denominando cuenca a la parte de la ciudad cuyos vertidos, a través de la red de alcantarillado, confluyen hacia un punto concreto (en el que generalmente se han situado las EDAR).
De aguas arriba a aguas abajo tenemos las cuencas de: Viveros, China, Butarque, Gavia, Sur y Suroriental.
- Colectores de saneamiento. Concentran las aguas residuales y pluviales recogidas por la red de alcantarillado y las dirigen aguas abajo hacia las EDAR para su tratamiento. Su funcionamiento en el sistema Manzanares es por gravedad excepto casos puntuales. La red de colectores también permite enviar el agua de una cuenca hacia otras infraestructuras situadas aguas abajo.
- Aliviaderos, puntos donde se producen confluencia de diversos colectores y se pueden realizar alivijs al cauce en el caso de que la los caudales de entrada sean superiores a la capacidad aguas abajo.
El principal aliviadero del ámbito de estudio es el Aliviadero General de la Margen Izquierda (AGMI). Se trata de un gran aliviadero (120 m de longitud aproximadamente) en el que se unifican los principales colectores de la margen izquierda del Manzanares y desde donde se reconduce el agua a las EDAR de China y Sur
- Tanques de tormentas: Existen de dos tipos:
 - Tanques de tormenta de regulación (TT). Son de gran volumen y están asociados generalmente a una EDAR. Su función es almacenar las primeras aguas de un episodio de lluvia y evitar el vertido al río antes de alcanzar los parámetros de dilución que se hayan especificado.
 - Tanques de alivio (TA). Son de pequeño volumen y actúan en las conexiones entre los colectores transversales y los grandes colectores de transporte para que no se produzcan alivijs directos antes de alcanzar los parámetros de dilución que se hayan especificado.
- Estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR). De aguas arriba a aguas abajo tenemos las siguientes: Viveros de la Villa, La China, La Gavia, Butarque, Sur y Suroriental.
- Estaciones regeneradoras de aguas residuales (ERAR). Tratan el agua depurada para convertirla en agua regenerada utilizable para riego de parques y jardines. Están situadas y asociadas a algunas de las EDAR. En el sistema Manzanares se encuentran la ERAR Viveros, la ERAR La China y la ERAR La Gavia.

2.1.- CUENCAS

Como se ha señalado en el apartado anterior, la parte de Madrid que vierte hacia el Manzanares, que se podría denominar la cuenca urbana del Manzanares, se encuentra dividida en áreas conformadas por las redes de alcantarillado que recogen las aguas de una zona servida por la red y la concentran en un punto.

Estas áreas se han ido desarrollando a través de la historia con el crecimiento urbano de Madrid. A cada una de estas áreas se la denomina cuenca. En cada margen del cauce se tienen:

- Por la margen derecha: la cuenca de Butarque y parte de la cuenca de Viveros
- Por la margen izquierda: parte de la cuenca de Viveros, la cuenca de La China, la cuenca de la Gavia, la cuenca Sur y la cuenca Suroriental.

En la figura siguiente se pueden apreciar todas las cuencas de Madrid. En este estudio se analizan todas las del sistema Manzanares excepto la Cuenca Suroriental que por su localización, aguas abajo, no tiene ninguna influencia en la funcionalidad de las EDAR de La China, Butarque y Sur.

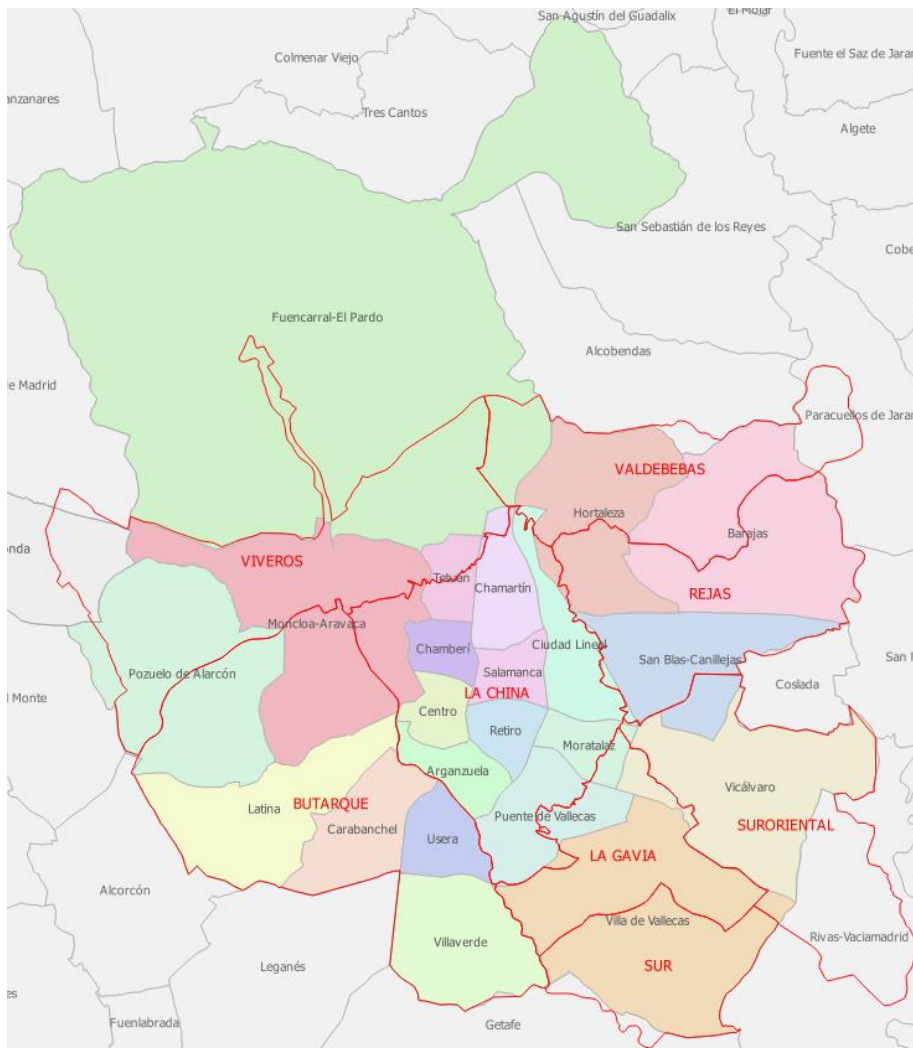


Ilustración 1: Cuencas vertientes Madrid.

Se debe destacar que por falta de capacidad de algunas EDAR para asumir las aguas residuales y las pluviales generadas en sus cuencas y debido a las conexiones existentes entre cuencas a través de colectores y trasvases, en la práctica no existe esta separación estricta de las cuencas, pudiendo las diferentes EDAR tratar aguas residuales y pluviales de su propia cuenca, de otras situadas aguas arriba o derivarlas hacia otras situadas aguas abajo.

Seguidamente se detallan las características más relevantes de cada una de las cuencas vertientes del estudio.

2.1.1.- Cuenca de la EDAR de Viveros

La cuenca de Viveros viene configurada por la red de colectores que vierten en la EDAR de Viveros de la Villa, y cuenta con una superficie aproximada de 77 km². Recibe las aguas de la zona norte de Madrid, de la mayor parte de Pozuelo de Alarcón y parte de Majadahonda.

Es la única cuenca del sistema que recoge aguas de ambos márgenes del río. En la margen derecha los colectores de Valdemarín y Pozuelo se unen en una cámara desde la cual, a través de un trasvase, se envía el vertido a la margen izquierda donde está situada la EDAR de Viveros.

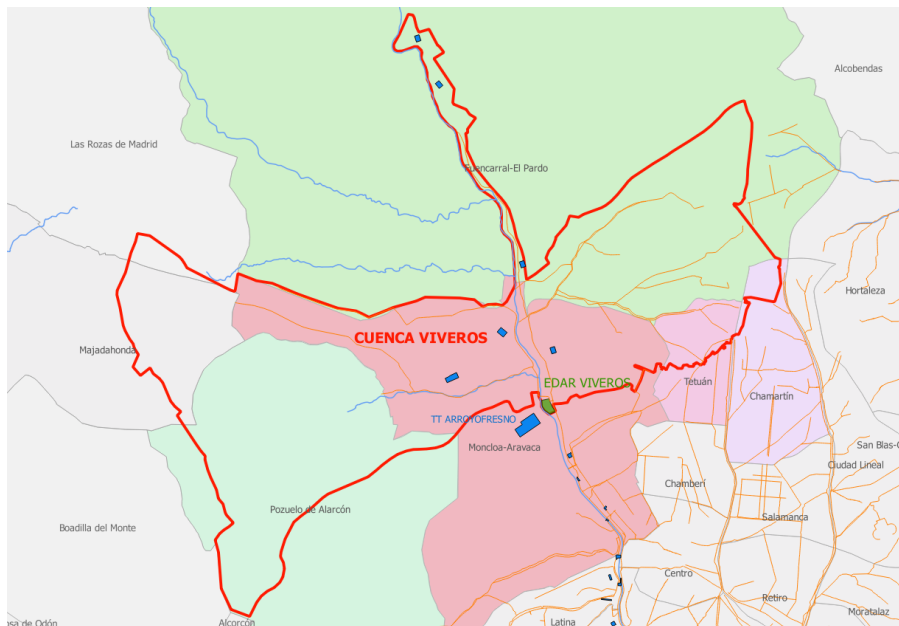


Ilustración 2: Cuenca de Viveros

Su población y los caudales vertidos en tiempo seco son:

CUENCA VIVEROS DE LA VILLA			
Año de referencia		2017	2050
Población	nº hab	419.166	438.447
Caudales medios	m ³ /d	112.327	116.505
	m ³ /s	1,30	1,35

Tabla 1: Población y caudales. Cuenca viveros

La cuenca dispone de un tanque de tormentas de 400.000 m³ denominado Arroyofresno que está asociado de la EDAR de Viveros. Por problemas de espacio, el tanque está situado en la margen derecha, prácticamente enfrente de la planta, aunque da servicio a la zona de la cuenca situada en margen izquierda (la más urbana). Este tanque se alimenta del colector de Arroyofresno (situado en la margen izquierda) y del primer tramo del colector margen derecha. Su vaciado se realiza a través de unos bombeos que pueden enviar el agua hacia la propia EDAR, hacia los colectores de margen izquierda o hacia los colectores de margen derecha.

2.1.2.- Cuenca de la EDAR de La China

La cuenca de La China comprende la mayor parte de la margen izquierda del Manzanares y cuenta con una superficie aproximada de 72 km². Toda su superficie es absolutamente urbana. Recoge los vertidos de los distritos de Chamartín, Tetuán, Moncloa, Chamberí, Centro, Arganzuela, Retiro, Ciudad Lineal, Salamanca, Moratalaz y Puente de Vallecas.

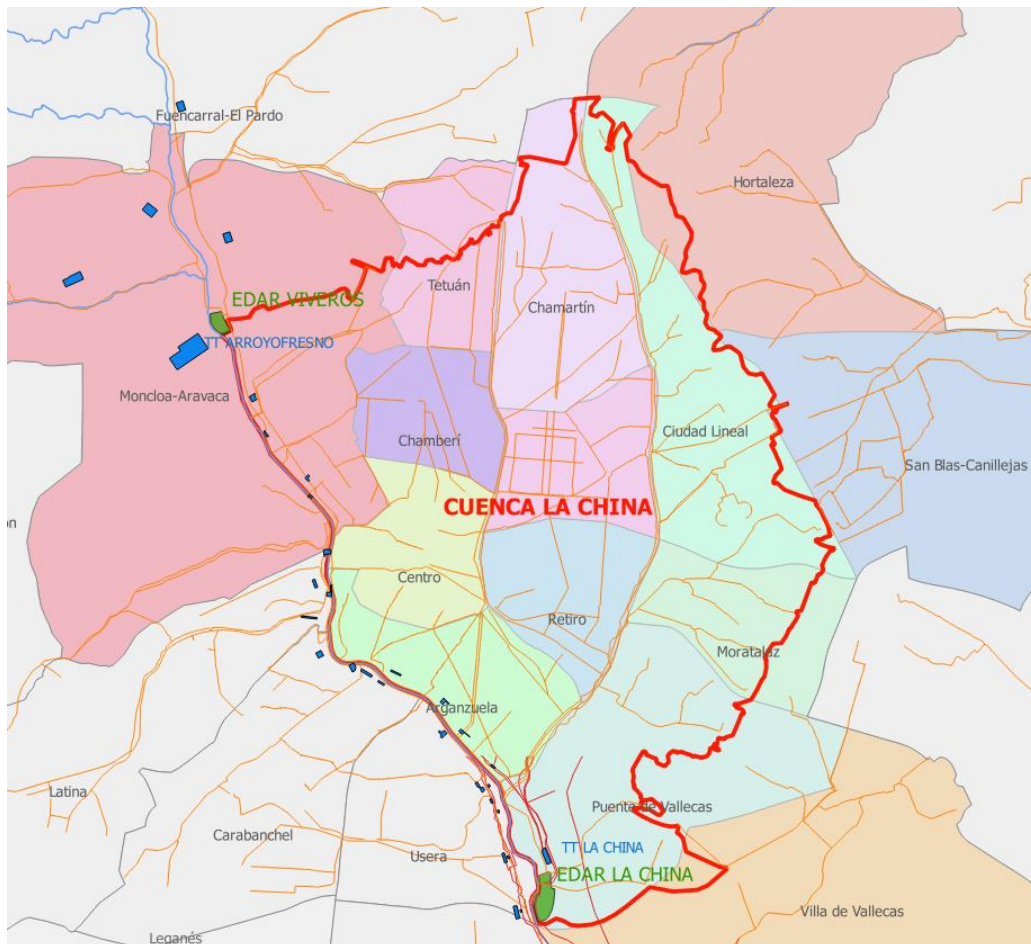


Ilustración 3: Cuenca de La China

La red de alcantarillado está subdividida en tres áreas cuyos vertidos se concentran y transportan en tres familias de colectores que confluyen en el Aliviadero General de la Margen Izquierda. (A.G.M.I.):



- Colector Margen Izquierda, que recoge las aguas de la franja próxima al cauce.
- Colectores Axiles, que discurren bajo el eje de La Castellana.
- Colectores Abroñigales que recogen las aguas de la subcuenca del antiguo arroyo de Abroñigales que hoy es la M-30 y se unen a los colectores axiles en el partidor de Abroñigales.

Los caudales que llegan a este partidor, se pueden enviar hacia el AGMI o hacia el by-pass de Abroñigales, que conecta con el TT Abroñigales y el Colector Sur.

La EDAR de La China está situada aguas abajo del AGMI y tiene asociado el tanque de tormentas de La China de 136.000 m³. Sus influentes llegan desde un colector que parte del AGMI.

Desde el propio AGMI también arranca el colector Sur el cual transporta los caudales que no puede tratar la EDAR La China hacia la EDAR Sur situada aguas abajo.

Su población y caudales vertidos en tiempo seco son:

CUENCA LA CHINA			
Año de referencia		2017	2050
Población considerada	<i>nº hab</i>	1.344.018	1.292.790
Caudales medios	<i>m³/d</i>	297.463	289.787
	<i>m³/s</i>	3,44	3,35

Tabla 2: Población y caudales. Cuenca China

2.1.3.- Cuenca de la EDAR de La Gavia

La cuenca de La Gavia, con una superficie de 33 km², anteriormente formaba parte de la cuenca Sur y fue segregada al construir la EDAR de La Gavia.

Las aguas que se generan en la cuenca son tratadas en la EDAR de La Gavia, donde, además, se pueden incorporar caudales de las cuencas de aguas arriba por medio de un bombeo que alimenta la EDAR desde el colector Sur.

Esta cuenca contiene la mayor parte de los denominados “Desarrollos urbanísticos del Sureste” A efectos del presente estudio se considera que en el horizonte del estudio se alcanzará el máximo de población al alcanzarse la urbanización completa de la zona.

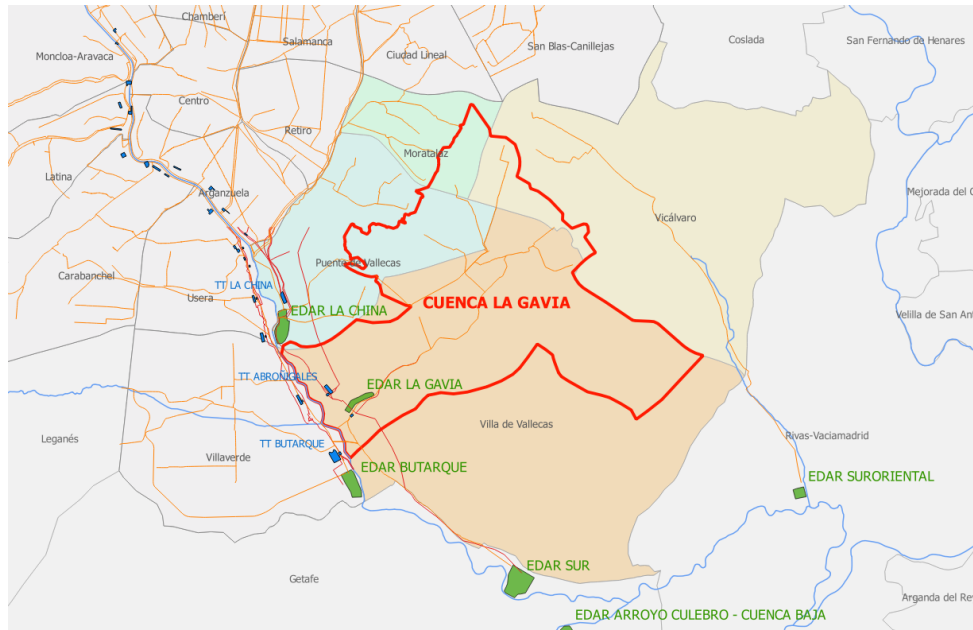


Ilustración 4: Cuenca de La Gavia

Su población y caudales en tiempo seco son:

CUENCA LA GAVIA			
Año de referencia		2017	2050
Población considerada	nº hab	163.591	315.817
Caudales medios	m ³ /d	29.226	60.436
	m ³ /s	0,34	0,70

Tabla 3: Población y caudales. Cuenca La Gavia

Esta cuenca dispone además de un tanque de 55.000 m³.

2.1.4.- Cuenca de la EDAR Butarque

La cuenca de Butarque viene delimitada por los colectores que envían caudales a la EDAR Butarque. Estos vertidos provienen de la parte del municipio de Madrid situada en la margen derecha del río Manzanares. La parte de la cuenca drenada mediante colectores tiene una superficie de unos 71 km².

En la cuenca de Butarque se dispone de un tanque de tormentas asociado a su EDAR de 359.000 m³.

En esta cuenca existen, además, dos trasvases que conectan el colector margen derecha con el colector Sur y que permiten trasvasar 1,5 y 2 m³/s respectivamente desde margen derecha a margen izquierda del sistema.

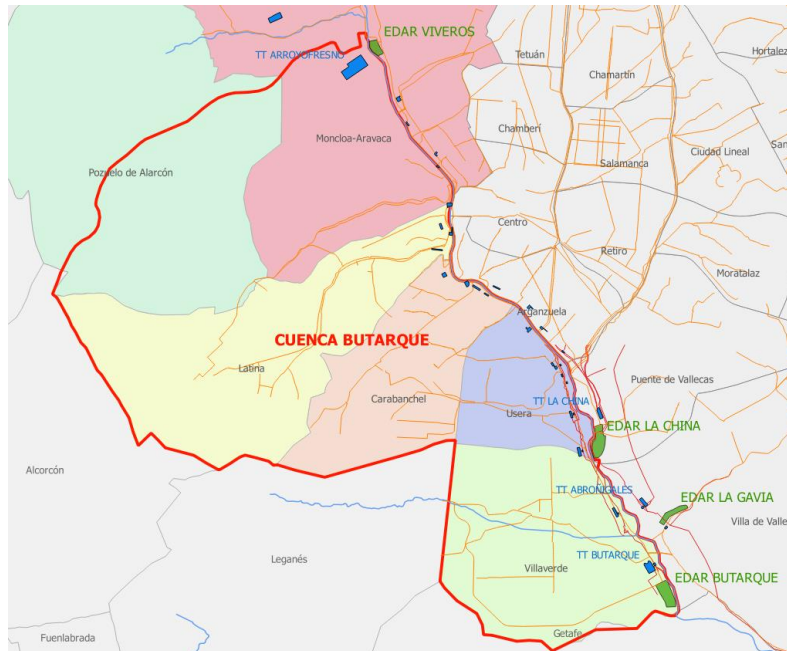


Ilustración 5: Cuenca de Butarque

Su población y caudales en tiempo seco son:

CUENCA BUTARQUE			
Año de referencia		2017	2050
Población considerada	nº hab	777.585	822.982
Caudales medios	m ³ /d	138.349	146.050
	m ³ /s	1,60	1,69

Tabla 4: Población y caudales. Cuenca Butarque

2.1.5.- Cuenca de la EDAR Sur

La cuenca de Sur es reducida y no hay sistema de colectores que recojan los vertidos de la mínima población situada en ella. Actualmente, los caudales de aguas residuales que se tratan en la EDAR Sur provienen de los excedentes de las cuencas de Viveros, Butarque y La China.

A efectos del estudio se considera que se conectarán a corto o medio plazo los vertidos de la zona de la Cañada Real y a largo plazo la parte de los desarrollos urbanísticos del sureste que se incluyen en esta cuenca.

En cierta forma se puede establecer que la cuenca asociada a la EDAR Sur es toda la cuenca del Manzanares pues a través del sistema de colectores todas las aguas vertidas aguas arriba de la EDAR Sur pueden llegar hasta ella. Esta situación se observa perfectamente tanto en los caudales que llegan, su evolución y en las cargas contaminantes. El efecto es especialmente significativo en tiempo de lluvias.

En la cuenca de Sur, propiamente dicha, no hay ningún tanque de tormentas, sin embargo, existe el tanque de tormentas de Abroñigales (206.000 m³) al que llegan las aguas residuales y pluviales derivadas de parte de la cuenca de La China en el

denominado: “Partidor de Abroñigales” y que se vacía sobre el colector Sur, por lo que éste se puede asociar a la cuenca de Sur.

El colector que parte del partidor y que desvía parte de los caudales de la Cuenca China hacia este TT de Abroñigales se denomina “by-pass de Abroñigales”. Su función básica es desviar las aguas pluviales, pero por diseño permite derivar una parte de las residuales que llegan al partidor de Abroñigales.



Ilustración 6: Cuenca Sur

Los datos de población y caudales vertidos en tiempo seco en la cuenca Sur son:

CUENCA SUR			
Año de referencia		2017	2050
Población considerada	<i>nº hab</i>	37.707	132.505
	<i>m³/d</i>	7.595	26.689
Caudales medios	<i>m³/s</i>	0,09	0,31

Tabla 5: Población y Caudales. Cuenca Sur

Originalmente, la cuenca de Sur recibía, a través del colector del Culebro, los caudales de aproximadamente un millón de habitantes del sur del área metropolitana de Madrid (Leganés, Getafe, Parla, Fuenlabrada). La construcción de las dos EDAR del Arroyo Culebro eliminó esta aportación.

Sin embargo, el colector de Culebro sigue operativo. En momentos de fuertes lluvias puede derivar aguas pluviales de la cuenca Culebro a la EDAR SUR (En marzo de 2018 se produjo un episodio). Además, la población de Perales del Río (8.800 habitantes) realiza sus vertidos mediante una EBAR que envía las aguas residuales al Colector de Culebro en un punto situado a unos 500 m de la EDAR Sur.

En el momento de redactar este estudio el bombeo no funciona, pero está en tramitación por el ayuntamiento de Getafe el proyecto de renovación del mismo por lo que este vertido se deberá considerar a corto plazo.

2.1.6.- Cuenca de la EDAR Suroriental

Esta cuenca comprende el distrito de Vicálvaro, parte de San Blas y la localidad de Rivas-Vaciamadrid. Sus vertidos se tratan en la EDAR Suroriental situada aguas arriba de la confluencia del Manzanares con el Jarama.

Esta cuenca no está conectada con el resto del sistema de saneamiento del Manzanares y no está incluida en el estudio de soluciones de La China, Butarque y Sur. Recientemente la EDAR Suroriental fue renovada y tienen capacidad para tratar sus influentes y alcanzar los parámetros de vertido de la autorización de vertido en todos los parámetros.

2.2.- EDAR Y CAUDALES VERTIDOS

2.2.1.- EDAR La China

La EDAR de La China se emplaza al final de la calle de Embajadores, en el distrito de Puente de Vallecas (barrio de Entrevías), en la margen izquierda del río Manzanares. Está implantada en un espacio totalmente urbano. Recoge los vertidos de los distritos de Chamartín, Tetuán, Moncloa, Chamberí, Centro, Arganzuela, Retiro, Ciudad Lineal, Salamanca, Moratalaz y Puente de Vallecas.

Esta planta da servicio a los colectores de: Margen Izquierda, Axiles, Abroñigales, Bravo Murillo-Santa Engracia-Génova, Paseo de la Habana, Lopez de Hoyos, Goya, Alcalá, Francisco Silvela-Alcalá, Arturo Soria, Marqués de Corbera y Avenida de la Albufera.

Como se indica posteriormente, esta planta tiene asociado el tanque de tormenta de La China de 136.000 m³.

De la información facilitada por el Ayuntamiento de Madrid y de las visitas realizadas a la planta se obtienen los siguientes datos básicos de funcionamiento actuales de la EDAR.

EDAR DE LA CHINA			
Habitantes equivalentes		1.335.312 h-eq.	
Caudal medio de diseño		3,30 m ³ /s	285.120 m ³ /d
Caudal punta de diseño (tratamiento Biológico)		3,30 m ³ /s	285.120 m ³ /d
Caudal máximo de diseño (pretratamiento, canal a primario y primario)		4,80 m ³ /s	414.720 m ³ /d
Período enero/16 – mayo/17 (Datos de producción)	Caudales medios influentes	1,87 m ³ /s	161.684 m ³ /d
	Caudales medios tratados	1,17 m ³ /s	101.268 m ³ /d
Período mayo/17 - diciembre/18 (Datos de producción)	Caudales medios influentes	1,69 m ³ /s	145.777 m ³ /d
	Caudales medios tratados	0,82 m ³ /s	70.857 m ³ /d

Tabla 6. Datos básicos de funcionamiento de la EDAR de La China.

Aunque actualmente la planta esté tratando caudales inferiores a los de diseño, la planta no podría tratar en ningún caso el caudal de diseño con las cargas y las limitaciones de vertido actuales.

Los datos de estos caudales medios influentes y tratados, se han dividido en dos períodos debido a que la EDAR de La China cambió el proceso del tratamiento biológico en mayo de 2017. Se adaptó el proceso para intentar eliminar parte del nitrógeno de entrada por vía biológica convirtiendo el proceso de fangos activos convencional en otro con eliminación biológica de nitrógeno denominado: AO sin recirculación interna

Este cambio de sistema queda plasmado en los caudales medios tratados, ya que para aumentar el tiempo de retención celular en el reactor biológico, se disminuyen de forma importante los caudales de entrada al mismo.

En ambos períodos se presentan unos caudales medios influentes similares, por lo que el excedente que no se puede tratar en el reactor biológico en el segundo período se deriva a la EDAR Sur a través de una conexión situada después del primario hacia colector sur.

En la parcela de la EDAR La China está instalada una de las plantas de agua regenerada (ERAR) que alimenta la red de agua de riego de Madrid. Es la planta más antigua del sistema y además existe un depósito de regulación de agua regenerada de 5.000 m³ y un bombeo para impulsar el agua a los anillos de distribución por los parques de Madrid. Además, forma parte de la instalación un punto de carga de agua regenerada para camiones de limpieza de calles y alcantarillado.



Ilustración 7. EDAR La China con la situación de la ERAR.

En esta ERAR mediante un proceso compuesto por una decantación, filtración y una desinfección UV se produce agua con el nivel denominado: “CALIDAD 1.2 SERVICIOS” según se especifica en el R.D. 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el

régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas para riego de parques públicos y agua de servicio para limpiezas urbanas”.

Los datos medios de producción de las ERAR situadas en las plantas del Manzanares son:

ERAR	PRODUCCIONES MEDIAS. Años 2016-18 (m ³ /d)	
	Qmedio	Qmax.
LA CHINA	7.811	24.089
LA GAVIA	4.296	9.973
VIVEROS	4.851	22.890
TOTALES	16.958	56.952

Tabla 7. Producción media diaria de aguas regeneradas.

2.2.2.- EDAR Butarque

La EDAR Butarque se encuentra en el distrito de Villaverde (barrio de Butarque), en la Avenida de los Rosales, 399. Es la única depuradora que está situada en la margen derecha del río Manzanares y recibe las aguas de los distritos de Villaverde, Usera, Latina, Carabanchel, y parte del de Moncloa – Aravaca.

Esta planta da servicio a los colectores de: Butarque, Butarque II, Real de Pinto, San Fermín, Pradolongo, Interceptor Margen Derecha, General Ricardos, Doblado de Aluche, Aluche, Doblado de Meaques, Meaques y Margen Derecha.

Además, como se ha indicado anteriormente da servicio al tanque de tormenta asociado de Butarque de 359.000 m³.

De la información facilitada por el Ayuntamiento de Madrid y de las visitas realizadas a la planta se obtienen los siguientes datos de básicos de funcionamiento de la EDAR.

EDAR DE BUTARQUE			
Habitantes equivalentes de diseño		1.612.800 h-eq	
Caudal medio teórico de diseño		3,50 m ³ /s	302.400 m ³ /d
Caudal punta teórico de diseño (tratamiento biológico)		5,00 m ³ /s	432.000 m ³ /d
Caudal máximo de diseño (pretratamiento nuevo)	Pozo de gruesos	7,50 m ³ /s	648.000 m ³ /d
	Pretratamiento	10,50 m ³ /s	907.200 m ³ /d
	Tratamiento primario	7,50 m ³ /s	648.000 m ³ /d
Caudales medios influentes 16-18 (Datos de producción)		1,28 m ³ /s	110.890 m ³ /d
Caudales medios tratados 16-18 (Datos de producción)		1,19 m ³ /s	102.450 m ³ /d

Tabla 8: Datos básicos de funcionamiento de la EDAR Butarque

La EDAR de Butarque presenta deficiencias en los decantadores secundarios lo que hace que no pueda tratar la totalidad del caudal para el que fue diseñada. Además, con las cargas y las limitaciones de vertido actuales tampoco sería capaz de alcanzar el caudal de diseño aunque se solucionasen estas deficiencias.

Tal y como se ha señalado en la descripción de la cuenca, aguas arriba de la EDAR Butarque existen dos conducciones que cruzan el río y permiten trasvasar agua desde el colector de margen derecha al colector Sur (margen izquierda). No se disponen de datos

sobre estos caudales derivados por no existir caudalímetros. Se deducen de forma aproximada por la diferencia entre los caudales que se han obtenido del estudio de población y dotaciones y el agua tratada en la EDAR.

Es importante destacar que, junto a la construcción del tanque de tormentas, se ejecutó una línea de pretratamiento y tratamiento primario dentro de la propia EDAR compuesta de:

- Pozo de gruesos
- Bombeo de elevación de agua proveniente del colector margen derecha
- Arqueta de entrada del agua bombeada desde el tanque de tormentas para su vaciado
- Rejas y Tamices
- Desarenadores
- Decantadores lamelares con recirculación

El caudal de diseño del pozo de gruesos es de 7,5 m³/s, el del conjunto de rejas, tamices y desarenadores es de 10,5 m³/s y el de los lamelares de 7,5 m³/s ampliable a 10,5 m³/s si se construye una línea más.



Ilustración 8. EDAR Butarque, planta tomada de ortoimagen.

El resto de la planta tiene una línea de proceso convencional:

- Pretratamiento: Pozo de gruesos, Rejas de gruesos y de finos, desarenador
- Decantación primaria
- Reactor biológico de turbinas
- Decantación secundaria

- Línea de lodos: Espesados de gravedad y flotación, digestión anaerobia y deshidratación de fangos.
- Línea de gas: Gasómetros y motogeneración

2.2.3.- EDAR Sur

La EDAR Sur se encuentra en la carretera de San Martín de la Vega km 6,6, (término municipal de Getafe), en la margen izquierda del río Manzanares

El colector de entrada a la planta (colector Sur) recoge todos los excedentes de caudal no tratados en las plantas situadas aguas arriba en ambos márgenes del río Manzanares (plantas de Viveros, China, Butarque) y el vaciado del tanque de tormenta de Abroñigales. La EDAR de La Gavia también puede derivar sus influentes al colector sur pero esta situación no se da en estos momentos pues la capacidad de tratamiento de La Gavia es muy superior a los caudales que le llegan de su cuenca

De la información facilitada por el Ayuntamiento de Madrid y de las visitas realizadas a la planta se obtienen los siguientes datos de básicos de funcionamiento de la EDAR.

EDAR Sur		
Habitantes equivalentes de diseño	2.937.600 h-eq	
Caudal medio de diseño	6,00 m ³ /s	518.400 m ³ /d
Caudal punta de diseño (tratamiento Biológico)	6,00 m ³ /s	518.400 m ³ /d
Caudal máximo de diseño (pretratamiento, canal a primario y primario)	12,50 m ³ /s	1.080.000 m ³ /d
Caudales medios tratados enero/16–mayo/17 (*) (Datos de producción)	2,56 m ³ /s	220.876 m ³ /d
Caudales medios tratados mayo/17-diciembre/18 (*) (Datos de producción)	2,82 m ³ /s	243.651 m ³ /d
(*)Se han distinguido los caudales en dos periodos porque a partir de mayo de 2016 la EDAR de La China modificó sus parámetros de funcionamiento, disminuyendo el caudal tratado, para poder eliminar nitrógeno. El caudal no tratado se deriva a Sur por lo que aumentó su caudal medio influente		

Tabla 9. Datos básicos de funcionamiento de la EDAR Sur.

En la misma parcela que la EDAR existe una PLANTA DE SECADO TÉRMICO DE LODOS. Esta instalación no forma parte del sistema de saneamiento, pertenece al Ayuntamiento de Madrid y realiza el secado tanto de los lodos de Sur como del resto de lodos generado en el resto de EDAR de Madrid.

El agua necesaria para su proceso la recibe de la EDAR y a su vez la EDAR recibe el agua sobrante del proceso de secado.

Es importante tener en cuenta este hecho puesto que los lodos de las otras dos plantas (China y Butarque) deben transportarse a Sur para su secado.

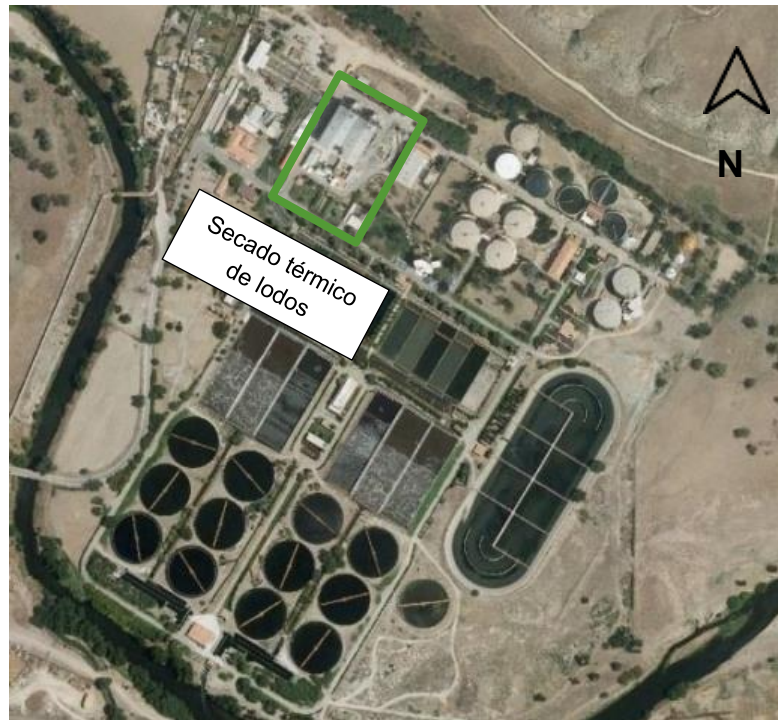


Ilustración 9. EDAR Sur.

La EDAR está conectada a dos colectores: El Sur que proviene de Madrid y el Culebro que recogía las aguas de Getafe, Pinto, Leganés, Humanes y Parla. La puesta en marcha de las dos EDAR del Arroyo Culebro hizo que dejase de llegar los vertidos de estas ciudades a Sur excepto en los casos antes señalados.

2.2.4.- Diagnóstico de las EDAR

Estado actual de la EDAR de La China

La EDAR La China está en un entorno urbano y rodeado de cinco barrios con una población aproximada de 120.000 habitantes. No existe posibilidad de aumentar su parcela y dada la proximidad a la población existen numerosas quejas al respecto de ruidos, olores y demás molestias que los residentes próximos asocian a la propia EDAR.

El proceso de la planta no se diseñó para eliminar nutrientes por ser su proyecto y construcción anterior a la normativa que limita su vertido. Por este motivo no tiene capacidad para eliminar nitrógeno y fósforo por vía biológica.

Se trata de una planta antigua con equipos que han superado su vida útil.

Estado actual de la EDAR de Butarque

La parcela tiene 20,4 ha, es limítrofe a la población de Perales del Río y está rodeada de terrenos susceptibles de ser urbanizados a medio o largo plazo al menos en parte.

No dispone de un proceso capaz de eliminar nitrógeno por lo que es imposible adaptarla a una configuración que permita cumplir con las especificaciones sobre limitación de nutrientes.

Los equipos se han superado en muchos casos su vida útil exceptuando las nuevas instalaciones: pretratamiento y tratamiento primario.

Estado actual de la EDAR Sur

Está situada en el término municipal de Getafe, aunque no se encuentra próxima a ningún núcleo urbano. La parcela tiene 36,5 ha y no dispone de espacio libre suficiente para implantar ampliaciones. Existen parcelas limítrofes donde se podrían incorporar las mejoras propuestas para la planta.

Está situada en zona inundable y dentro del Parque Regional de Manzanares.

El procesos de la planta no se diseñó para eliminar nutrientes por lo que no tiene capacidad para su eliminación. En estas condiciones no puede cumplir las especificaciones que se planteen a corto plazo.

De la misma forma que en las dos plantas anteriores, los equipos de la EDAR Sur han superado, en su mayoría, su vida útil.

2.3.- SISTEMA DE COLECTORES Y TANQUES DE TORMENTA

2.3.1.- Colectores

En la ciudad de Madrid la mayor parte de los colectores existentes son unitarios, es decir, transportan tanto agua residual como agua pluvial durante los episodios de lluvia.

La red de colectores del Manzanares se clasifica en:

- **Colectores generales de saneamiento.** Recogen el agua de los colectores transversales y la dirigen, aguas abajo, hacia las EDAR. Se trata de una serie de colectores que por ambos márgenes del río:
 - Colectores de margen derecha. Recogen las aguas residuales y pluviales desde aguas arriba de Viveros hasta la EDAR Butarque
 - Colectores de margen izquierda. Recogen las aguas desde Viveros hasta el Aliviadero General de la Margen Izquierda (A.G.M.I.)
 - Colector Sur. Situado en la margen izquierda parte del A.G.M.I. y termina en la EDAR Sur.
- **Colectores transversales.** Hay 17 colectores transversales (denominados en Madrid colectores tributarios) conectados con los colectores generales. En las uniones se han dispuesto unos depósitos de alivio (tanques de tormenta de pequeño tamaño) para evitar los vertidos directos al río sin alcanzar la dilución fijada de 17:1.

Se incluyen también dos elementos singulares cuya importancia en el funcionamiento de la red de saneamiento quedará justificada en los apartados posteriores.

- **Aliviadero general de la margen izquierda (A.G.M.I.).** En esta infraestructura se unen los colectores de margen izquierda con los colectores generales transversales que recogen los vertidos de la subcuenca de la Castellana (colectores Axiles) y de la M-30 (colectores de Abroñigales). Desde este punto se dirige un colector hacia la EDAR La China y arranca el Colector Sur.

- **Bypass de Abroñigales.** Se trata de un interceptor de gran diámetro que permite desviar los caudales de los colectores de Abroñigales y Axiles antes de que confluyan en el A.G.M.I. para evitar, en lo posible, que se desborde en episodios de lluvias. Termina en el tanque de tormentas de Abroñigales.

2.3.2.- Tanques de tormenta

En la actualidad, la ciudad de Madrid se ha dotado de un sistema de aliviaderos y tanques de tormenta para evitar los vertidos directos al río de aguas provenientes de la red de saneamiento (DSU). Se trata de un conjunto de 37 tanques, de los que cuatro de ellos son de gran tamaño y están asociados a una EDAR, tal y como se ha mencionado en apartados anteriores.

Estos tanques de gran capacidad y las EDAR asociadas son:

- **Arroyofresno (400.000 m³)** - EDAR de Viveros de la Villa.
- **China (136.000 m³)** - EDAR La China.
- **Butarque (359.000 m³)** - EDAR Butarque.
- **Abroñigales (206.000 m³)** - EDAR Sur.

El resto son tanques de alivio en las intersecciones de los colectores tributarios con los colectores generales. Están dimensionados para no verter agua al río hasta no alcanzar una dilución de 17:1 (los proyectos de los ejecutados en primer lugar se dimensionaron con una dilución de 10:1).

A continuación, se muestra una tabla en la que aparecen los tanques de tormentas y las plantas depuradoras existentes en el sistema Manzanares. Se indica el volumen, la margen en la que están situados y la EDAR que recibe los vaciados en primera instancia. Se han señalado los casos donde hay otras alternativas de vaciado.

Están ordenados por la EDAR principal de vaciado y desde aguas arriba hacia aguas abajo.

TANQUE DE TORMENTAS				VOL.	Otras conexiones
NOMBRE	TIPO	COLECTOR	EDAR	m ³	
ADELINA PATTI	Alivio	MI	VIV	4.600	
MATADERO	Alivio	MI	VIV	8.800	
PLAYA DE MADRID	Alivio	MI	VIV	7.400	
S. FERNANDO	Alivio	MI	VIV	2.300	
POZUELO	Alivio	MI	VIV	30.000	conectado a MD
ARROYOFRESNO	Regulación	MD	BUT	400.000	conectado a VIV y MI
CANTARRANAS	Alivio	MI	CHI	3.215	
S. BERNARDINO I	Alivio	MI	CHI	1.750	
S. BERNARDINO II	Alivio	MI	CHI	2.415	
CUESTA DE S. VICENTE	Alivio	MI	CHI	5.050	
MELANCÓLICOS	Alivio	MI	CHI	1.370	
TOLEDO	Alivio	MI	CHI	2.117	
STA. MARÍA DE LA CABEZA	Alivio	MI	CHI	1.300	
DELICIAS-VIÑUELAS	Alivio	MI	CHI	2.800	
EMBAJADORES	Alivio	MI	CHI	2.000	
LA CHINA	Regulación	MI	CHI	136.000	
VALDEMARÍN	Alivio	MD	BUT	28.000	conectado a MI
MARQUES DE MONISTROL	Alivio	MD	BUT	579	
ERMITA DEL SANTO	Alivio	MD	BUT	3.300	

TANQUE DE TORMENTAS				VOL.	Otras conexiones
NOMBRE	TIPO	COLECTOR	EDAR	m ³	
SAN AMBROSIO	Alivio	MD	BUT	1.564	
MAESTRO PADILLA	Alivio	MD	BUT	2.330	
GENERAL RICARDOS	Alivio	MD	BUT	2.226	
LEYVA I Y II	Alivio	MD	BUT	600	
CANALIZACIÓN	Alivio	MD	BUT	2.432	
INTERCEPTOR GRAL. M.D.	Alivio	MD	BUT	7.870	
GONZÁLEZ FEITO	Alivio	MD	BUT	2.944	
PRADOLONGO	Alivio	MD	BUT	1.700	
S. MARTÍN DE LA VEGA	Alivio	MD	BUT	520	
LA OLIVA	Alivio	MD	BUT	5.400	
BUTARQUE	Regulación	MD	BUT	359.000	
ABROÑIGALES	Regulación	SUR	SUR	206.000	
VOLUMEN TOTAL TT ALIVIO				1.089.000	
VOLUMEN TOTAL TT REGULACIÓN				134.582	
VOLUMEN TOTAL TT				1.223.582	

Nota: VIV Viveros, BUT Butarque, CHI China, MI / MD Margen izquierda / derecha

Tabla 10: Tanques de tormenta del Manzanares

2.3.3.- Funcionamiento del sistema en tiempo de lluvia

Durante los episodios de lluvia, los tanques de tormenta de regulación (Arroyofresno, Butarque, China y Abroñigales) almacenan el agua que las EDAR no son capaces de asimilar para su posterior tratamiento (efecto laminador). Cuando estos depósitos alcanzan su capacidad máxima los caudales pluviales se derivan directamente a cauce.

En el llenado de los tanques actualmente se produce sin un control efectivo de la dilución, se deriva agua hacia el tanque siempre que este tenga capacidad y los caudales sean superiores a los que puede asumir la EDAR.

Los tanques de tormenta de menor tamaño (tanques de alivio) tienen capacidad reducida y actúan principalmente como aliviaderos a cauce con un pequeño volumen de almacenamiento para evitar la contaminación más elevada de la primera parte del hidrograma. Este volumen se devuelve posteriormente a los colectores para tratarse en las EDAR.

Las cuencas de vertido de cada tanque de tormenta difieren en algunos casos de las cuencas de vertido de aguas residuales a cada una de la EDAR.

En el caso de Viveros y Butarque el comportamiento no varía, en ambos casos las pluviales se recogen en su tanques de tormenta respectivos (Arroyofresno y Butarque) hasta que se alcanza el nivel máximo de estos, cuando esto sucede se realizan los vertidos a cauce a través de los aliviaderos de los propios tanques.

El tanque de Arroyofresno, aunque da servicio a la cuenca de Viveros, se vacía, actualmente, contra la margen derecha y, por lo tanto, contra la EDAR Butarque., debido a la insuficiente capacidad de la EDAR de Viveros.

En el caso de la cuenca de China, cuando se producen estos episodios de lluvia, no todo el caudal se direcciona hacia el TT de China, existe un colector de by-pass, que recoge los caudales de los colectores Abroñigales y Axiles y los conduce hasta el TT de Abroñigales, mediante un by-pass (By-pass Abroñigales) al TT y la EDAR La China.



De esta forma el funcionamiento de la margen izquierda, aguas abajo de Viveros, durante los episodios de lluvia se divide en dos partes:

- La zona más próxima al cauce, una franja de la cuenca en la margen izquierda del cauce cuyas aguas pluviales son recogidas por diversos colectores tributarios que desembocan todos ellos en el Colector de Margen Izquierda (CMI en adelante), este colector se encuentra doblado en algunos puntos para aumentar su capacidad.

Este CMI desemboca en el Aliviadero General de Margen Izquierda de donde parten los siguientes colectores.

- Colector de China (con destino la EDAR La China)
- Colector Sur, con destino la EDAR Sur
- Colectores de Conexión, de llenado del Tanque de Tormentas de la China

Los colectores de La China y Sur pueden derivar también agua al TT de La China por medio de un partididor. A su vez, el TT de La China se vacía contra estos dos colectores.

- La zona más oriental y situada al norte de la cuenca, en este caso las aguas pluviales se recogen por los colectores Axiles y Abroñigales hasta llegar al partididor de Abroñigales. Este partididor deriva los caudales superiores a $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ por el colector del By-Pass de Abroñigales hasta el TT de Abroñigales

Los caudales que no se derivan por el By-Pass de Abroñigales continúan por los colectores de Abroñigales hasta llegar al AGMI donde existen las salidas ya comentadas anteriormente.

El By-Pass de Abroñigales conecta además con el Colector Sur aguas abajo del TT de Abroñigales mediante un colector de conexión con una capacidad limitada a $12 \text{ m}^3/\text{s}$. El TT de Abroñigales, a su vez, se vacía el Colector Sur.

Aguas abajo del TT de Abroñigales se localiza la conexión entre el Colector Sur y el colector de la Gavia, que transporta los excedentes que no son tratados en la EDAR de la Gavia,

El siguiente esquema muestra los diferentes elementos y sus interconexiones según lo expuesto anteriormente:

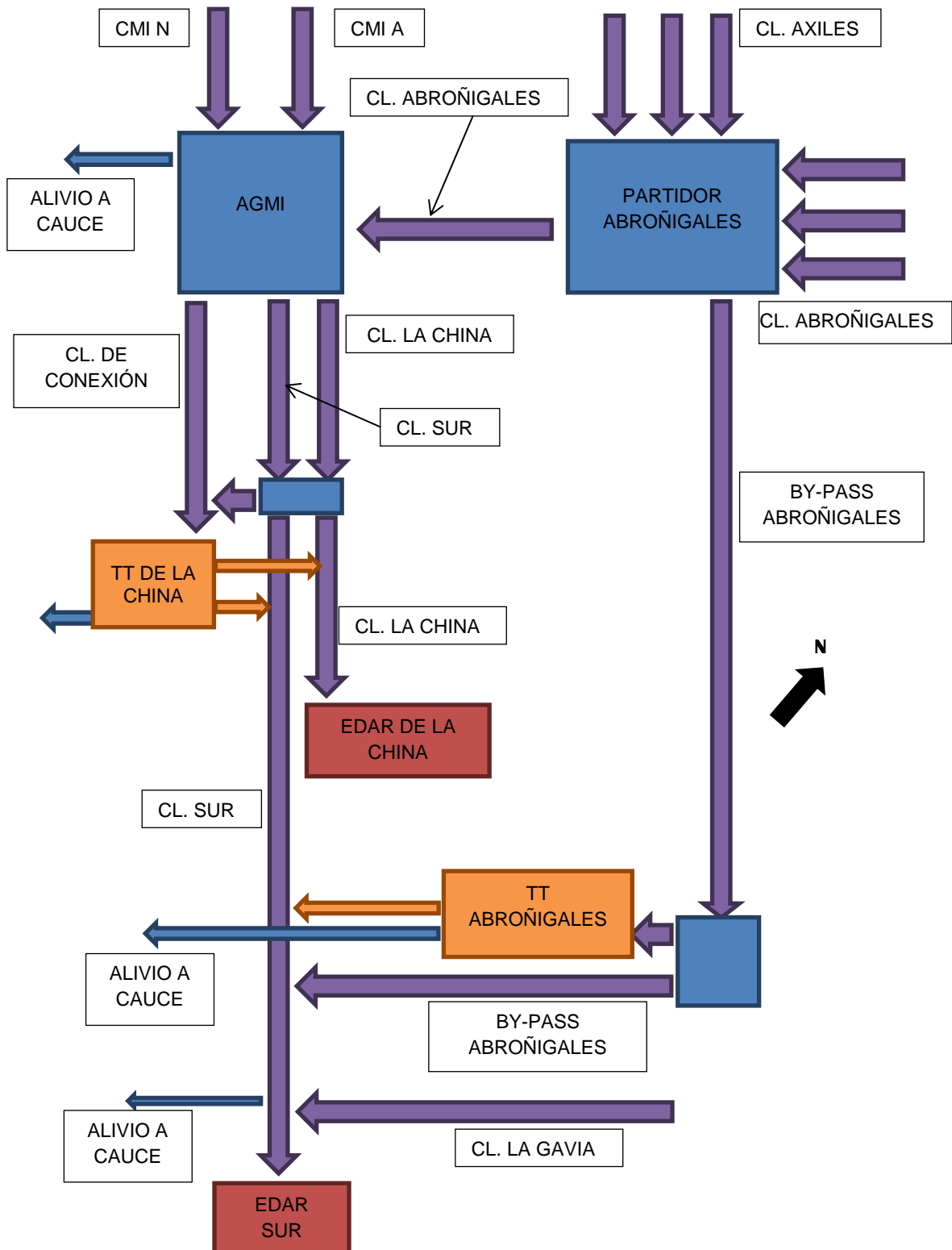


Ilustración 10. Esquema del saneamiento de la margen izquierda del sur de Madrid.

Se localizan cuatro principales **puntos de vertido a cauce**.

- Los vertidos en el AGMI, que se producen debido a la reducida capacidad de los colectores de salida cuando el TT de La China está lleno.

- Cuando el TT de Abroñigales se llena, los caudales del by-pass que superan los 12 m³/s no pueden derivarse al Colector Sur y se vierten al cauce. El TT de Abroñigales no cuenta con sistema de retención de gruesos (rejas) a la entrada del mismo ni en su aliviadero.
- Aguas abajo del TT de Abroñigales se encuentra la conexión entre el colector de la Gavia y el Colector Sur. En este punto, aunque de menor importancia, también se producen alivios al cauce cuando la capacidad del Colector Sur es tal que no puede asumir el exceso de caudales pluviales que van por el colector de la Gavia.
- Los Aliviaderos de los propios tanques de tormentas de China y de Butarque (no incluido en el esquema anterior).

2.3.4.- Diagnóstico del sistema de colectores y tanques de tormenta

Como se ha visto, los tanques de tormentas son funcionalmente depósitos de almacenamiento de aquellas partes del hidrograma de escorrentía urbana que no cumple con los criterios de dilución establecidos respecto a las aguas residuales. Estos criterios de dilución se han fijado, de acuerdo con la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT) en 17:1 tomando como caudal de agua residual el caudal punta de la cuenca de aporte.

Sin embargo, algunos elementos del sistema ya estaban construidos previamente a la implantación del criterio de dilución 17:1. Así pues, el AGMI se construyó con un criterio de 7:1 y el tanque de tormentas de La China con 10:1.

Por ello, con los actuales criterios de dilución, los volúmenes almacenados deben ser mayores antes de realizar los vertidos a cauce, por lo que **surgen necesidades de nuevos depósitos de almacenamiento** o tanques de tormenta.

Además, de los datos de vertido disponibles en las tablas de control de las diferentes plantas, así como de las reuniones con diferentes responsables del saneamiento de Madrid se pueden extraer los siguientes aspectos.

- Las EDAR La China, Butarque y Sur vierten, los días de lluvia, en conjunto, agua al cauce sin pasar por el tratamiento completo de las plantas.
 - La EDAR Sur vierte aproximadamente el 72 % de los caudales totales vertidos a cauce (sobre los totales de las plantas de China, Butarque y Sur de 2016/2017).
 - La EDAR Butarque vierte aproximadamente un 26 % de los caudales totales vertidos a cauce (totales de las plantas de China, Butarque y Sur de 2016/2017).
 - La EDAR La China vierte aproximadamente un 1 % de los caudales totales vertidos a cauce (totales de las plantas de China, Butarque y Sur de 2016/2017).
- El 47 % de los vertidos a cauce se produce por la incapacidad de los pretratamientos de las plantas para asumir las puntas de caudal durante los episodios de lluvia.

- El Aliviadero General de Margen Izquierda (AGMI), donde se produce el entronque de los colectores de Abroñigales (aguas abajo del By-Pass de Abroñigales) con el colector de Margen Izquierda, vierte frecuentemente en episodios de lluvia a cauce. No existen datos al respecto por lo que se desconoce la cantidad y la calidad de estos vertidos.

El siguiente cuadro refleja el resumen de los valores expuestos.

		LA CHINA	BUTARQUE	SUR	TOTAL
Caudales totales vertidos a cauce en los años 2016/17 (m ³)		252.620	4.817.765	13.256.940	18.327.325
		1%	26%	72%	100%
Medias diarias (m ³ /d)	2016	312,35	8.199,14	24.888,95	33.400,44
	2017	378,90	4.977,75	11.363,24	16.719,90
Caudales vertidos a cauce en los años 2016/17 <u>antes del pretratamiento</u> (m ³)		-	1.338.696	7.295.961	8.634.657
% respecto el total vertido		-	7%	40%	47%
Medias diarias (m ³ /d)	2016	-	1.928,29	13.435,95	15.363,90
	2017	-	1.737,08	6.516,52	8.250,60

Tabla 11. Vertidos a cauce sin tratamiento completo en el período 2016-2017.

Se pueden extraer las siguientes diferencias entre el comportamiento real del sistema y el teórico (con datos de los años 2016 y 2017).

- A las diferentes EDAR están llegando continuamente puntas de caudales pluviales que superan la capacidad de tratamiento de las mismas por lo que los vertidos a cauce se están realizando en las propias plantas en lugar de en los aliviaderos acondicionados para ello.
- Los TT de tormentas de La China, de Butarque y Abroñigales, derivan los excedentes a la red de colectores. Por ello están llegando los caudales de pluviales a las EDAR.
- La EDAR La China deriva los caudales que no puede tratar al Colector Sur, de esta forma no realiza prácticamente vertidos a cauce.
- Por los trasvases del CMD al CMI se están derivando caudales de pluviales hacia la EDAR Sur. Se desconoce la cantidad por falta o inexistencia de datos al respecto.
- A la EDAR Sur llegan los excedentes de pluviales de todas las cuencas de aguas arriba. Por ello es la EDAR que más vertidos realiza a cauce.
- A pesar del desvío de caudales por el By-Pass de Abroñigales, las aguas residuales que llegan al AGMI por los colectores de Margen Izquierda son



superiores a la capacidad de los colectores Sur y de La China, por lo que se producen vertidos en este punto.

2.4.- DIAGNOSIS GENERAL DEL SISTEMA

El sistema de saneamiento formado por el conjunto de colectores, tanques de tormenta y depuradoras no evita, en su totalidad, el vertido de aguas pluviales sin haber recibido el tratamiento necesario o sin haber alcanzado los criterios de dilución, para cumplir con las especificaciones del PHT.

Las principales deficiencias a corregir con las infraestructuras incluidas en este estudio informativo son las siguientes:

- Incapacidad de los colectores de salida del AGMI de forma que puedan derivar hacia aguas abajo las aguas que le llegan en periodos de lluvias por lo que se producen vertidos directos en este punto, dentro de la zona urbana del cauce y en el parque lineal del Manzanares.
- El sistema de tanques de tormenta no está completo teniendo un déficit de capacidad de almacenamiento de forma que se puedan almacenar los volúmenes de escorrentía necesarios hasta alcanzar el criterio de dilución 17:1 fijado por la Confederación Hidrográfica del Tago.

2.5.- ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DEL MANZANARES

En el esquema que figura seguidamente se observa la estructura del sistema. En él aparecen las conexiones entre los elementos del sistema indicados en este apartado, tanto colectores como los tanques de tormentas importantes y las propias EDAR.

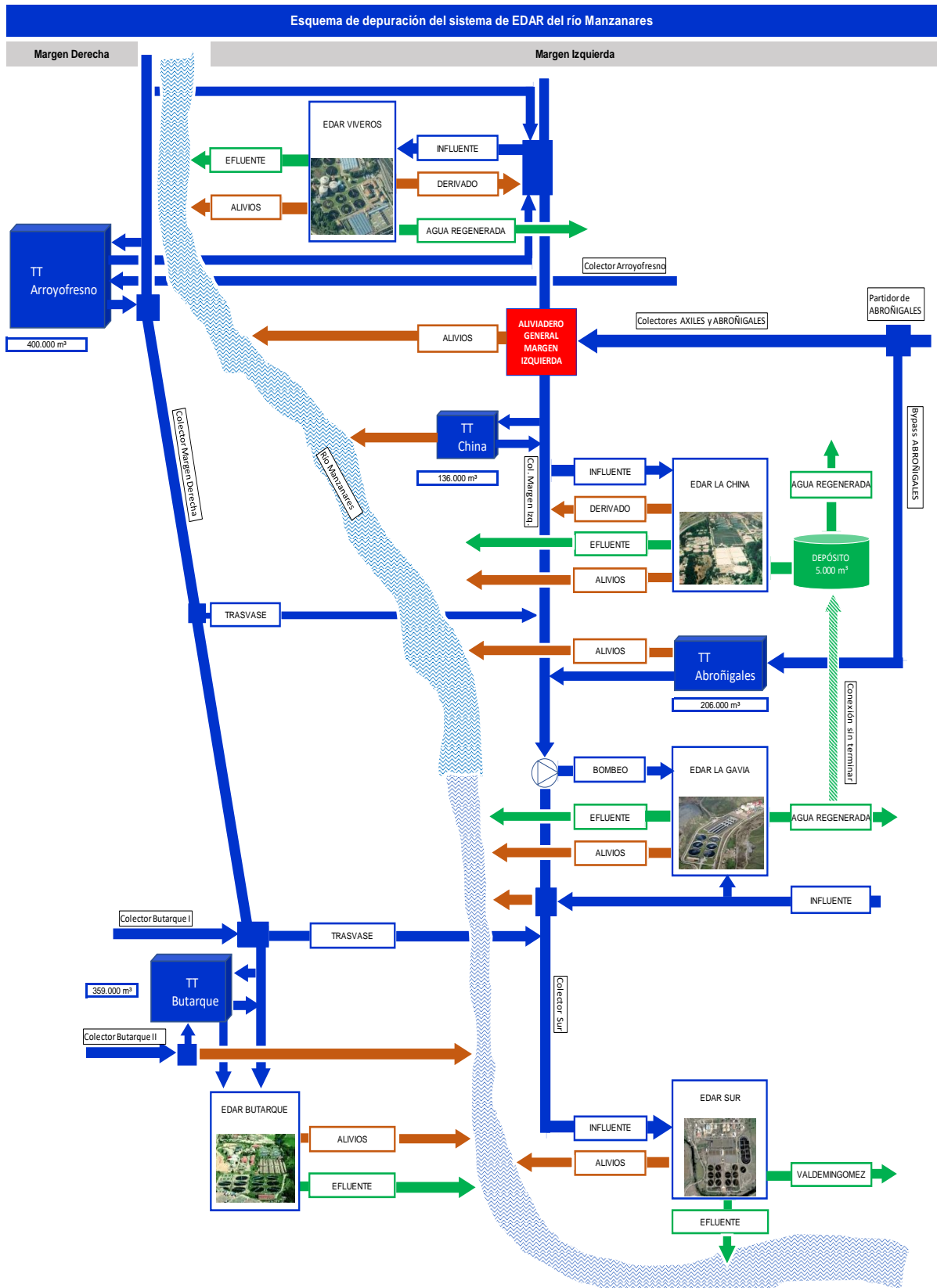


Ilustración 11. Esquema funcional de conexiones del sistema estudiado actual



ANEJO N°4. TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA	2
3.- REPLANTEO	2
4.- PLANOS.....	16



1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo consiste en la representación gráfica de la planta general topográfica de toda la extensión abarcada por las actuaciones descritas en el proyecto.

Se ha empleado cartografía a escala 1:1000 del Ayuntamiento de Madrid.

2.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA

Actualización cartográfica generada por la restitución de vuelo fotogramétrico 2016 con sistema de referencia EPSG:25830.

La información vectorial obtenida mediante la digitalización sobre la ortofoto se muestra en los siguientes temas representados: edificaciones, construcciones y cerramientos, edificios singulares, parcelario de viario, hidrografía, altimetría (puntos acotados en terreno y edificios, en zonas abiertas curvas de nivel de equidistancia 1m), movilidad, medio ambiente, monumentos, red eléctrica y elementos auxiliares, a estos datos se incorpora la información de callejero municipal, toponimia y rotulación auxiliar, red topográfica municipal, divisiones administrativas y proyectos de obra.

En esta versión se incorpora el trazado de los túneles obtenido mediante técnicas de captura de datos de `mapeo móvil` y deja de incluirse el parcelario catastral que figuraba en versiones anteriores.

3.- REPLANTEO

Se incluyen a continuación el listado para el replanteo de los ejes de los distintos colectores incluidos en este estudio informativo.

AMPLIACIÓN COLECTOR DE CONEXIÓN

Nombre de alineación: Eje_0.1

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 55+228.00

Tipo de ángulo de jalonamiento: GiradoMenos

Punto ocupado: ordenada 4,469,943.4535, abscisa 441,659.6577

Punto de fijación de orientación hacia atrás: ordenada 4,466,675.9068, abscisa 443,148.2118

Incremento de P.K.: 20.00

Desfase: 0.00

P.K.	Girado.Derecha	Distancia	Coordenada.N	Coordenada.E
0+000.00	197.8937 (d)	91.935m	4,470,034.7798m	441,649.0936m
0+020.00	209.3659 (d)	81.996m	4,470,025.1531m	441,666.6244m
0+040.00	223.2648 (d)	76.123m	4,470,015.5265m	441,684.1551m
0+060.00	238.4337 (d)	75.272m	4,470,005.8998m	441,701.6859m
0+080.00	252.9239 (d)	79.606m	4,469,996.2732m	441,719.2166m
0+100.00	265.2303 (d)	88.366m	4,469,986.6465m	441,736.7474m
0+120.00	274.9600 (d)	100.398m	4,469,977.0199m	441,754.2781m
0+140.00	282.4425 (d)	114.678m	4,469,967.3932m	441,771.8089m
0+160.00	290.8038 (d)	123.526m	4,469,951.3994m	441,782.9283m
0+180.00	298.6493 (d)	133.126m	4,469,933.8025m	441,792.4334m
0+200.00	305.3333 (d)	144.867m	4,469,916.2055m	441,801.9386m
0+220.00	310.9517 (d)	158.272m	4,469,898.6086m	441,811.4437m
0+240.00	315.6553 (d)	172.956m	4,469,881.0116m	441,820.9488m
0+260.00	319.6008 (d)	188.620m	4,469,863.4147m	441,830.4539m
0+280.00	322.9282 (d)	205.040m	4,469,845.8177m	441,839.9590m
0+300.00	325.7542 (d)	222.048m	4,469,828.2207m	441,849.4642m
0+320.00	328.1731 (d)	239.518m	4,469,810.6238m	441,858.9693m
0+340.00	330.2601 (d)	257.357m	4,469,793.0268m	441,868.4744m
0+360.00	332.0744 (d)	275.493m	4,469,775.4299m	441,877.9795m
0+380.00	333.6632 (d)	293.871m	4,469,757.8329m	441,887.4846m
0+400.00	335.0640 (d)	312.448m	4,469,740.2360m	441,896.9898m
0+420.00	336.3070 (d)	331.191m	4,469,722.6390m	441,906.4949m
0+440.00	337.4164 (d)	350.073m	4,469,705.0421m	441,916.0000m
0+460.00	338.4118 (d)	369.073m	4,469,687.4451m	441,925.5051m
0+480.00	339.3096 (d)	388.174m	4,469,669.8482m	441,935.0102m
0+500.00	340.1230 (d)	407.361m	4,469,652.2512m	441,944.5154m
0+520.00	340.8631 (d)	426.622m	4,469,634.6543m	441,954.0205m

0+540.00	341.5391 (d)	445.949m	4,469,617.0573m	441,963.5256m
0+552.28	341.9258 (d)	457.841m	4,469,606.2550m	441,969.3606m

COLECTOR DE CONEXIÓN + AMPLIACIÓN

Nombre de alineación: Eje_0.2

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 10+756.00

Tipo de ángulo de jalonamiento: GiradoMenos

Punto ocupado: ordenada 4,469,943.4535, abscisa 441,659.6577

Punto de fijación de orientación hacia atrás: ordenada 4,466,675.9068, abscisa 443,148.2118

Incremento de P.K.: 20.00

Desfase: 0.00

P.K.	Girado.Derecha	Distancia	Coordenada.N	Coordenada.E
0+000.00	341.4901 (d)	458.941m	4,469,607.8160m	441,972.6655m
0+020.00	341.6507 (d)	478.897m	4,469,592.3065m	441,985.2931m
0+040.00	341.7985 (d)	498.858m	4,469,576.7970m	441,997.9207m
0+060.00	341.9350 (d)	518.821m	4,469,561.2875m	442,010.5482m
0+080.00	342.0613 (d)	538.787m	4,469,545.7780m	442,023.1758m
0+100.00	342.1786 (d)	558.755m	4,469,530.2685m	442,035.8033m
0+107.56	342.2208 (d)	566.301m	4,469,524.4084m	442,040.5746m

COLECTOR DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR I. TRAMO 1 + COLECTOR SUR NUEVO TRAMO 1

Nombre de alineación: Eje_1

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 131+773.00

Tipo de ángulo de jalonamiento: GiradoMenos

Punto ocupado: ordenada 4,469,943.4535, abscisa 441,659.6577

Punto de fijación de orientación hacia atrás: ordenada 4,466,675.9068, abscisa 443,148.2118

Incremento de P.K.: 20.00

Desfase: 0.00

P.K.	Girado.Derecha	Distancia	Coordenada.N	Coordenada.E
0+000.00	341.8236 (d)	595.008m	4,469,505.9508m	442,062.9272m
0+020.00	342.5276 (d)	613.579m	4,469,487.2203m	442,069.9391m
0+040.00	343.1901 (d)	632.238m	4,469,468.4898m	442,076.9511m
0+060.00	343.8146 (d)	650.975m	4,469,449.7592m	442,083.9630m
0+080.00	344.4040 (d)	669.786m	4,469,431.0287m	442,090.9749m
0+100.00	344.9613 (d)	688.664m	4,469,412.2982m	442,097.9869m
0+120.00	345.4887 (d)	707.604m	4,469,393.5676m	442,104.9988m
0+140.00	345.9886 (d)	726.600m	4,469,374.8371m	442,112.0108m
0+160.00	346.4630 (d)	745.649m	4,469,356.1066m	442,119.0227m
0+180.00	346.9137 (d)	764.747m	4,469,337.3761m	442,126.0346m
0+200.00	347.3424 (d)	783.889m	4,469,318.6455m	442,133.0466m
0+220.00	347.7507 (d)	803.073m	4,469,299.9150m	442,140.0585m
0+240.00	348.1399 (d)	822.296m	4,469,281.1845m	442,147.0705m
0+260.00	348.5113 (d)	841.556m	4,469,262.4539m	442,154.0824m
0+280.00	348.8660 (d)	860.849m	4,469,243.7234m	442,161.0943m
0+300.00	349.2052 (d)	880.174m	4,469,224.9929m	442,168.1063m
0+320.00	349.5299 (d)	899.528m	4,469,206.2623m	442,175.1182m
0+340.00	349.8408 (d)	918.910m	4,469,187.5318m	442,182.1302m
0+360.00	350.1389 (d)	938.318m	4,469,168.8013m	442,189.1421m
0+380.00	350.4249 (d)	957.750m	4,469,150.0708m	442,196.1540m
0+400.00	350.6995 (d)	977.205m	4,469,131.3402m	442,203.1660m
0+420.00	351.0236 (d)	996.386m	4,469,112.2786m	442,209.1416m
0+440.00	351.3827 (d)	1,015.366m	4,469,092.9523m	442,214.2889m
0+460.00	351.7286 (d)	1,034.385m	4,469,073.6260m	442,219.4362m
0+480.00	352.0620 (d)	1,053.440m	4,469,054.2997m	442,224.5835m
0+500.00	352.5745 (d)	1,070.163m	4,469,035.0877m	442,225.4502m

0+520.00	353.3836 (d)	1,083.156m	4,469,016.0637m	442,219.2789m
0+540.00	354.1735 (d)	1,096.360m	4,468,997.0396m	442,213.1077m
0+560.00	354.9443 (d)	1,109.768m	4,468,978.0155m	442,206.9364m
0+580.00	355.6967 (d)	1,123.371m	4,468,958.9915m	442,200.7651m
0+600.00	356.4309 (d)	1,137.164m	4,468,939.9674m	442,194.5938m
0+620.00	357.1474 (d)	1,151.138m	4,468,920.9433m	442,188.4225m
0+640.00	357.7283 (d)	1,167.214m	4,468,901.2809m	442,185.2670m
0+660.00	358.2511 (d)	1,184.095m	4,468,881.3880m	442,183.2001m
0+680.00	358.7591 (d)	1,201.071m	4,468,861.4951m	442,181.1331m
0+700.00	359.2530 (d)	1,218.139m	4,468,841.6021m	442,179.0661m
0+720.00	359.7331 (d)	1,235.294m	4,468,821.7092m	442,176.9992m
0+740.00	0.2001 (d)	1,252.535m	4,468,801.8163m	442,174.9322m
0+760.00	0.6543 (d)	1,269.856m	4,468,781.9234m	442,172.8653m
0+780.00	1.0963 (d)	1,287.255m	4,468,762.0305m	442,170.7983m
0+800.00	1.5265 (d)	1,304.728m	4,468,742.1376m	442,168.7313m
0+820.00	1.9453 (d)	1,322.273m	4,468,722.2447m	442,166.6644m
0+840.00	2.3531 (d)	1,339.887m	4,468,702.3518m	442,164.5974m
0+860.00	2.7503 (d)	1,357.567m	4,468,682.4589m	442,162.5304m
0+880.00	3.1373 (d)	1,375.311m	4,468,662.5660m	442,160.4635m
0+900.00	3.5144 (d)	1,393.115m	4,468,642.6731m	442,158.3965m
0+920.00	3.8820 (d)	1,410.979m	4,468,622.7802m	442,156.3296m
0+940.00	4.2403 (d)	1,428.899m	4,468,602.8873m	442,154.2626m
0+960.00	4.5898 (d)	1,446.873m	4,468,582.9944m	442,152.1956m
0+980.00	4.9307 (d)	1,464.901m	4,468,563.1015m	442,150.1287m
1+000.00	5.2633 (d)	1,482.978m	4,468,543.2086m	442,148.0617m
1+020.00	5.5878 (d)	1,501.105m	4,468,523.3157m	442,145.9948m
1+040.00	5.9046 (d)	1,519.278m	4,468,503.4228m	442,143.9278m
1+060.00	6.1332 (d)	1,538.266m	4,468,483.4803m	442,144.1587m
1+080.00	6.3224 (d)	1,557.602m	4,468,463.5167m	442,145.3655m
1+100.00	6.5069 (d)	1,576.955m	4,468,443.5531m	442,146.5722m
1+120.00	6.6870 (d)	1,596.324m	4,468,423.5896m	442,147.7790m
1+140.00	6.8627 (d)	1,615.707m	4,468,403.6260m	442,148.9858m
1+160.00	7.0343 (d)	1,635.106m	4,468,383.6625m	442,150.1925m
1+180.00	7.2018 (d)	1,654.519m	4,468,363.6989m	442,151.3993m
1+200.00	7.3654 (d)	1,673.946m	4,468,343.7353m	442,152.6060m
1+220.00	7.5253 (d)	1,693.387m	4,468,323.7718m	442,153.8128m
1+240.00	7.6816 (d)	1,712.840m	4,468,303.8082m	442,155.0196m
1+260.00	7.8344 (d)	1,732.305m	4,468,283.8447m	442,156.2263m

1+280.00	7.9837 (d)	1,751.783m	4,468,263.8811m	442,157.4331m
1+300.00	8.1298 (d)	1,771.272m	4,468,243.9175m	442,158.6398m
1+317.73	8.2566 (d)	1,788.561m	4,468,226.2179m	442,159.7097m

COLECTOR DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR I. TRAMO 2 (TÚNEL)

Nombre de alineación: Eje_2_3m

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 66+105.00

Tipo de ángulo de jalonamiento: GiradoMenos

Punto ocupado: ordenada 4,469,943.4535, abscisa 441,659.6577

Punto de fijación de orientación hacia atrás: ordenada 4,466,675.9068, abscisa 443,148.2118

Incremento de P.K.: 20.00

Desfase: 0.00

P.K.	Girado.Derecha	Distancia	Coordenada.N	Coordenada.E
0+000.00	8.5311 (d)	1,807.126m	4,468,205.9923m	442,156.5826m
0+020.00	8.6638 (d)	1,826.678m	4,468,186.0355m	442,157.8900m
0+040.00	8.7724 (d)	1,846.372m	4,468,166.1375m	442,159.8933m
0+060.00	8.8546 (d)	1,866.192m	4,468,146.3350m	442,162.6875m
0+080.00	8.9109 (d)	1,886.106m	4,468,126.6595m	442,166.2683m
0+100.00	8.9422 (d)	1,906.078m	4,468,107.1422m	442,170.6299m
0+120.00	8.9492 (d)	1,926.075m	4,468,087.8142m	442,175.7655m
0+140.00	8.9325 (d)	1,946.066m	4,468,068.7060m	442,181.6668m
0+160.00	8.8930 (d)	1,966.019m	4,468,049.8480m	442,188.3245m
0+180.00	8.8314 (d)	1,985.904m	4,468,031.2702m	442,195.7280m
0+200.00	8.7485 (d)	2,005.693m	4,468,013.0021m	442,203.8656m
0+220.00	8.6449 (d)	2,025.357m	4,467,995.0725m	442,212.7244m
0+240.00	8.5214 (d)	2,044.869m	4,467,977.5100m	442,222.2902m
0+260.00	8.3788 (d)	2,064.203m	4,467,960.3425m	442,232.5480m
0+280.00	8.2177 (d)	2,083.333m	4,467,943.5971m	442,243.4815m
0+300.00	8.0389 (d)	2,102.235m	4,467,927.3005m	442,255.0732m
0+320.00	7.8431 (d)	2,120.886m	4,467,911.4786m	442,267.3048m
0+340.00	7.6309 (d)	2,139.263m	4,467,896.1563m	442,280.1570m
0+360.00	7.4029 (d)	2,157.344m	4,467,881.3582m	442,293.6092m
0+380.00	7.1648 (d)	2,175.202m	4,467,866.9634m	442,307.4940m
0+400.00	6.9297 (d)	2,193.083m	4,467,852.5907m	442,321.4016m
0+420.00	6.6985 (d)	2,211.000m	4,467,838.2179m	442,335.3093m
0+440.00	6.4710 (d)	2,228.953m	4,467,823.8451m	442,349.2169m
0+460.00	6.2472 (d)	2,246.940m	4,467,809.4723m	442,363.1246m
0+480.00	6.0269 (d)	2,264.962m	4,467,795.0995m	442,377.0322m

0+500.00	5.8101 (d)	2,283.016m	4,467,780.7267m	442,390.9399m
0+520.00	5.5966 (d)	2,301.102m	4,467,766.3539m	442,404.8476m
0+540.00	5.3866 (d)	2,319.220m	4,467,751.9811m	442,418.7552m
0+560.00	5.1797 (d)	2,337.368m	4,467,737.6083m	442,432.6629m
0+580.00	4.9761 (d)	2,355.547m	4,467,723.2356m	442,446.5705m
0+600.00	4.7756 (d)	2,373.754m	4,467,708.8628m	442,460.4782m
0+620.00	4.5781 (d)	2,391.991m	4,467,694.4900m	442,474.3859m
0+640.00	4.3837 (d)	2,410.255m	4,467,680.1172m	442,488.2935m
0+660.00	4.1921 (d)	2,428.547m	4,467,665.7444m	442,502.2012m
0+661.05	4.1822 (d)	2,429.505m	4,467,664.9922m	442,502.9290m

COLECTOR SUR NUEVO. TRAMO 2 (TÚNEL)

Nombre de alineación: Eje_2_2.5m

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 65+562.00

Tipo de ángulo de jalonamiento: GiradoMenos

Punto ocupado: ordenada 4,469,943.4535, abscisa 441,659.6577

Punto de fijación de orientación hacia atrás: ordenada 4,466,675.9068, abscisa 443,148.2118

Incremento de P.K.: 20.00

Desfase: 0.00

P.K.	Girado.Derecha	Distancia	Coordenada.N	Coordenada.E
0+000.00	8.2868 (d)	1,808.853m	4,468,206.4690m	442,164.4682m
0+020.00	8.4220 (d)	1,828.387m	4,468,186.5123m	442,165.7766m
0+040.00	8.5328 (d)	1,848.067m	4,468,166.6150m	442,167.7877m
0+060.00	8.6169 (d)	1,867.879m	4,468,146.8147m	442,170.5975m
0+080.00	8.6750 (d)	1,887.786m	4,468,127.1435m	442,174.2015m
0+100.00	8.7078 (d)	1,907.756m	4,468,107.6332m	442,178.5938m
0+120.00	8.7160 (d)	1,927.752m	4,468,088.3153m	442,183.7673m
0+140.00	8.7004 (d)	1,947.744m	4,468,069.2211m	442,189.7136m
0+160.00	8.6617 (d)	1,967.699m	4,468,050.3816m	442,196.4231m
0+180.00	8.6007 (d)	1,987.586m	4,468,031.8271m	442,203.8850m
0+200.00	8.5181 (d)	2,007.376m	4,468,013.5879m	442,212.0871m
0+220.00	8.4146 (d)	2,027.041m	4,467,995.6933m	442,221.0163m
0+240.00	8.2911 (d)	2,046.551m	4,467,978.1723m	442,230.6579m
0+260.00	8.1482 (d)	2,065.881m	4,467,961.0533m	442,240.9965m
0+280.00	7.9867 (d)	2,085.005m	4,467,944.3640m	442,252.0153m
0+300.00	7.8073 (d)	2,103.898m	4,467,928.1315m	442,263.6965m
0+320.00	7.6107 (d)	2,122.535m	4,467,912.3819m	442,276.0211m
0+340.00	7.3975 (d)	2,140.894m	4,467,897.1407m	442,288.9693m
0+360.00	7.1685 (d)	2,158.953m	4,467,882.4328m	442,302.5200m
0+380.00	6.9318 (d)	2,176.836m	4,467,868.0567m	442,316.4242m
0+400.00	6.6989 (d)	2,194.753m	4,467,853.6839m	442,330.3319m
0+420.00	6.4697 (d)	2,212.706m	4,467,839.3111m	442,344.2395m
0+440.00	6.2442 (d)	2,230.694m	4,467,824.9383m	442,358.1472m
0+460.00	6.0224 (d)	2,248.715m	4,467,810.5655m	442,372.0548m
0+480.00	5.8040 (d)	2,266.770m	4,467,796.1928m	442,385.9625m
0+500.00	5.5891 (d)	2,284.858m	4,467,781.8200m	442,399.8702m

0+520.00	5.3776 (d)	2,302.977m	4,467,767.4472m	442,413.7778m
0+540.00	5.1694 (d)	2,321.126m	4,467,753.0744m	442,427.6855m
0+560.00	4.9645 (d)	2,339.306m	4,467,738.7016m	442,441.5931m
0+580.00	4.7627 (d)	2,357.516m	4,467,724.3288m	442,455.5008m
0+600.00	4.5639 (d)	2,375.754m	4,467,709.9560m	442,469.4085m
0+620.00	4.3683 (d)	2,394.020m	4,467,695.5832m	442,483.3161m
0+640.00	4.1756 (d)	2,412.314m	4,467,681.2104m	442,497.2238m
0+655.62	4.0270 (d)	2,426.623m	4,467,669.9836m	442,508.0873m

COLECTOR DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR

I. TRAMO 3

Nombre de alineación: Eje_3

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 105+157.00

Tipo de ángulo de jalonamiento: GiradoMenos

Punto ocupado: ordenada 4,469,943.4535, abscisa 441,659.6577

Punto de fijación de orientación hacia atrás: ordenada 4,466,675.9068, abscisa 443,148.2118

Incremento de P.K.: 20.00

Desfase: 0.00

P.K.	Girado.Derecha	Distancia	Coordenada.N	Coordenada.E
0+000.00	3.9100 (d)	2,445.751m	4,467,653.8146m	442,519.4560m
0+020.00	3.8761 (d)	2,465.699m	4,467,635.6524m	442,527.8307m
0+040.00	3.8429 (d)	2,485.647m	4,467,617.4903m	442,536.2055m
0+060.00	3.8101 (d)	2,505.596m	4,467,599.3281m	442,544.5802m
0+080.00	3.7779 (d)	2,525.546m	4,467,581.1660m	442,552.9550m
0+100.00	3.7462 (d)	2,545.497m	4,467,563.0038m	442,561.3297m
0+120.00	3.7149 (d)	2,565.448m	4,467,544.8417m	442,569.7045m
0+140.00	3.6842 (d)	2,585.400m	4,467,526.6796m	442,578.0792m
0+160.00	3.6539 (d)	2,605.353m	4,467,508.5174m	442,586.4540m
0+180.00	3.6241 (d)	2,625.307m	4,467,490.3553m	442,594.8288m
0+200.00	3.5947 (d)	2,645.261m	4,467,472.1931m	442,603.2035m
0+220.00	3.5658 (d)	2,665.216m	4,467,454.0310m	442,611.5783m
0+240.00	3.5373 (d)	2,685.172m	4,467,435.8688m	442,619.9530m
0+260.00	3.5092 (d)	2,705.128m	4,467,417.7067m	442,628.3278m
0+280.00	3.4191 (d)	2,724.593m	4,467,401.0708m	442,639.2990m
0+300.00	3.3105 (d)	2,743.910m	4,467,384.9195m	442,651.0945m
0+320.00	3.2035 (d)	2,763.237m	4,467,368.7682m	442,662.8901m
0+340.00	3.0979 (d)	2,782.574m	4,467,352.6169m	442,674.6857m
0+360.00	2.9938 (d)	2,801.919m	4,467,336.4656m	442,686.4813m
0+380.00	2.8911 (d)	2,821.274m	4,467,320.3143m	442,698.2769m
0+400.00	2.7898 (d)	2,840.638m	4,467,304.1630m	442,710.0724m
0+420.00	2.6899 (d)	2,860.011m	4,467,288.0117m	442,721.8680m
0+440.00	2.5914 (d)	2,879.392m	4,467,271.8604m	442,733.6636m
0+460.00	2.4941 (d)	2,898.782m	4,467,255.7091m	442,745.4592m
0+480.00	2.3982 (d)	2,918.179m	4,467,239.5578m	442,757.2547m

0+500.00	2.3035 (d)	2,937.585m	4,467,223.4065m	442,769.0503m
0+520.00	2.2101 (d)	2,956.999m	4,467,207.2552m	442,780.8459m
0+540.00	2.1178 (d)	2,976.421m	4,467,191.1040m	442,792.6415m
0+560.00	2.1028 (d)	2,996.392m	4,467,172.9359m	442,800.9725m
0+580.00	2.0903 (d)	3,016.382m	4,467,154.7031m	442,809.1923m
0+600.00	2.0780 (d)	3,036.371m	4,467,136.4703m	442,817.4120m
0+620.00	2.0659 (d)	3,056.361m	4,467,118.2375m	442,825.6318m
0+640.00	2.0539 (d)	3,076.351m	4,467,100.0046m	442,833.8515m
0+660.00	2.0421 (d)	3,096.340m	4,467,081.7718m	442,842.0713m
0+680.00	1.8972 (d)	3,114.591m	4,467,067.9228m	442,856.3204m
0+700.00	1.7415 (d)	3,132.703m	4,467,054.4812m	442,871.1300m
0+720.00	1.5877 (d)	3,150.837m	4,467,041.0396m	442,885.9396m
0+740.00	1.4357 (d)	3,168.994m	4,467,027.5981m	442,900.7492m
0+760.00	1.2853 (d)	3,187.173m	4,467,014.1565m	442,915.5588m
0+780.00	1.1367 (d)	3,205.373m	4,467,000.7149m	442,930.3684m
0+800.00	0.9897 (d)	3,223.595m	4,466,987.2734m	442,945.1780m
0+820.00	0.8445 (d)	3,241.838m	4,466,973.8318m	442,959.9876m
0+840.00	0.7008 (d)	3,260.101m	4,466,960.3902m	442,974.7972m
0+860.00	0.5587 (d)	3,278.385m	4,466,946.9487m	442,989.6068m
0+880.00	0.4182 (d)	3,296.688m	4,466,933.5071m	443,004.4164m
0+900.00	0.2793 (d)	3,315.011m	4,466,920.0655m	443,019.2260m
0+920.00	0.1419 (d)	3,333.354m	4,466,906.6240m	443,034.0356m
0+940.00	0.0060 (d)	3,351.715m	4,466,893.1824m	443,048.8452m
0+960.00	359.8716 (d)	3,370.095m	4,466,879.7408m	443,063.6548m
0+980.00	359.7386 (d)	3,388.494m	4,466,866.2993m	443,078.4644m
1+000.00	359.6071 (d)	3,406.910m	4,466,852.8577m	443,093.2740m
1+020.00	359.4770 (d)	3,425.345m	4,466,839.4161m	443,108.0836m
1+040.00	359.3483 (d)	3,443.796m	4,466,825.9746m	443,122.8932m
1+051.57	359.2744 (d)	3,454.476m	4,466,818.2002m	443,131.4588m

COLECTOR DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR II.

Nombre de alineación: Eje_4

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 6+943.00

Tipo de ángulo de jalonamiento: GiradoMenos

Punto ocupado: ordenada 4,469,943.4535, abscisa 441,659.6577

Punto de fijación de orientación hacia atrás: ordenada 4,466,675.9068, abscisa 443,148.2118

Incremento de P.K.: 20.00

Desfase: 0.00

P.K.	Girado.Derecha	Distancia	Coordenada.N	Coordenada.E
0+000.00	358.9411 (d)	3,551.649m	4,466,739.1477m	443,191.5302m
0+020.00	358.8812 (d)	3,571.299m	4,466,723.0304m	443,203.3722m
0+040.00	358.8220 (d)	3,590.954m	4,466,706.9131m	443,215.2142m
0+060.00	358.7634 (d)	3,610.612m	4,466,690.7958m	443,227.0561m
0+069.43	358.7360 (d)	3,619.883m	4,466,683.1956m	443,232.6403m

COLECTOR SUR NUEVO. TRAMO 3

Nombre de alineación: Eje_5

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 11+476.00

Tipo de ángulo de jalonamiento: GiradoMenos

Punto ocupado: ordenada 4,469,943.4535, abscisa 441,659.6577

Punto de fijación de orientación hacia atrás: ordenada 4,466,675.9068, abscisa 443,148.2118

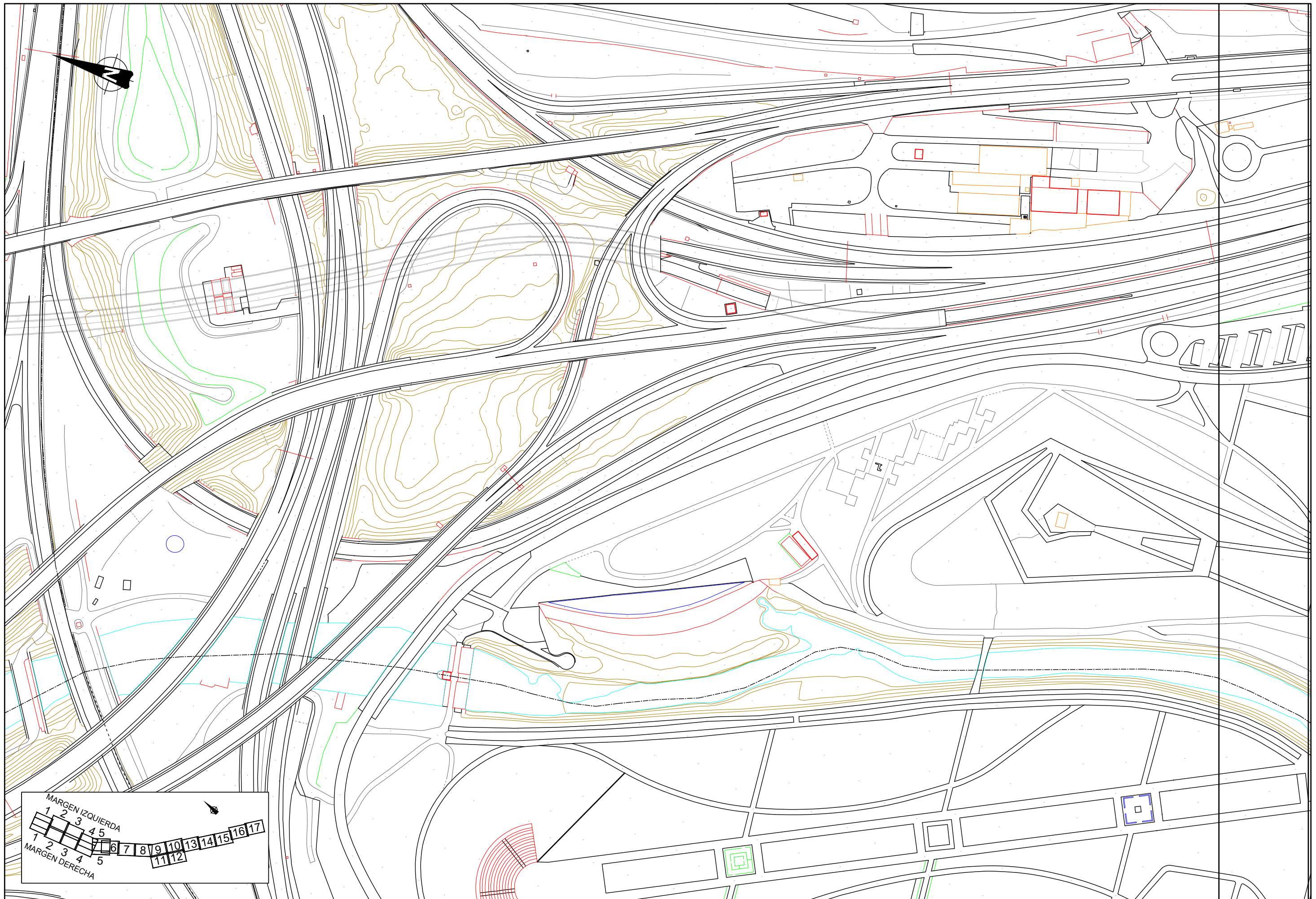
Incremento de P.K.: 20.00

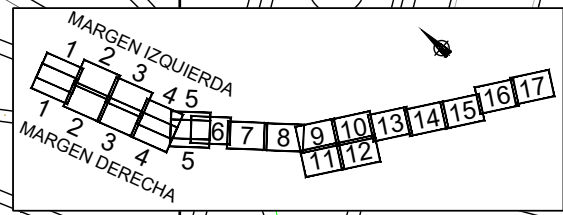
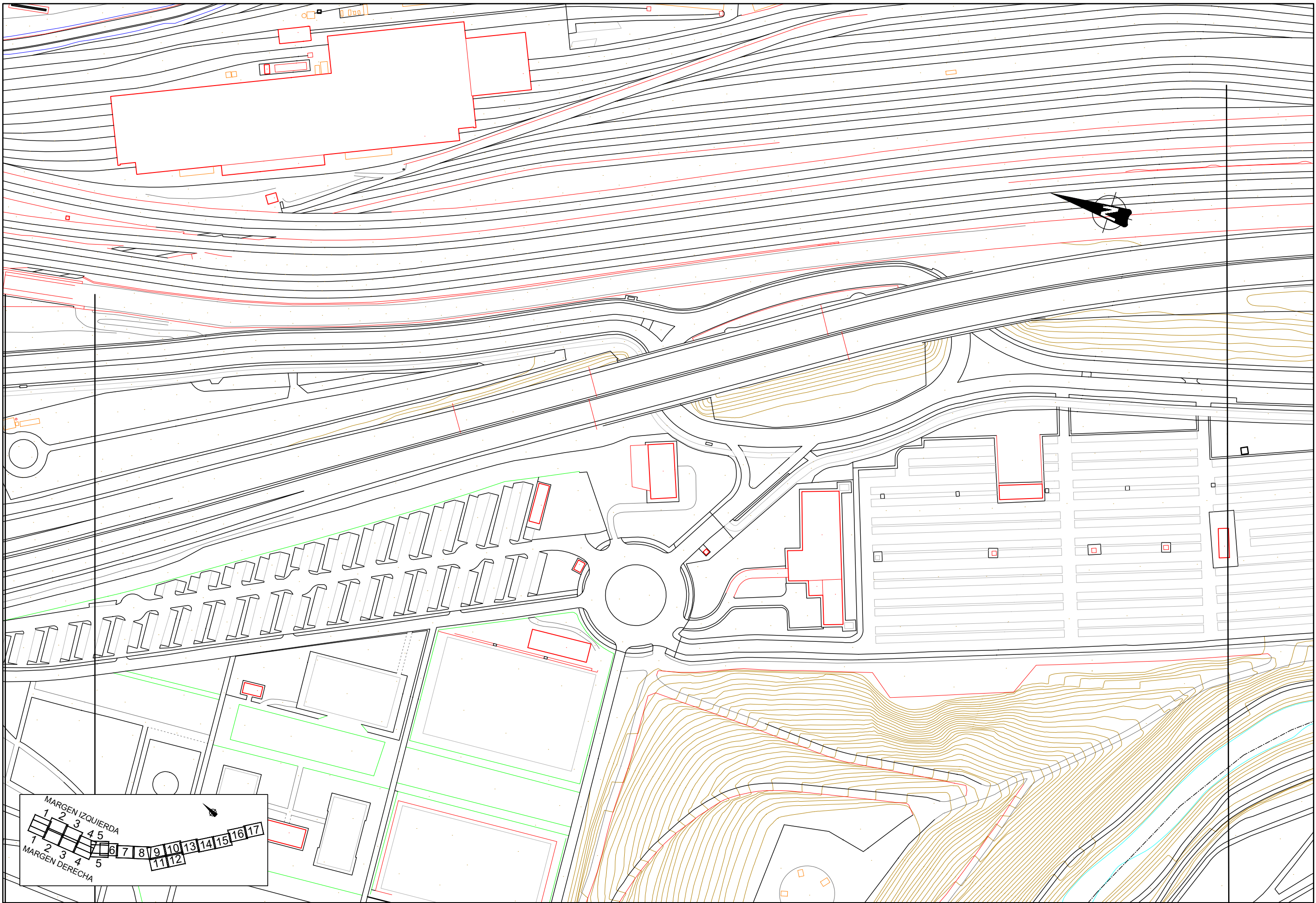
Desfase: 0.00

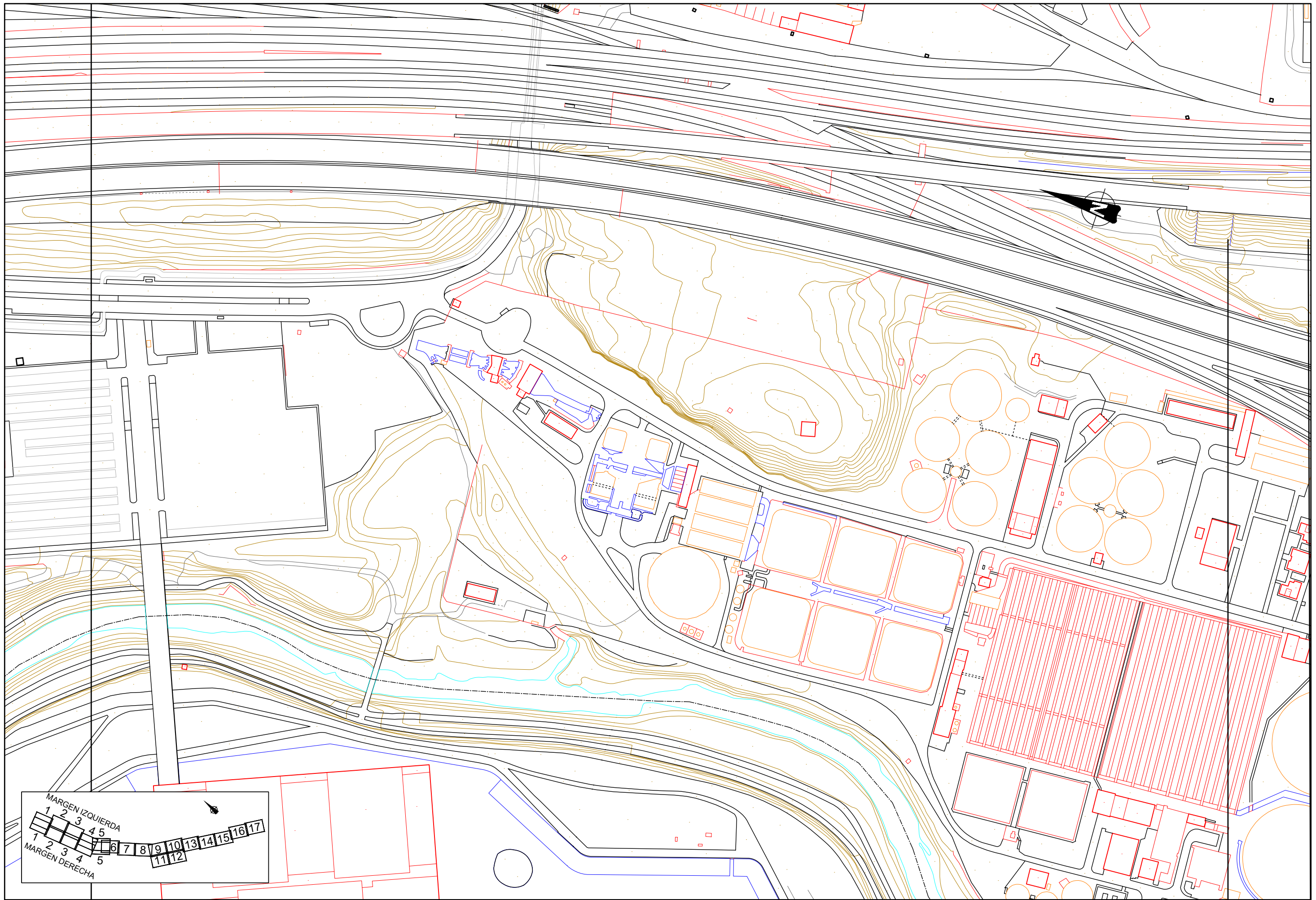
P.K.	Girado.Derecha	Distancia	Coordenada.N	Coordenada.E
0+000.00	3.7041 (d)	2,443.230m	4,467,659.2762m	442,526.7833m
0+020.00	3.4057 (d)	2,458.627m	4,467,649.4565m	442,544.2067m
0+040.00	3.1110 (d)	2,474.091m	4,467,639.6369m	442,561.6300m
0+060.00	2.8200 (d)	2,489.619m	4,467,629.8172m	442,579.0534m
0+080.00	2.5326 (d)	2,505.210m	4,467,619.9975m	442,596.4767m
0+100.00	2.2488 (d)	2,520.864m	4,467,610.1778m	442,613.9001m
0+114.76	2.0416 (d)	2,532.457m	4,467,602.9300m	442,626.7600m

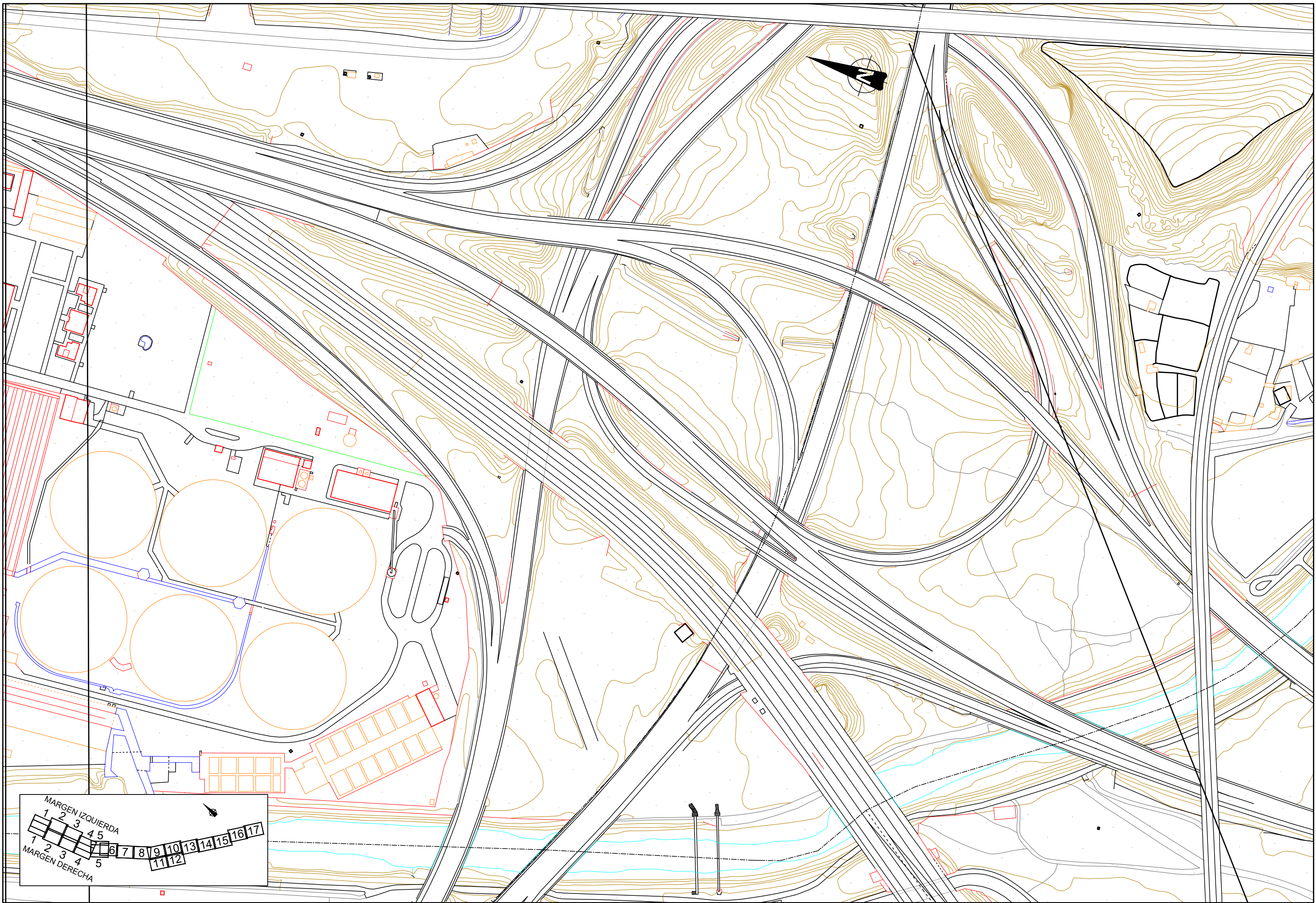


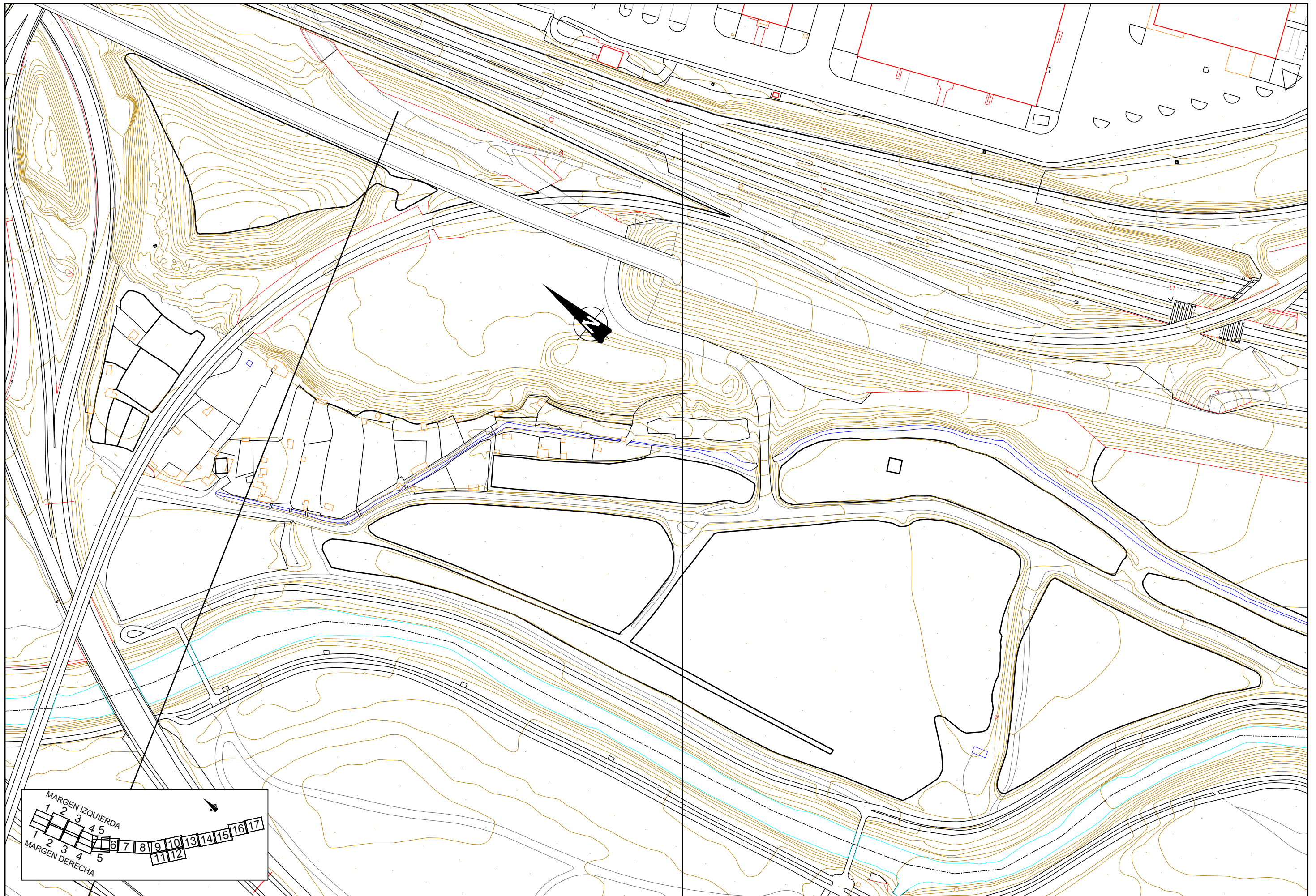
4.- PLANOS

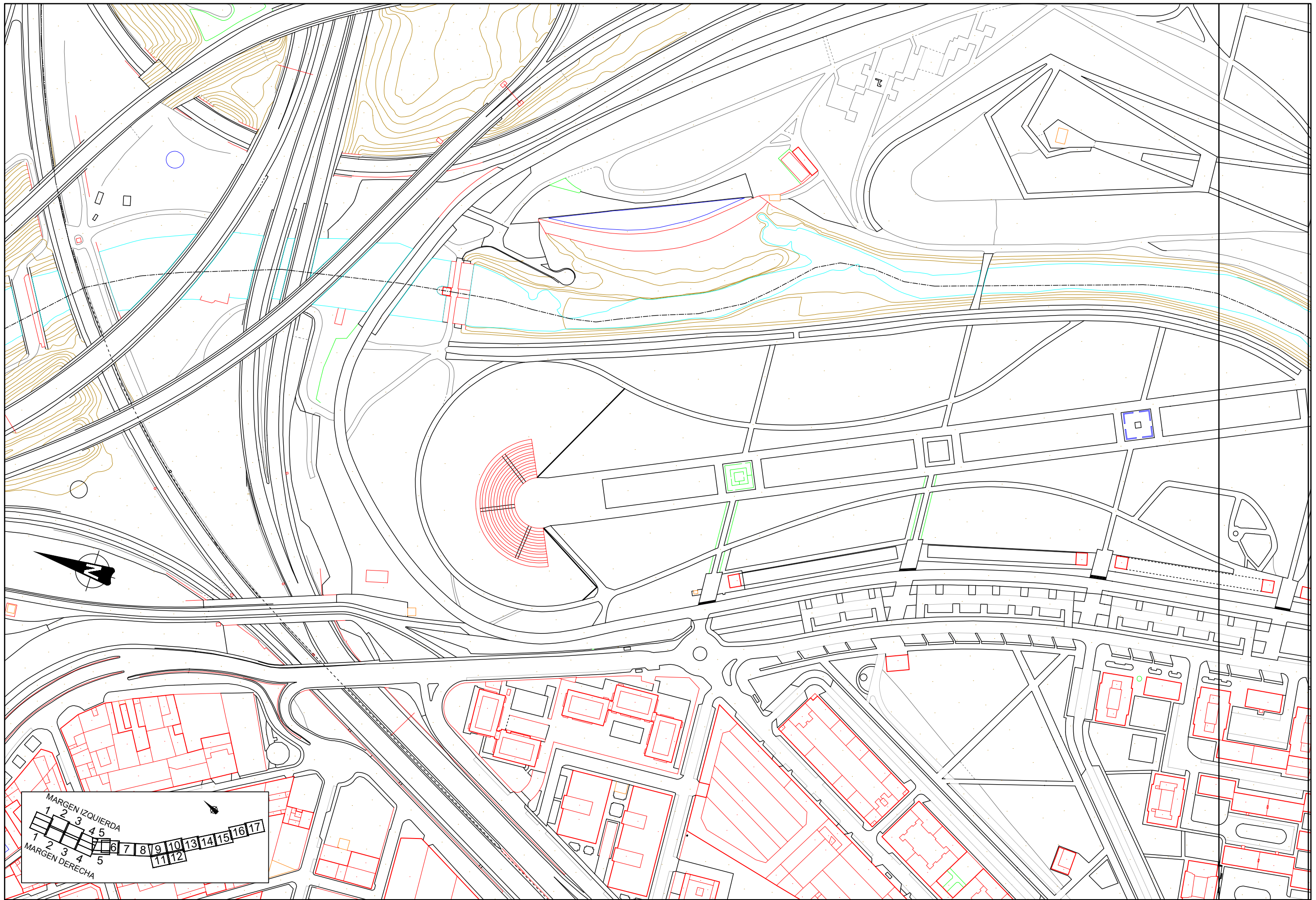


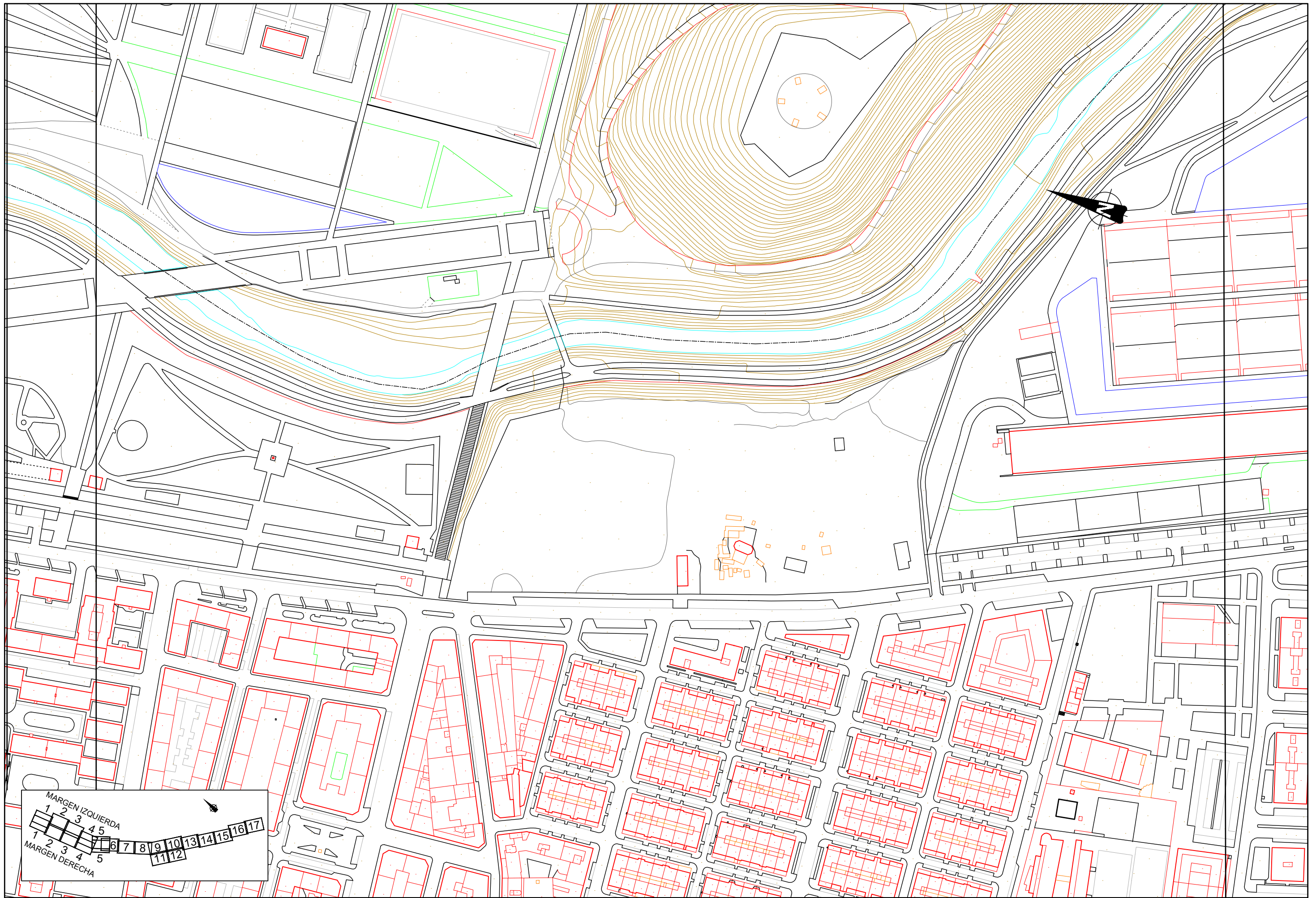


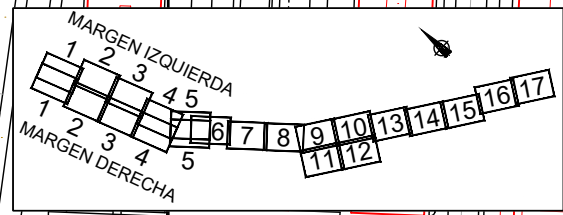
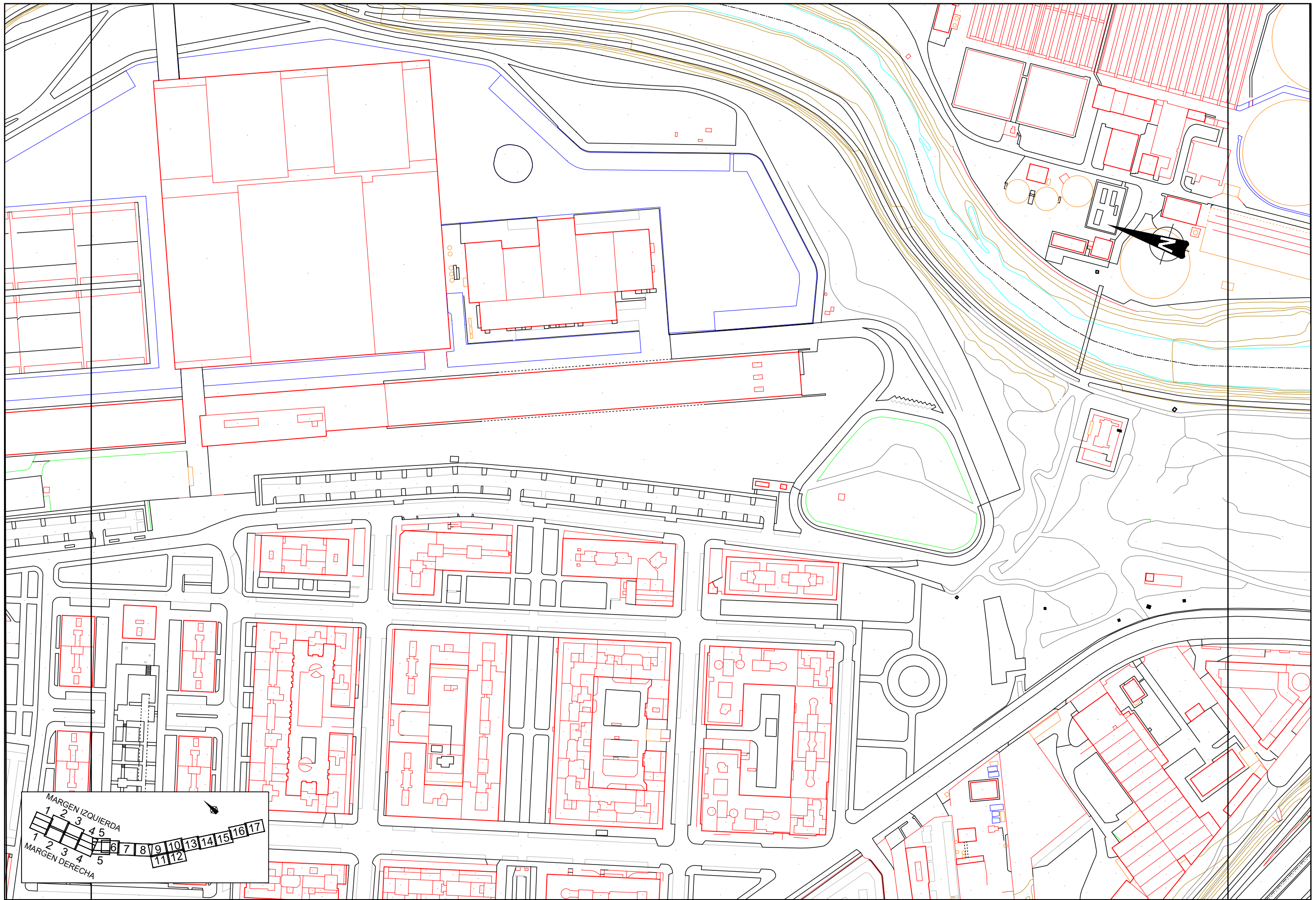


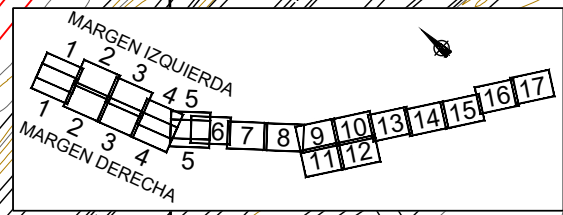
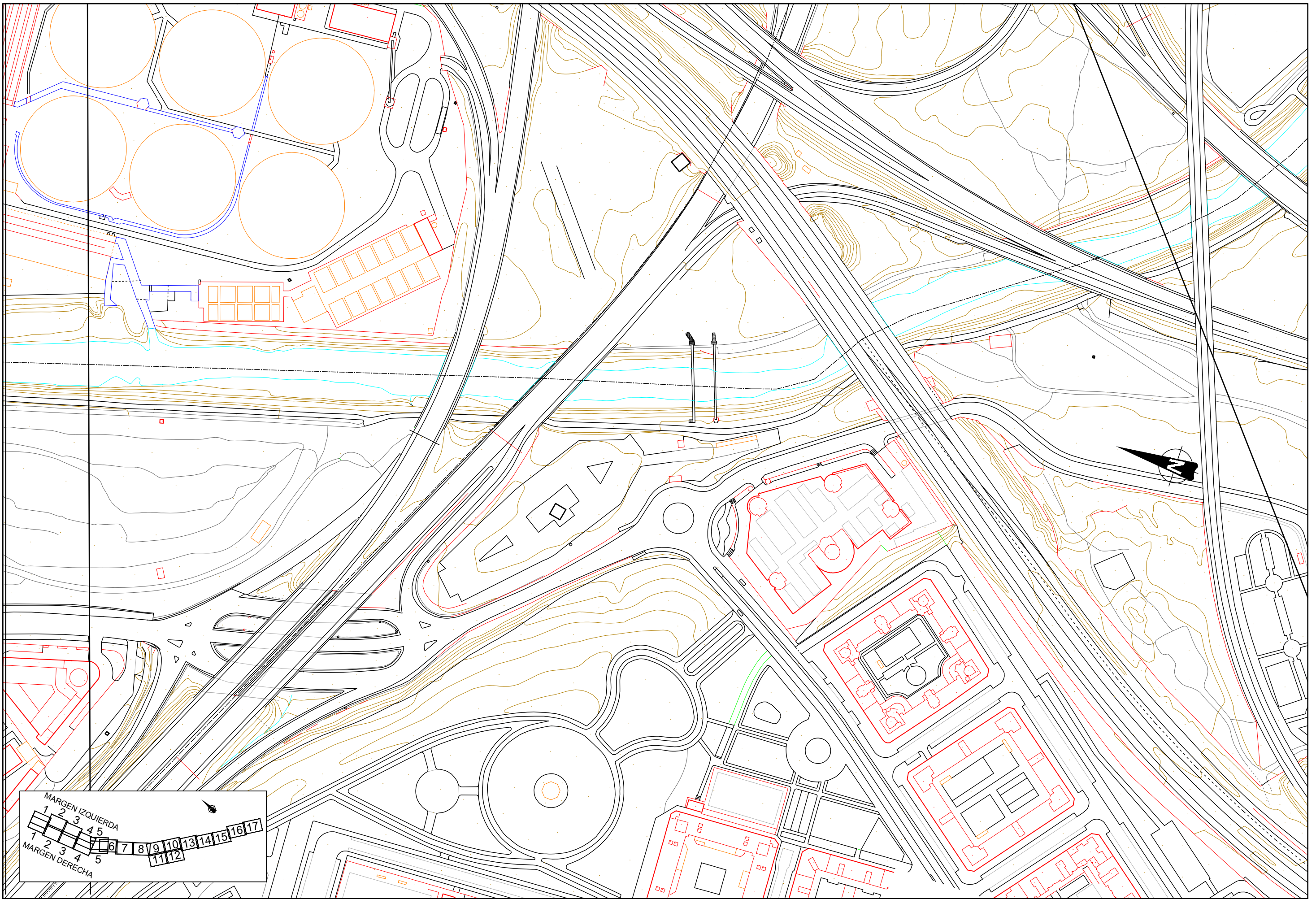


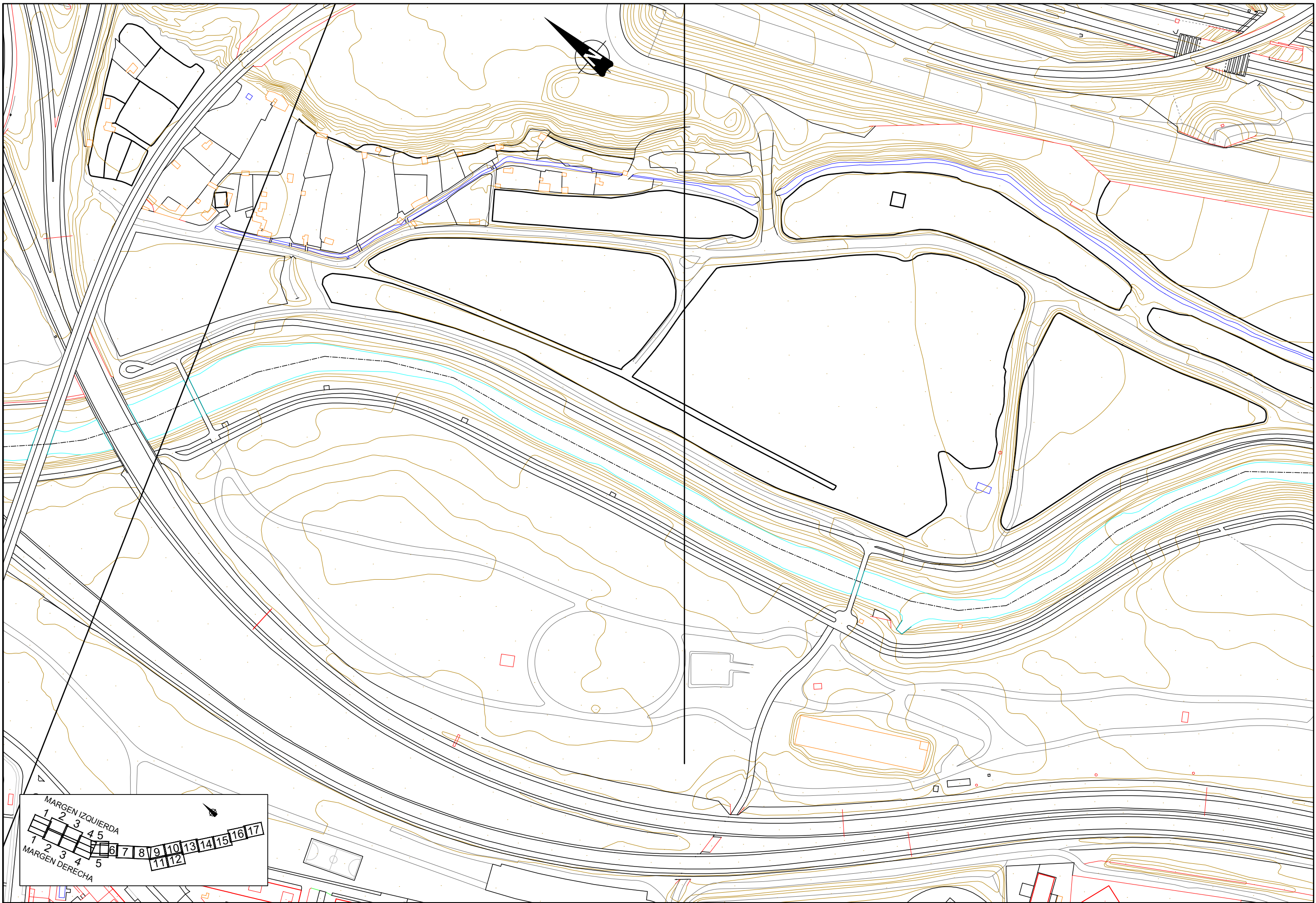


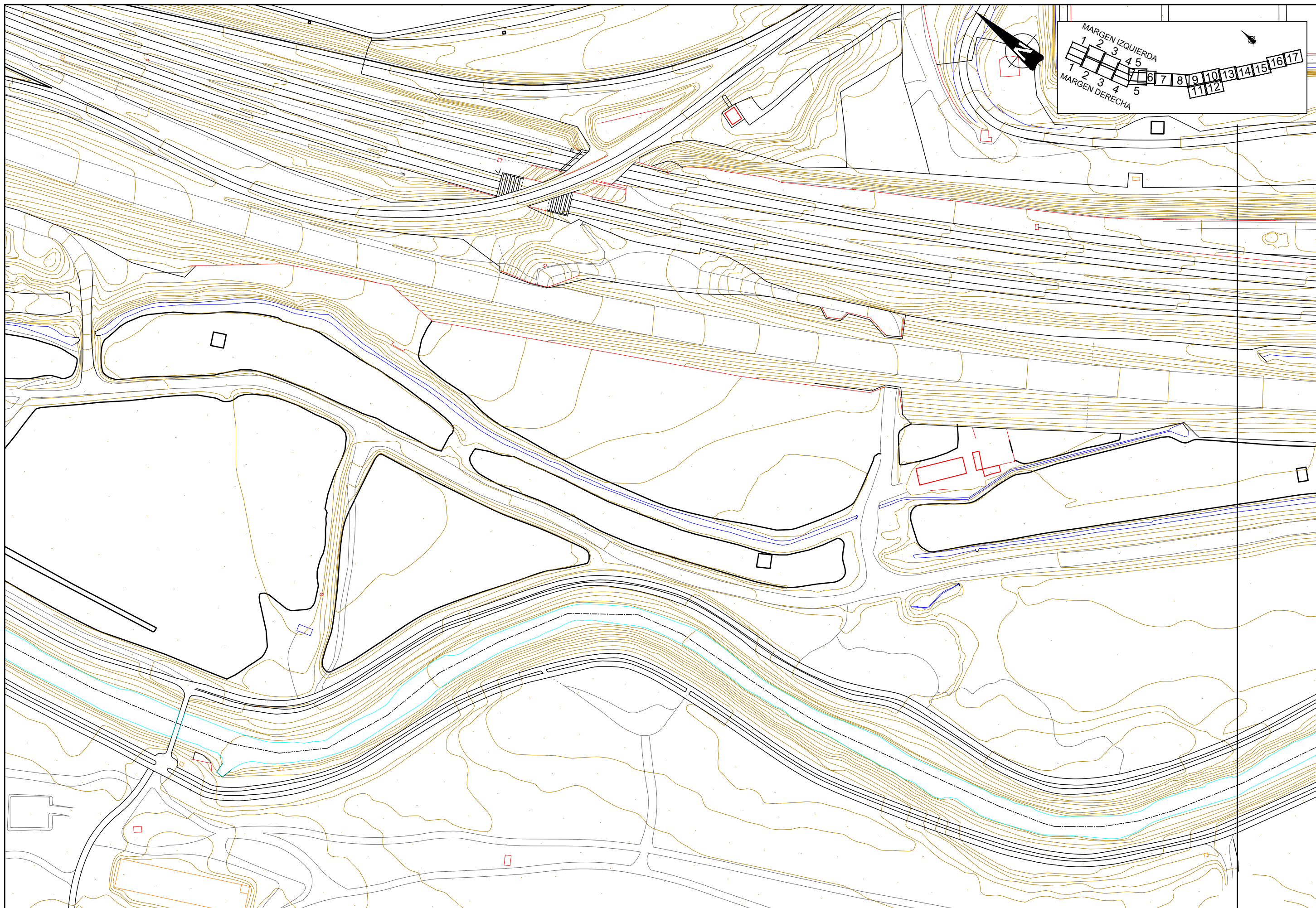


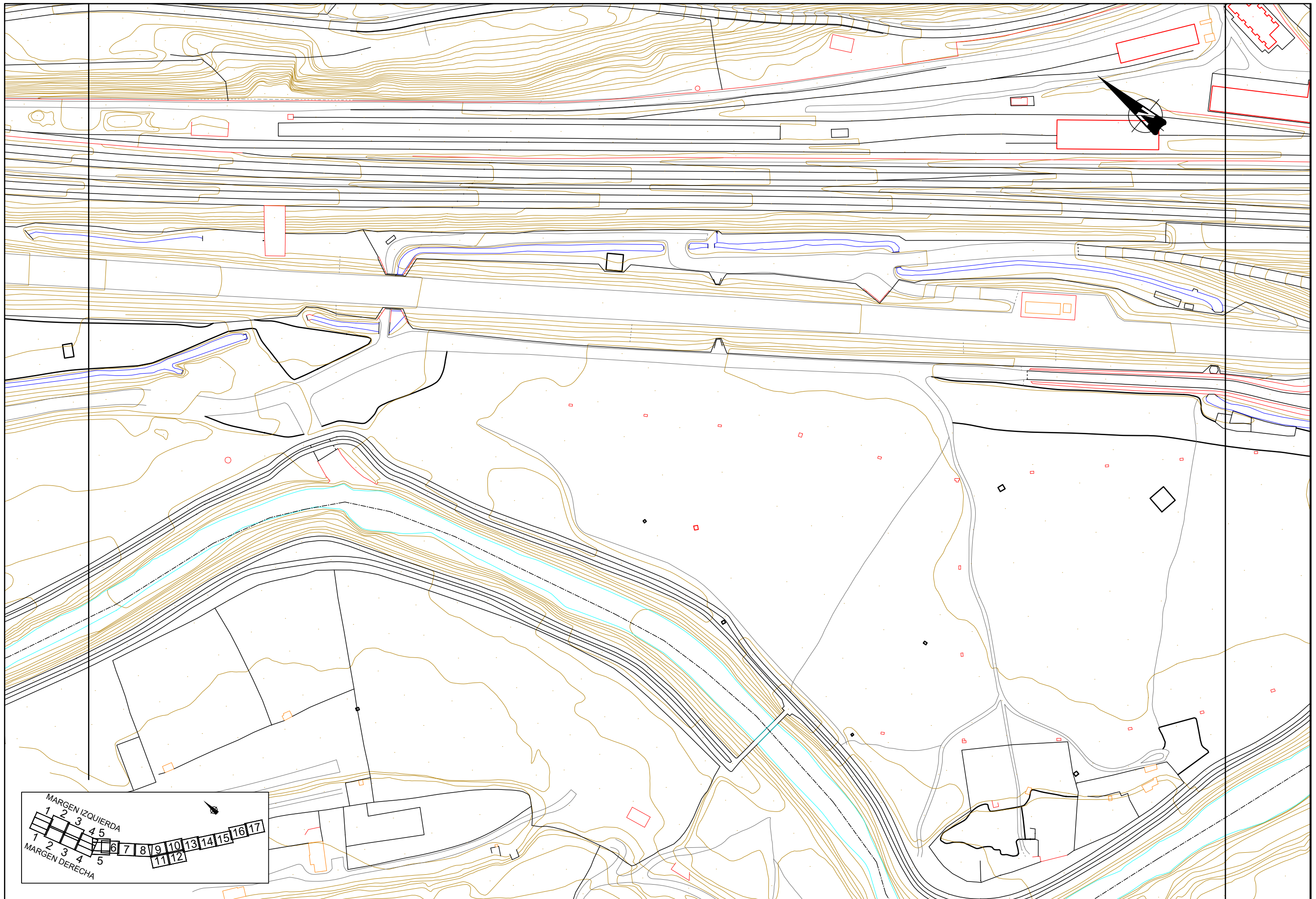




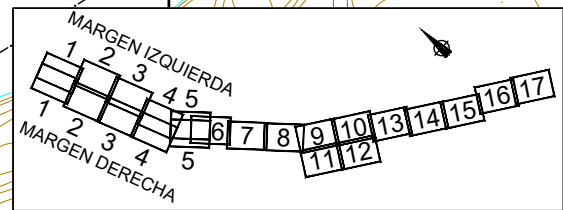
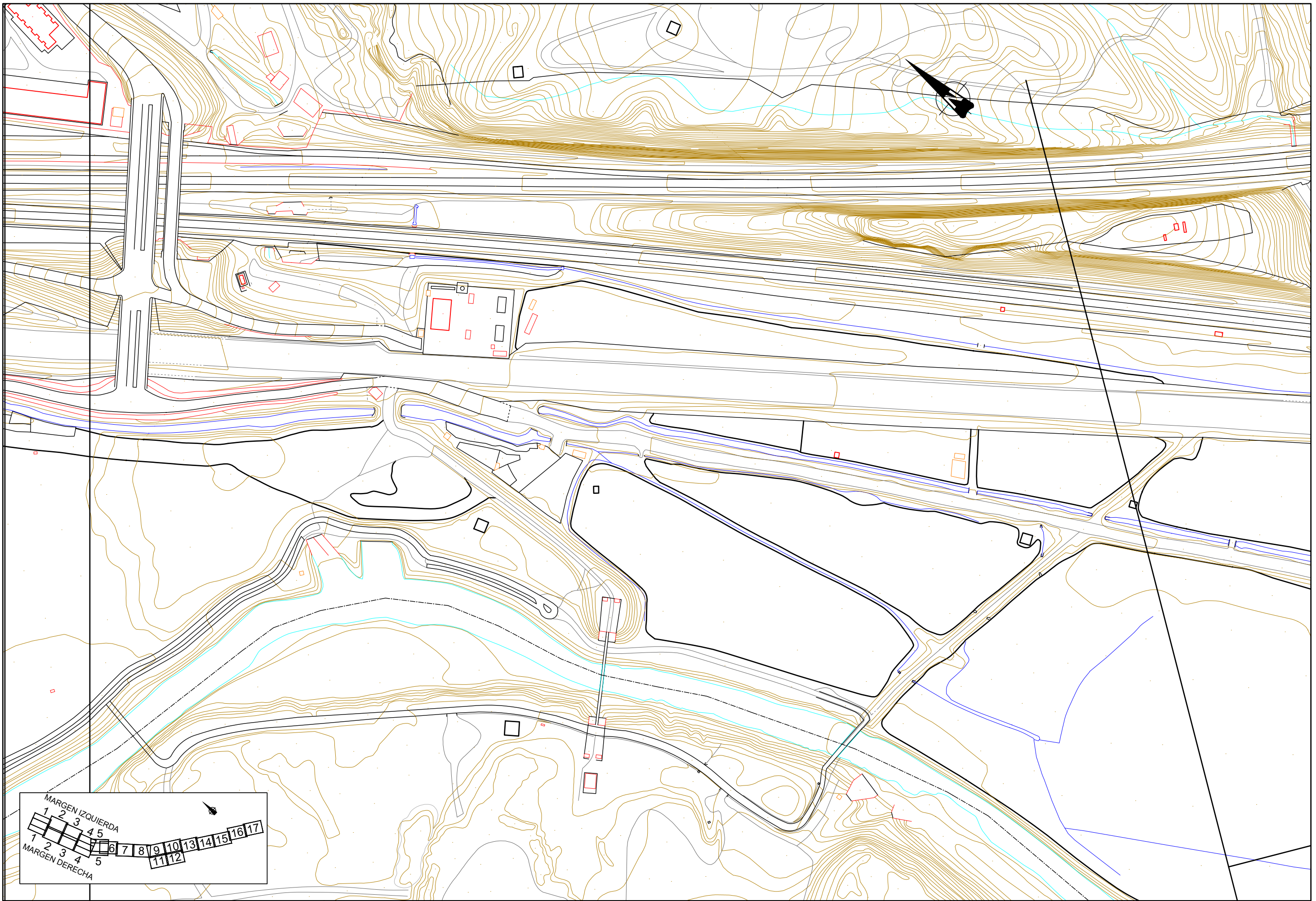


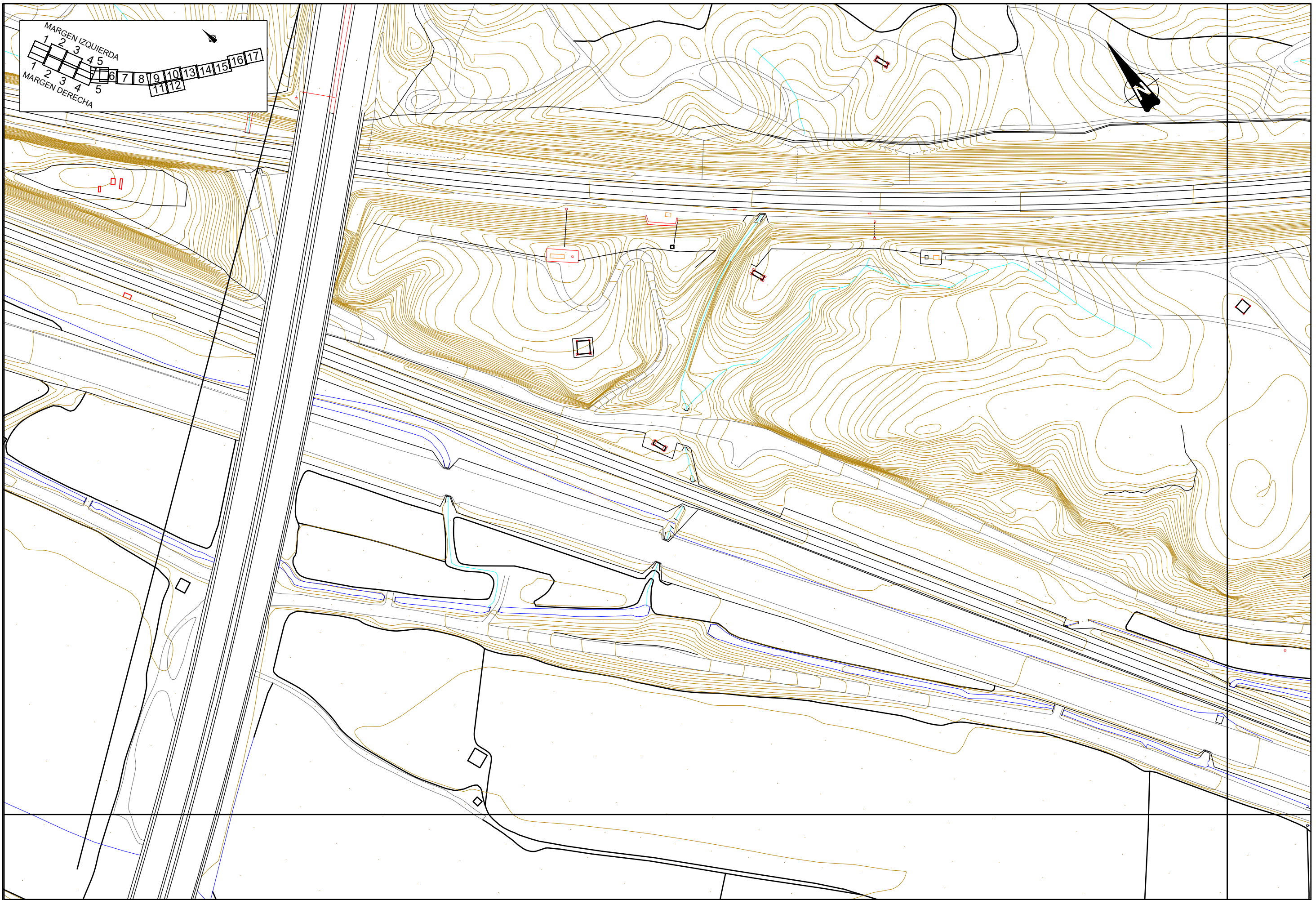


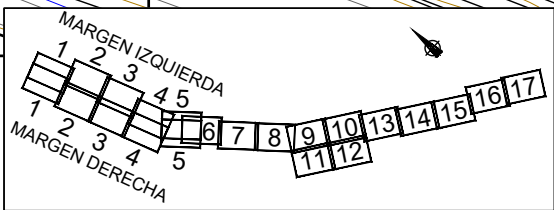
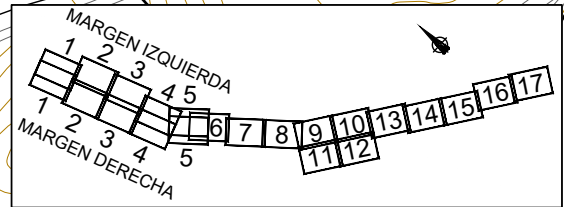
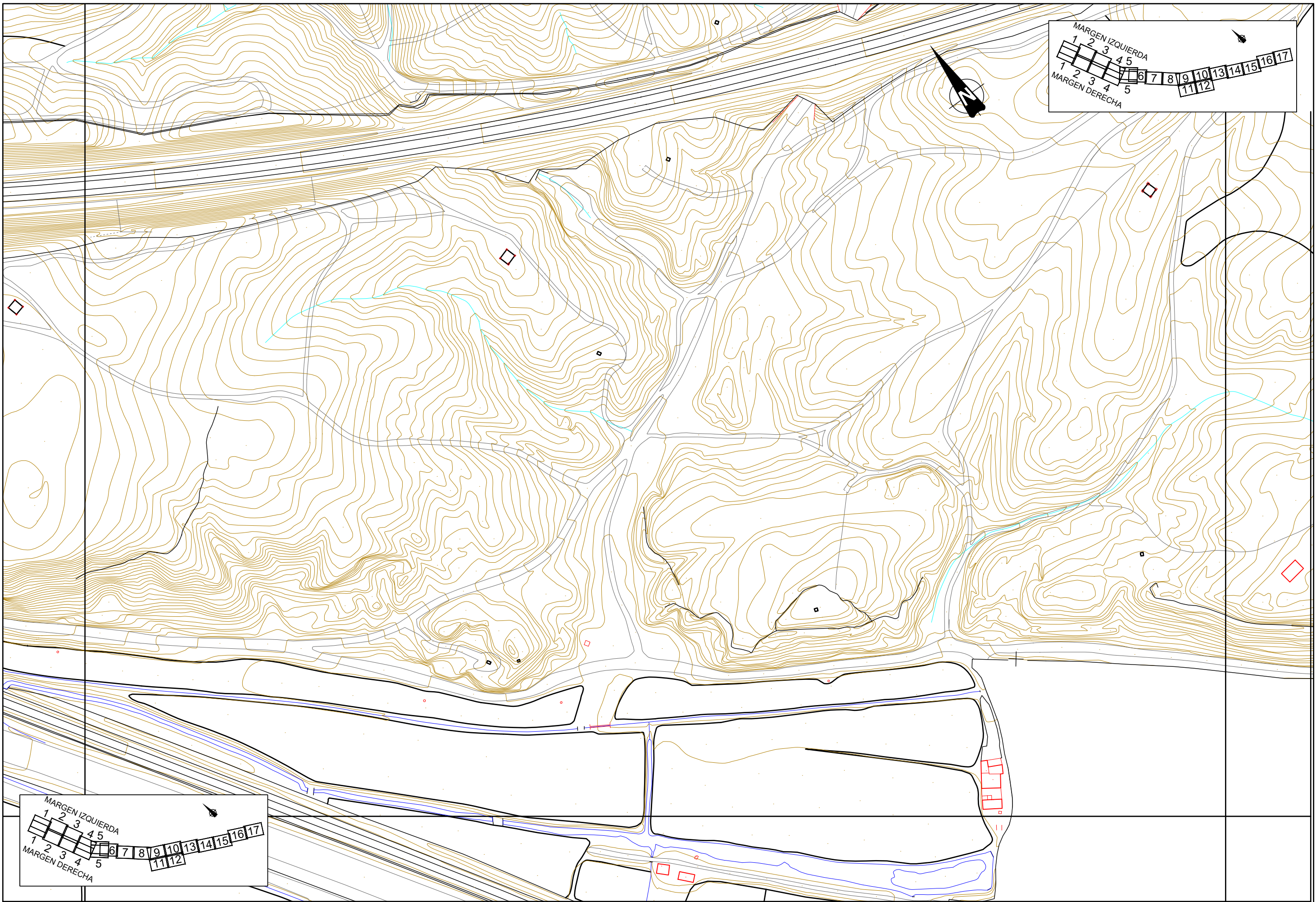


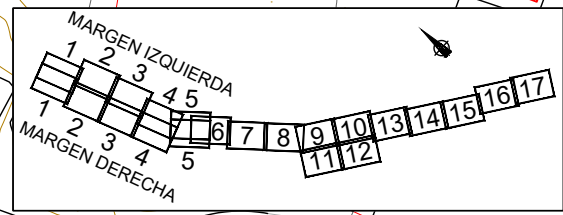
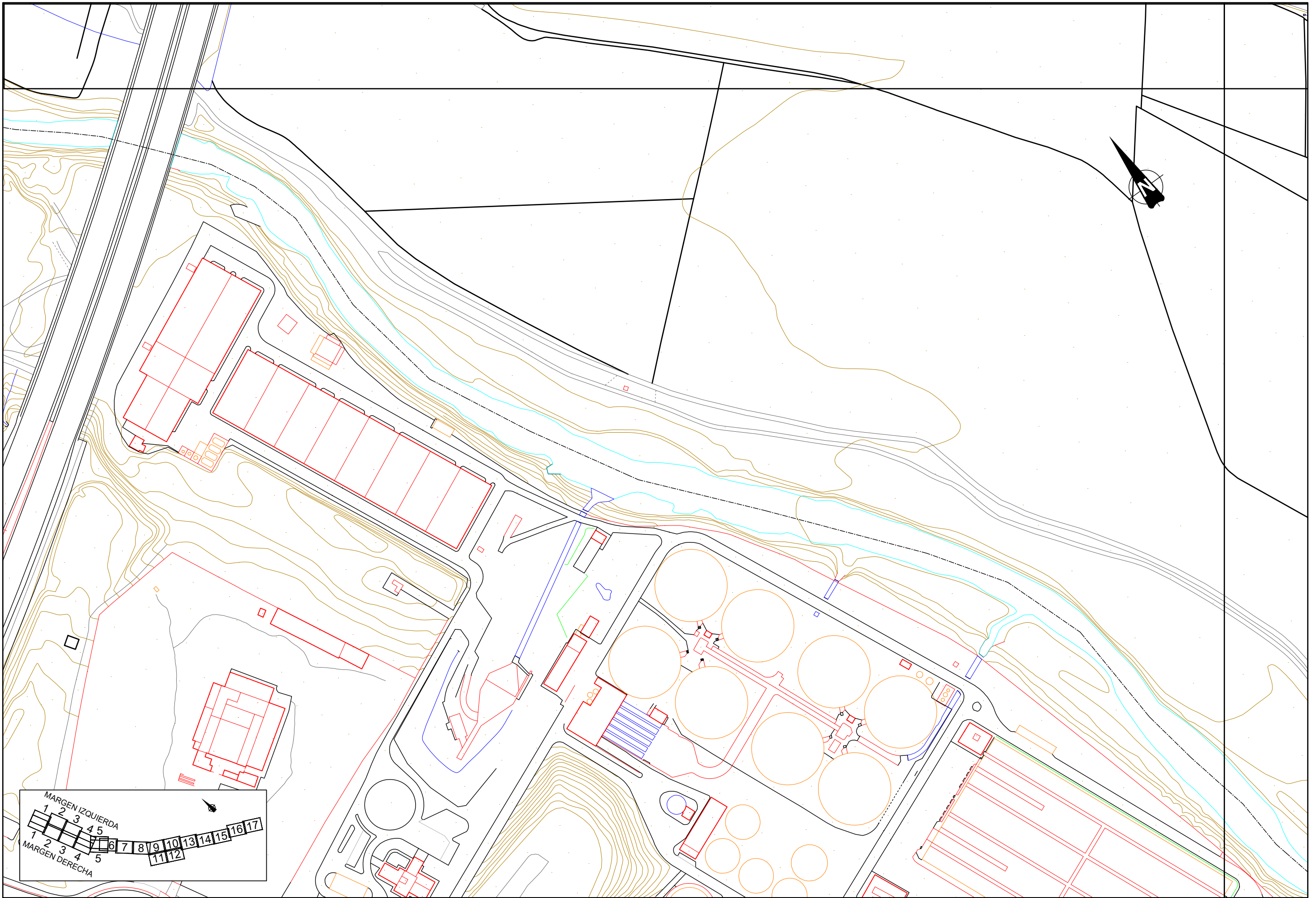


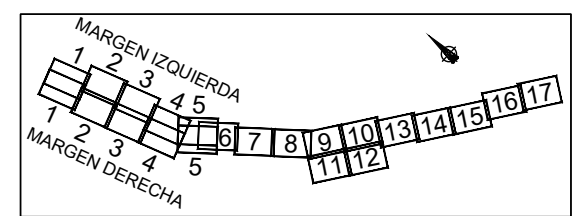
MARGEN IZQUIERDA																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17		
1	2	3	4	5												
MARGEN DERECHA																

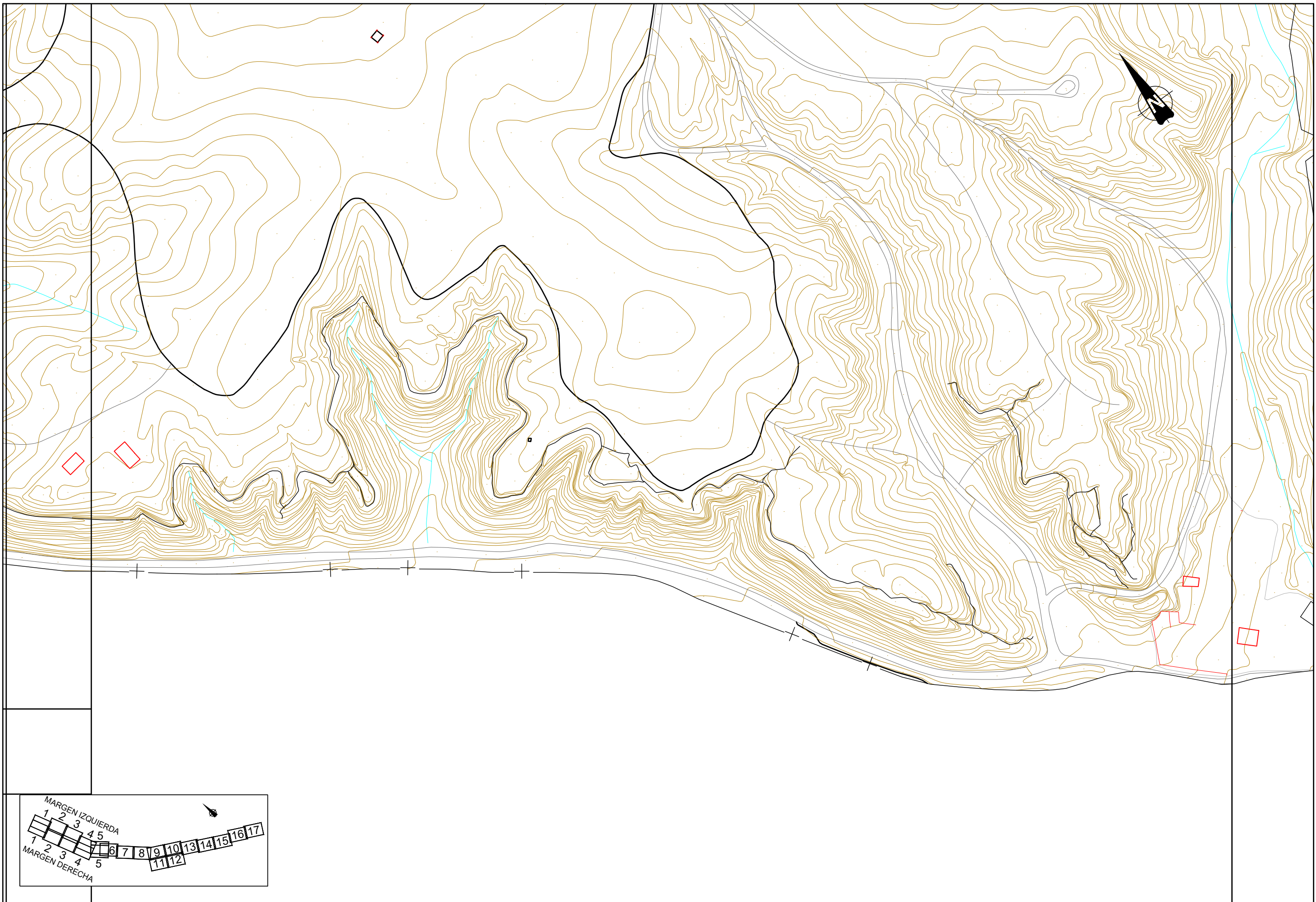


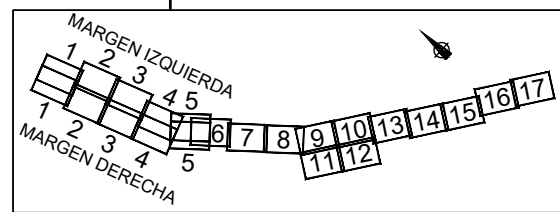
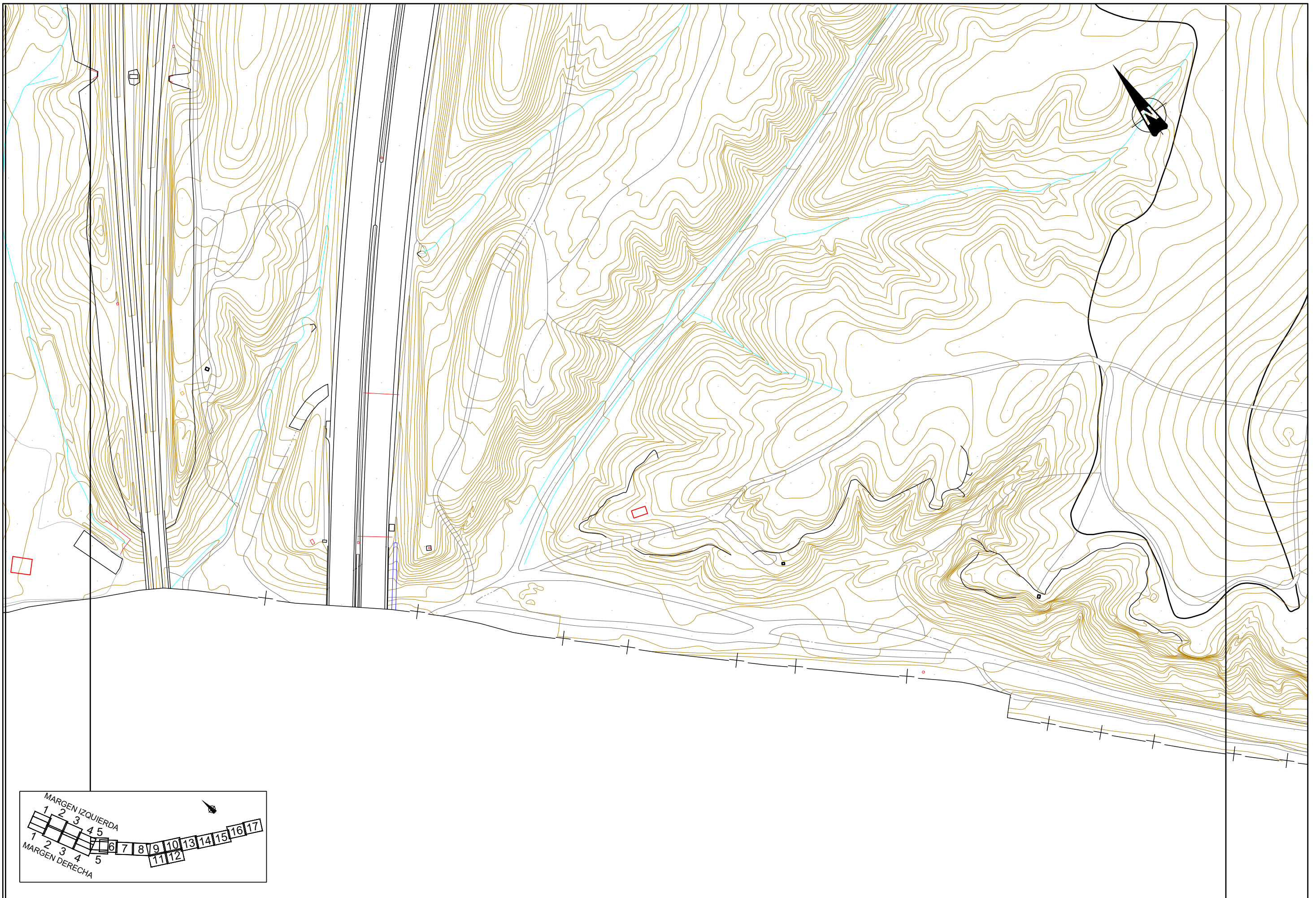


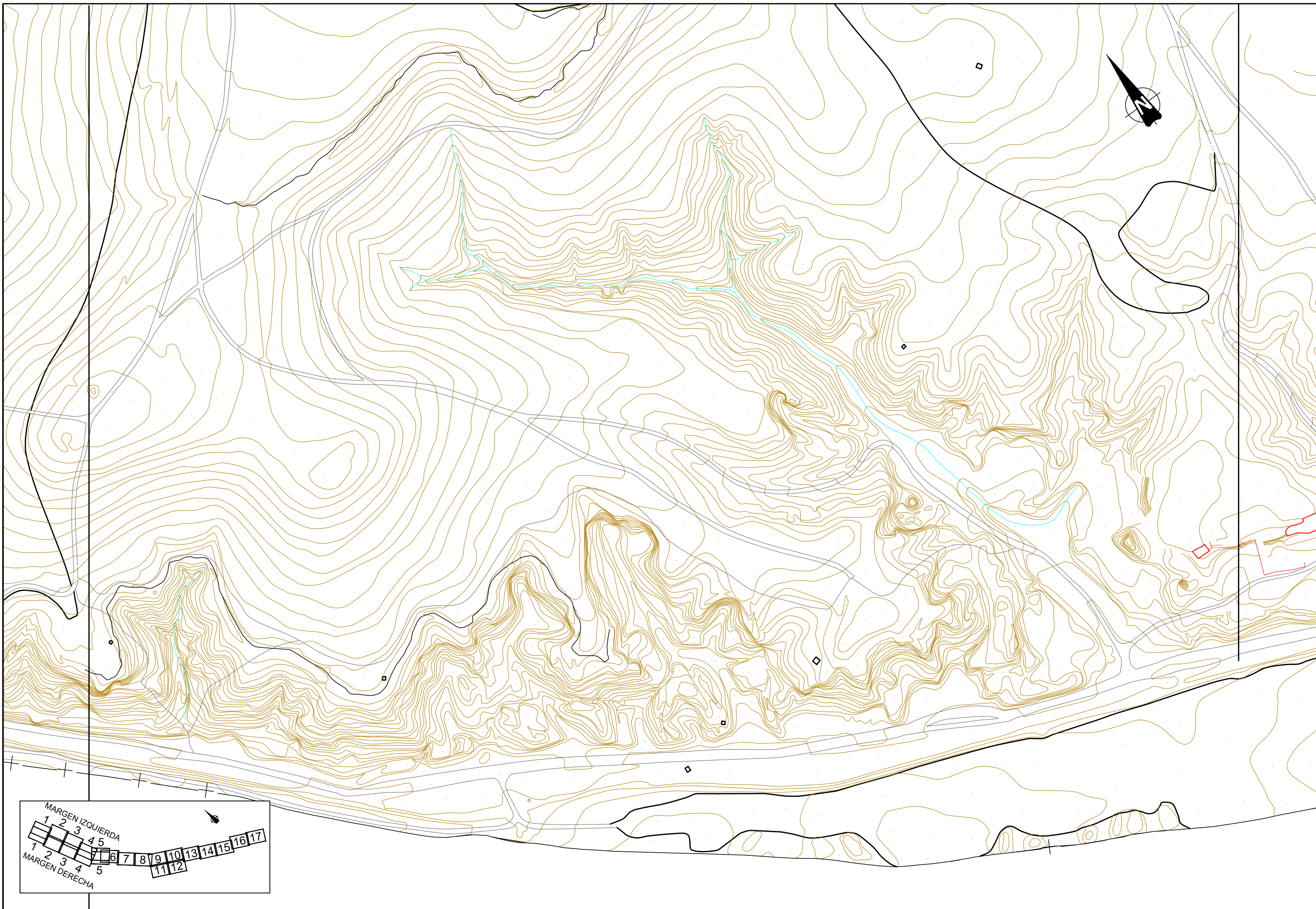


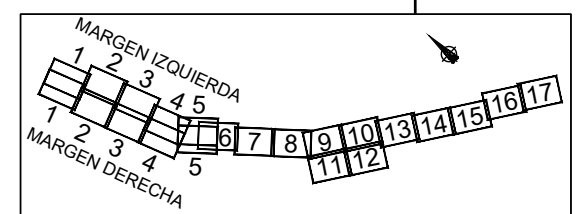
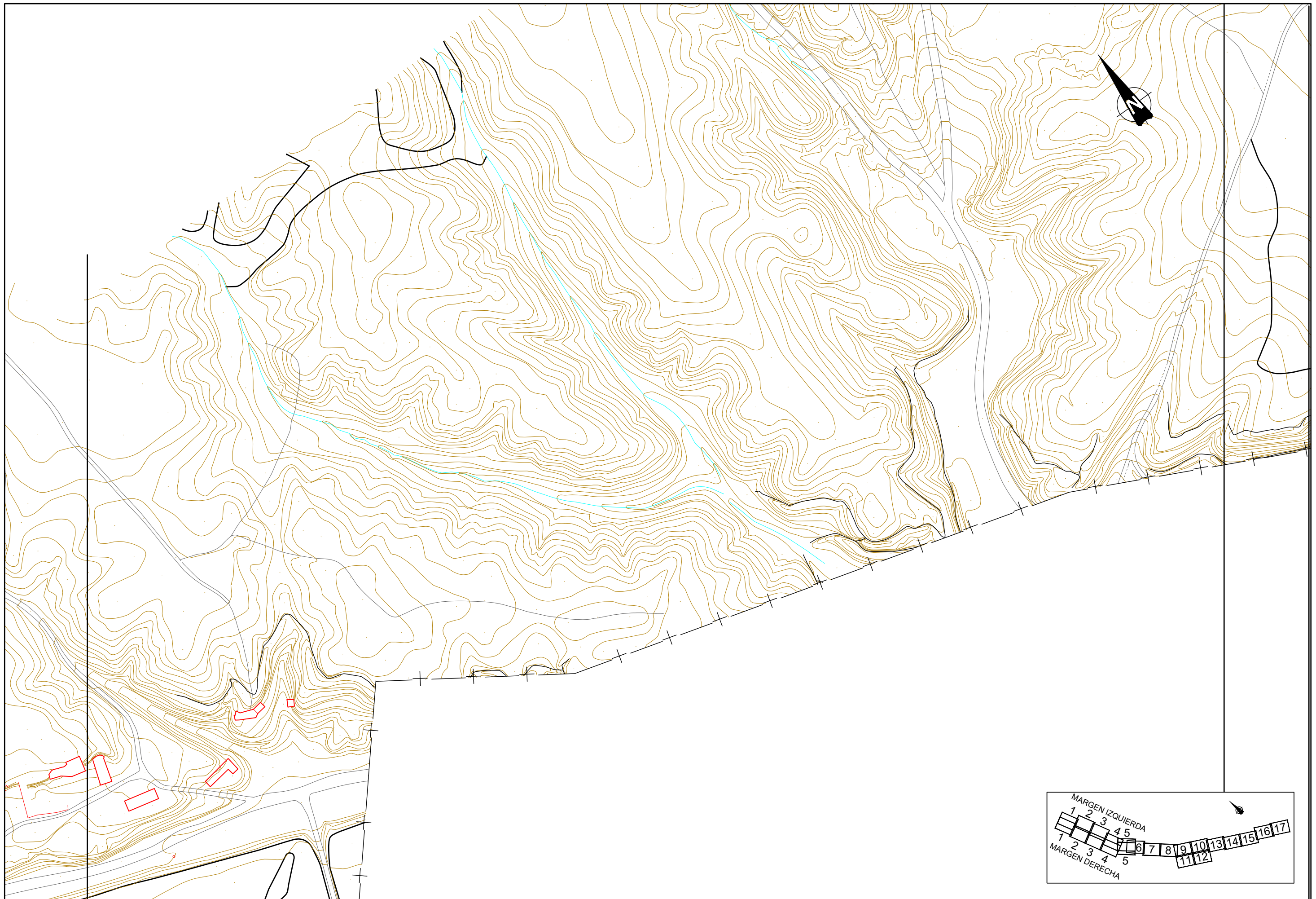


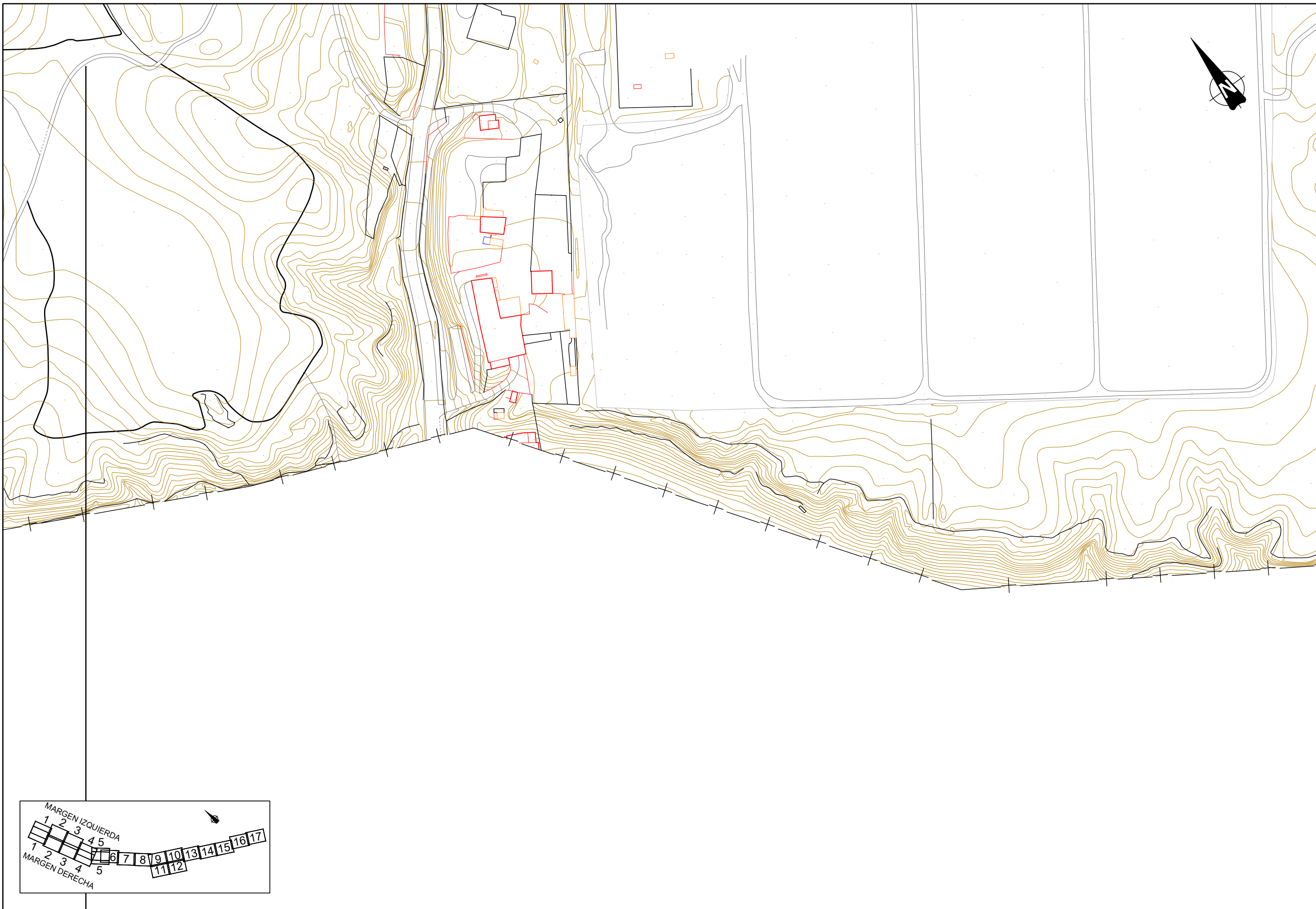














ANEJO 5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ÍNDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA Y ANTECEDENTES	3
2.1.- SITUACIÓN DE LAS E.D.A.R., TANQUE DE TORMENTAS Y CONDUCCIONES	5
3. MARCO GEOLÓGICO	11
3.1. MARCO GEOGRÁFICO	11
3.2. MARCO GEOLÓGICO	13
4. GEOLOGÍA REGIONAL	15
4.1. DATOS GENERALES. LAS CUENCAS CENOZOICAS IBÉRICAS	15
4.2. CUENCA DEL TAJO	16
4.2.1. LA DEPRESIÓN INTERMEDIA	18
4.2.2. LA CUENCA DE MADRID	20
5. GEOLOGÍA LOCAL	28
5.1. ESQUEMA GEOLÓGICO	28
5.2. ESTRATIGRAFÍA	30
5.2.1. TERCIARIO MIOCENO	31
5.2.2. CUATERNARIO	37
5.3. GEOLOGÍA DE DETALLE	39
5.4. GEOMORFOLOGÍA	60
5.5. HIDROGEOLOGÍA	62
5.6. TECTÓNICA	67
5.7. SISMICIDAD	69
5.8. PALEONTOLOGÍA	71
5.8.1. INTRODUCCIÓN. MARCO LEGISLATIVO	71
5.8.2. BIOESTRATIGRAFÍA	71
5.8.3. MIOCENO MEDIO. ARAGONIENSE MEDIO	73
5.8.4. MIOCENO MEDIO. ARAGONIENSE SUPERIOR.	74
5.8.5. CUATERNARIO	75
5.8.6. DISTRIBUCIÓN DE YACIMIENTOS	77
6. GEOTECNIA GENERAL; ESTUDIO DE DETALLE DE ANTECEDENTES	81



6.1. ANTECEDENTES GEOTÉCNICOS	82
6.1.1. GEOTECNIA DE LA CARRETERA DE CIRCUNVALACIÓN M-45	93
6.1.2. GEOTECNIA DE LA LÍNEA 3 DE METRO DE MADRID.....	94
6.1.3. GEOTECNIA DEL COLECTOR BUTARQUE II.....	96
6.1.4. GEOTECNIA DEL PROYECTO DEL NUEVO PRETRATAMIENTO DE LA ERAR DE BUTARQUE; CIMENTACIÓN DEL EDIFICIO.....	98
6.1.5. ESTUDIO GEOTÉCNICO ERAR SUR; PROYECTO DE TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES.	100
6.1.6. BASE DE DATOS GEOTÉCNICA DE MADRID.- GEOMADRID	107
6.1.7. CAMPAÑA GEOTÉCNICA DEL PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO BUTARQUE.- COLECTOR BUTARQUE III	115
7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE LAS ERAR DE LA CHINA, BUTARQUE Y SUR, Y SECTORES ALEDAÑOS.	138
7.1. INTRODUCCIÓN; COLUMNA GENERAL ADOPTADA	138
7.1.1. RA. RELLENO ANTRÓPICO	140
7.1.2. QAL. CUATERNARIO ALUVIAL	141
7.1.3. TA.- TOSCO ARENOSO	145
7.1.4. T.- TOSCO	148
7.1.5. P.- PEÑUELAS	150
7.1.6. PY.- PEÑUELAS YESÍFERAS	160
7.1.7. FY. FORMACIÓN YESÍFERA.....	167
7.2. RESUMEN: PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ZONAS DE LAS ERAR....	183
7.3. ESTABILIDAD DE TALUDES.....	185
7.3.1. INTRODUCCIÓN	185
7.3.2. ASIGNACIÓN DE PARÁMETROS Y MODELIZACIÓN DEL TALUD.....	187
7.3.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOBRE LOS TALUDES CONSIDERADOS	191
7.3.4. RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	199
8. RESUMEN DE LAS CONDICIONES GEOTÉCNICAS.....	201
9.- CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES....	205
10.- ESTUDIOS INFORMATIVOS	209
11.- CONCLUSIONES	211



1. INTRODUCCIÓN

En el presente Informe Geológico-Geotécnico General.- Fase-II se recoge y expone una descripción geológico-geotécnica de los materiales, unidades y formaciones geológicas presentes en las parcelas de las E.R.A.R. de La China, Butarque y Sur, así como en las zonas de implantación del futuro Tanque de Tormentas, corredores del colector de pluviales y bombeo de fangos, y zonas aledañas susceptibles de ser afectadas por infraestructuras definidas posteriormente en el Estudio de soluciones general.

El objetivo es, a partir de la información recopilada de la zona, en conjunción con los nuevos datos obtenidos y recopilados, obtener un conocimiento preciso de los materiales afectados y de sus características y propiedades geotécnicas básicas, que ayuden a la toma de decisiones inicial, en cuanto a las cimentaciones especiales que se deberían adoptar, y al diseño de las infraestructuras que para la construcción del sistema se necesite ejecutar.

2. METODOLOGÍA Y ANTECEDENTES

Para la realización del presente Estudio Geológico-Geotécnico General (Fase-1), en primera instancia se efectuó una exhaustiva recopilación de antecedentes referentes a la Geología y Geotecnia del sector de estudio entre los que se encuentran ortofotografías de vuelos de distintos años, mapas temáticos de la zona (geológicos, hidrogeológicos, cartas paleontológicas, mapas geotécnicos, etc.), artículos y publicaciones específicas referentes al área de estudio, y Estudios Geotécnicos incluidos en los Proyectos Constructivos y de obras de ampliación o mejora de las propias plantas o de infraestructuras cercanas.

Entre los mapas temáticos analizados se encuentran:

- Hojas Geológicas MAGNA que engloban el área de Proyecto, en concreto la Hoja de Madrid (nº 559) y la de Getafe (Nº 582) a escala 1:50.000. Hay que destacar que las plantas geológicas recogidas en estos mapas aportan una visión, en lo que a afloramientos litológicos se refiere, relativamente anacrónica, ya que, como se



comentará más adelante, la intensa actividad urbana en la zona ha hecho que la geología de superficie sea extremadamente difícil de cartografiar.

- Mapa Hidrogeológico de la zona, del Instituto Geológico y Minero Nº 45 a escala 1:200.000.
- Carta Paleontológica de la Comunidad de Madrid.
- Mapa Geotécnico de la zona del Instituto Geológico y Minero Nº 45 en el que, como en todos los mapas geotécnicos del IGME se recogen además mapas litológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos a escala 1:200.000.
- Mapa Geotécnico de Formaciones Geotécnicas de Madrid, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones a escala 1:50.000.
- Mapa Geotécnico de Formaciones Geotécnicas de Madrid, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones a escala 1:25.000.
- Mapas varios incluidos en la Base de Datos Geotécnica GEOMADRID del Área de Gobierno, Urbanismo y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid.

En cuanto a la bibliografía utilizada, se han consultado los siguientes títulos:

- Arqueología, Paleontología y Etnografía, Monográfico 6 de “Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid”.
- Síntesis Geotécnica de los suelos de Madrid y su Alfoz, Ventura Escario 1985
- Ingeniería Geológica, González de Vallejo.-2002.-Pearson Ed.
- Geotecnia y Cimientos, José Antonio Jiménez Salas 1980.
- Artículo publicado en la Revista de Obras Públicas: “Propiedades Geotécnicas de los suelos de Madrid”, José M^a Rodríguez Ortiz, 2000.
- Artículo publicado en la Revista de Obras Públicas: “Sobre los sistemas y parámetros geotécnicos de diseño en la ampliación del Metro de Madrid”.
- Datos procedentes de la Base de Datos Geotécnica de Madrid (GEOMADRID), del Área de Gobierno, Urbanismo y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid

Adicionalmente, se han recopilado una serie de Estudios Geológico-Geotécnicos incluidos en los Proyectos de Construcción de infraestructuras próximas a cada una de las zonas de las ERAR, entre ellos:

- Estudio Geológico Geotécnico de la carretera de circunvalación de Madrid M-45.



- Estudio Geológico-Geotécnico de la línea 3 de Metro de Madrid a su paso por Villaverde.
- Estudio Geológico-Geotécnico de la carretera M-301 en las proximidades de Perales del Río.
- Estudio Geológico-Geotécnico del Proyecto y Anteproyecto del Colector Butarque II y III.
- Estudios de ampliación del Pretratamiento de la ERAR de Butarque
- Estudio del Proyecto de construcción del tratamiento de caudales aliviados de la ERAR Sur.
- Etc.

Toda la información disponible se elaboró, ordenó, estudió y cotejó en una etapa preliminar, permitiendo tener un conocimiento profundo de la geología general de la zona. Con posterioridad, tras un análisis en profundidad y recorrido sobre el terreno de toda la zona afectada, dicha información se contrastó con los datos previos disponibles, pudiendo finalmente realizar una caracterización geológico-geotécnica completa de los materiales potencialmente afectados por las tres plantas, el tanque de tormentas y las conducciones de pluviales y de fangos.

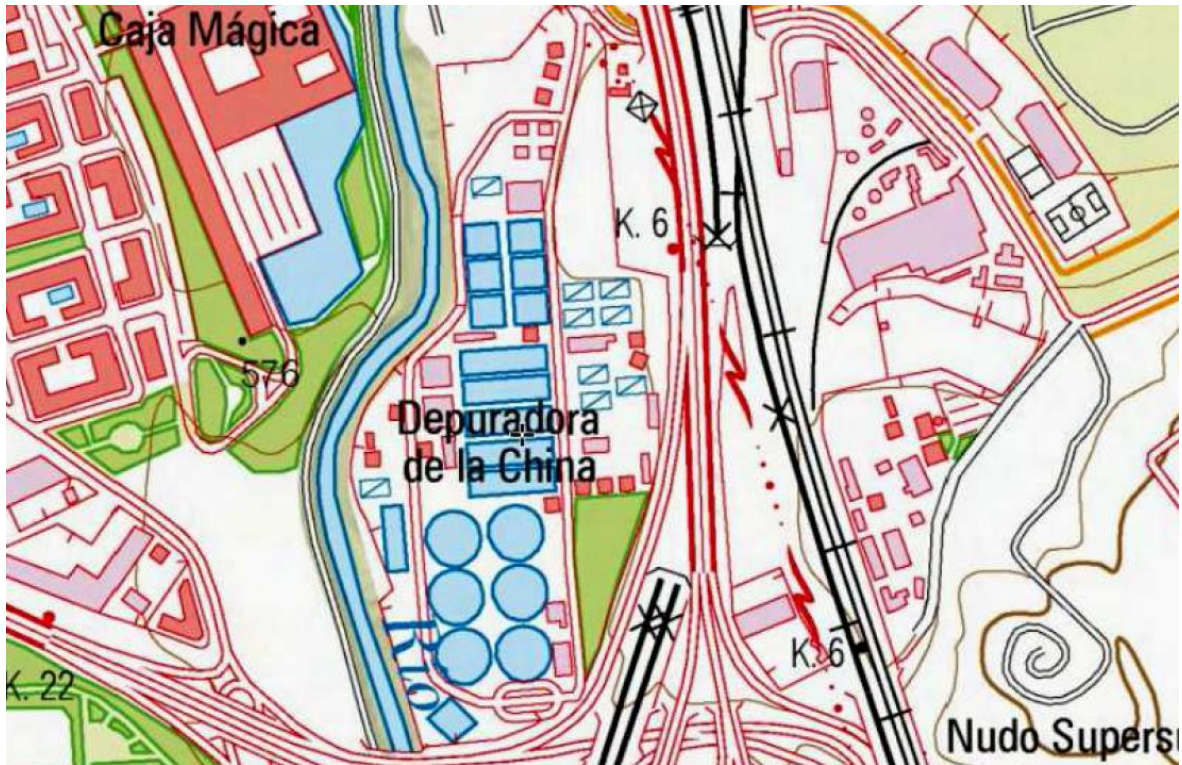
2.1.- SITUACIÓN DE LAS E.D.A.R., TANQUE DE TORMENTAS Y CONDUCCIONES

❖ E.D.A.R. LA CHINA

La EDAR de La China esta emplaza al final de la calle de Embajadores, en el distrito de Puente de Vallecas (barrio de Entrevías), en la margen izquierda del río Manzanares.

Todo su espacio es absolutamente urbano, recoge los vertidos de los distritos de Chamartín, Tetuán, Moncloa, Chamberí, Centro, Arganzuela, Retiro, Ciudad Lineal, Salamanca, Moratalaz y Puente de Vallecas.

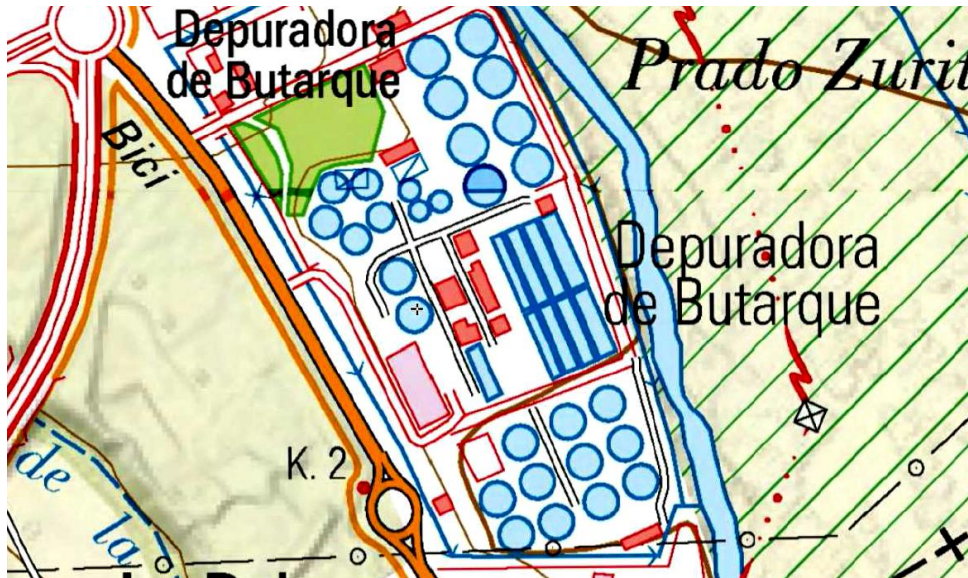
Esta es la primera depuradora que se instaló en Madrid, su construcción se inició en el año 1934, pero, a causa de la guerra civil y las dificultades del periodo posterior, su finalización no se produjo hasta el año 1950.



Mapa y fotografía aérea con la situación y distribución de equipos de la EDAR de La China

❖ **E.D.A.R. BUTARQUE**

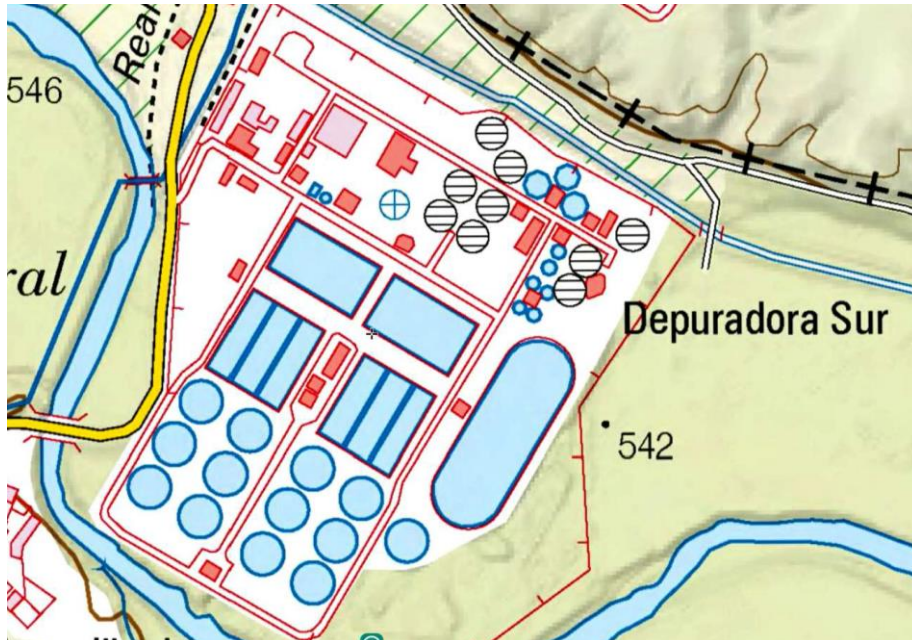
La EDAR de Butarque se encuentra en el distrito de Villaverde (barrio de Butarque), en la Avenida de los Rosales 399. Es la única depuradora que está situada en la margen derecha del río Manzanares y da servicio a los distritos de Villaverde, Usera, Latina, Carabanchel, y Moncloa – Aravaca y a una parte de los municipios de Pozuelo de Alarcón, Alcorcón y Leganés.



Plano y foto aérea con la situación y distribución de equipos de la EDAR de Butarque

❖ **E.D.A.R. SUR**

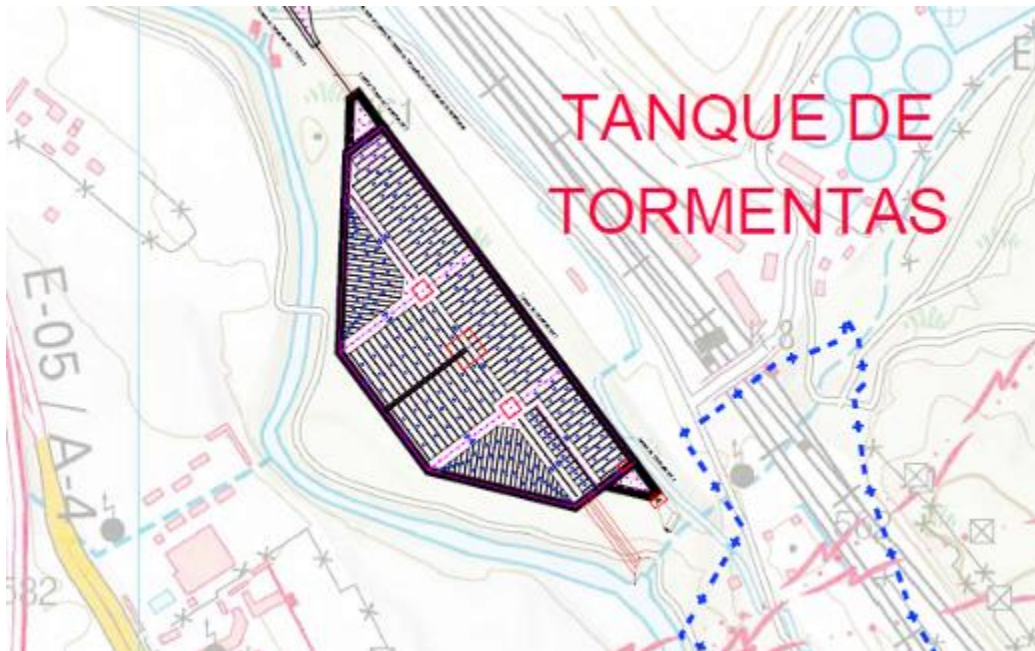
La E.D.A.R. Sur se encuentra la carretera de San Martín de la Vega Km. 6,6, en el municipio de Getafe, está situada en la margen izquierda del río Manzanares y trata las aguas residuales de los distritos de Vicálvaro, Puente de Vallecas y Villa de Vallecas.



Plano y foto aérea de situación y distribución de equipos de la EDAR Sur

❖ **SITUACIÓN DEL TANQUE DE TORMENTAS**

El Tanque de Tormentas se emplaza en la margen izquierda del río aprovechando un meandro. Se sitúa en el término municipal de Madrid, que se indica en la foto del subapartado siguiente.



Plano y foto de situación del nuevo Tanque de Tormentas

❖ CONDUCCIONES

En la siguiente foto aérea se indica el corredor del trazado de las conducciones (se representa el trazado de los colectores de pluviales y bombeo de fangos en trazo continuo en color rojo) y el emplazamiento del futuro Tanque de Tormentas (triángulo de color verde).

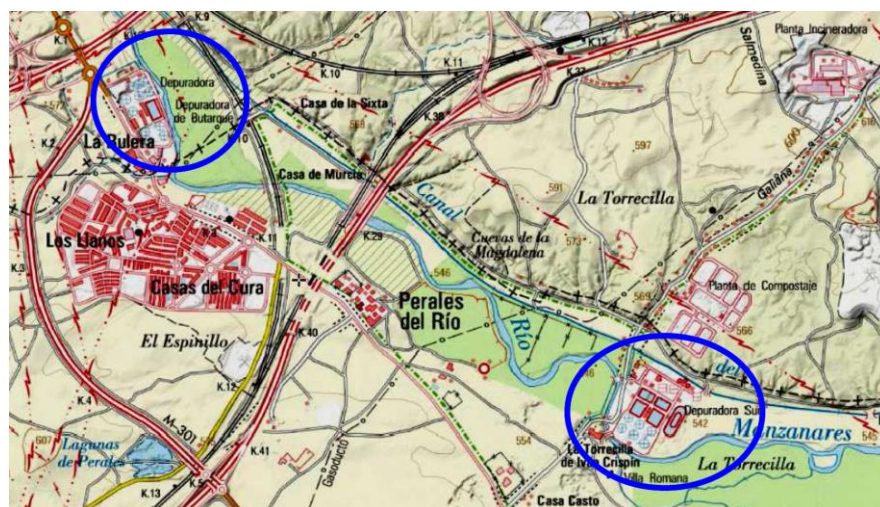
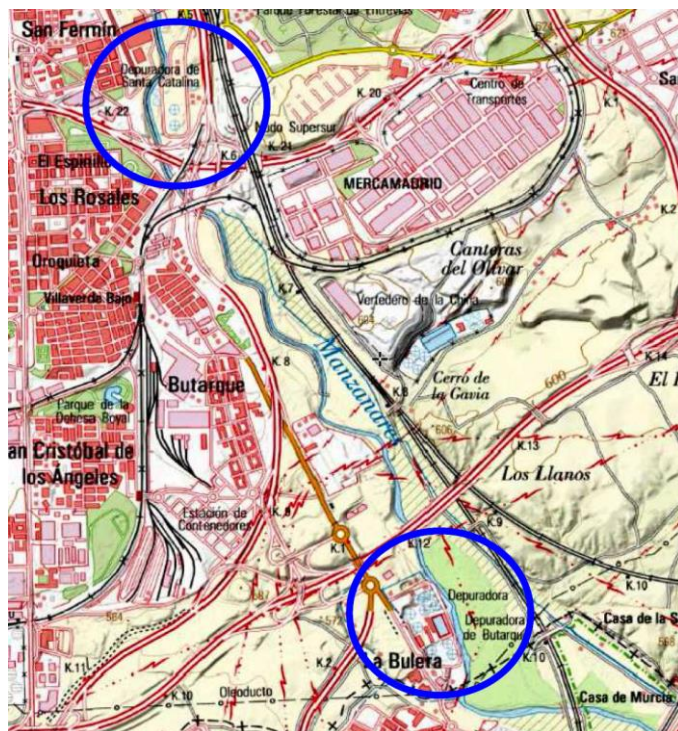


Foto aérea general de situación. Conducciones y Tanque de Tormentas (sin y con geología)

3. MARCO GEOLÓGICO

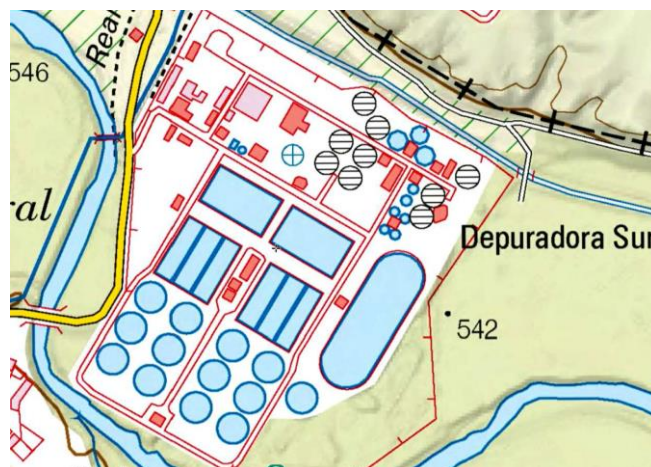
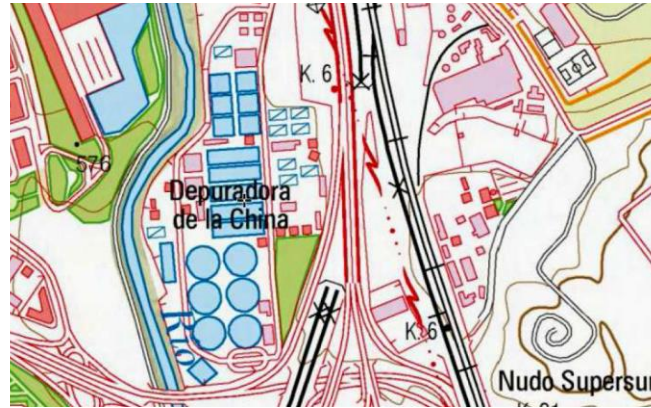
3.1. MARCO GEOGRÁFICO

La zona de estudio se localiza geográficamente en los T.T.M.M. de Madrid y Getafe. En la zona S-SE de Madrid. Junto al cauce del río Manzanares y Mercamadrid se ubican las ERAR de La China y la de Butarque; junto al mismo cauce, más aguas abajo, ya en T.M. de Getafe, se ubica la ERAR Sur. En los planos siguientes, se puede observar la situación general de estas infraestructuras.



Plano de situación General de las tres plantas objeto del Estudio

La fuerte expansión de los núcleos urbanos en la zona en los últimos años, así como la extracción de recursos naturales, ha modificado sustancialmente la base física, en particular dentro de las zonas urbanas.

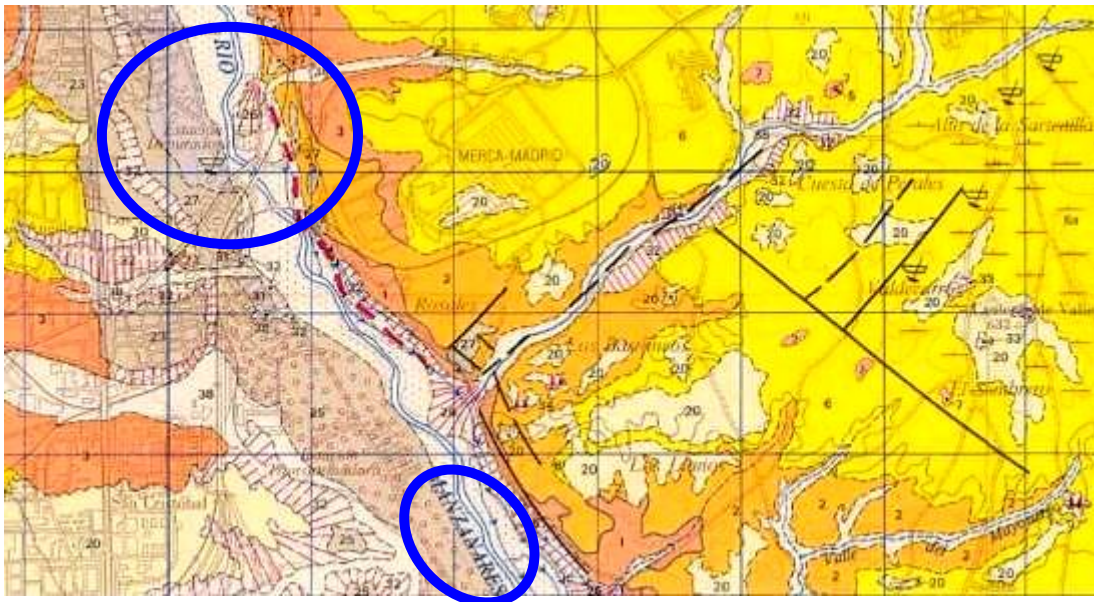


Planos de detalle del IGN de las tres plantas: China, Butarque y Sur.

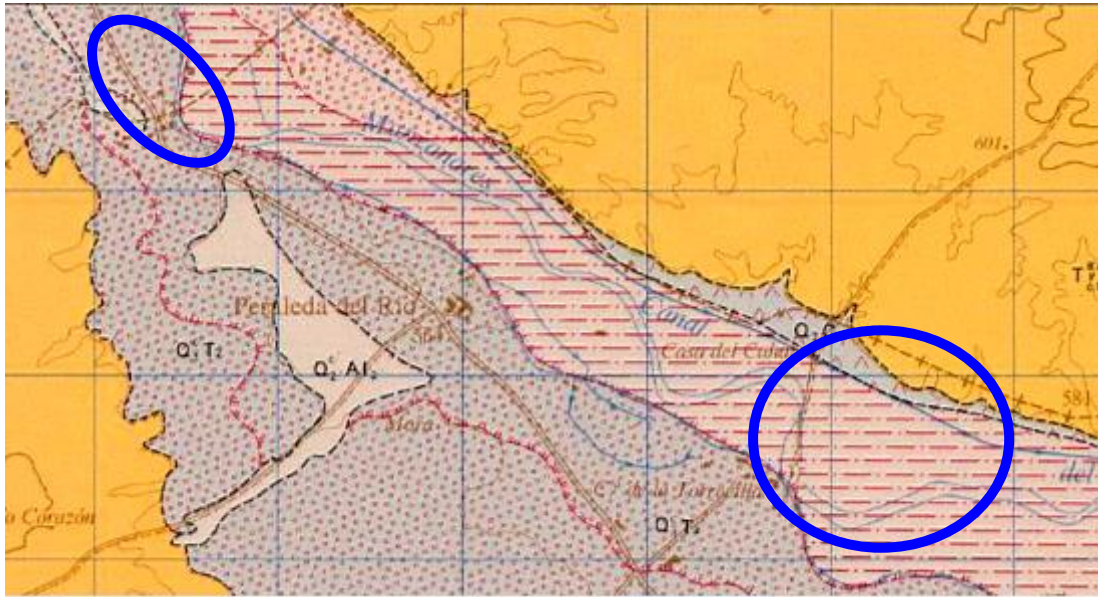
3.2. MARCO GEOLÓGICO

Geológicamente, la zona se encuadra dentro de la denominada Cuenca Terciaria del Tajo y dentro de ella en la subcuenca conocida como Cuenca de Madrid. Los materiales representados son de origen sedimentario y de edad Terciario, aunque sobre ellos se localizan depósitos cuaternarios bien generados por la dinámica fluvial del río Manzanares o del arroyo Butarque, bien de origen antrópico.

En las siguientes figuras se recoge la localización de las tres plantas en la cartografía geológica de las Hojas Geológicas MAGNA (adjunto adicionalmente en el apartado de planos, plano 2). La intensa urbanización llevada a cabo en la zona dificulta aún más la cartografía geológica mediante las técnicas geológicas usuales de observación directa en superficie, razón por la cual no se ha elaborado una planta geológica, considerando de mayor utilidad la realización de un perfil geológico-geotécnico.



**Planta Geológica ERAR La China y parte de Butarque, al Sur.
Hoja Geológica Magna N- 559 Madrid**



**Planta Geológica ERAR Sur y parte de Butarque, al Norte.
Hoja Geológica Magna Nº-582- Getafe**

En los siguientes epígrafes se recoge la descripción de la geología regional del entorno para comprender los medios sedimentarios en los que se depositaron los materiales presentes en el ámbito general de la zona de estudio, la disposición de los mismos, las distintas arquitecturas estratigráficas que se pueden presentar, y posteriormente sus características litológicas.

De este modo se podrá elaborar una división en unidades litoestratigráficas y posteriormente geotécnicas que se irá describiendo y detallando en el presente estudio Geológico-Geotécnico general previo (FASE-I).

Las conducciones y el Tanque de Tormentas se encuentran en el ámbito geológico descrito, de la margen izquierda del río Manzanares.



4. GEOLOGÍA REGIONAL

4.1. DATOS GENERALES. LAS CUENCAS CENOZOICAS IBÉRICAS

Las cuencas cenozoicas cubren una amplia superficie de la Península Ibérica plasmada en una gran representación cartográfica. Se encuentran en todo el territorio peninsular ocupando posiciones tanto interiores como epicontinentales cerradas o abiertas (al Mediterráneo o al Atlántico) y con unas características estrechamente relacionadas con el proceso de su formación y evolución posterior.

Presentan un tamaño muy variable, desde más de 50.000 km² como la Cuenca del Duero, a unas pocas decenas de km² que presentan algunas pequeñas cuencas situadas sobre el Macizo Ibérico en Galicia o en la región pirenaica.

La morfología es también heterogénea y refleja, en general, las características geodinámicas de los bordes de cuenca.

La composición de los materiales de relleno está condicionada por las áreas fuente de las que fueron erosionados. La mayoría de las cuencas están rellenas de sedimentos continentales lo que dificulta las dataciones paleontológicas. Algunas, como la del Vallés-Penedés contienen sedimentos marinos intercalados entre los continentales, y otras, como la del Guadalquivir están rellenas prácticamente en su totalidad por sedimentos marinos lo que posibilita realizar estudios bioestratigráficos de mucho detalle que favorecen la correlación a escala de la cuenca.

Las de mayor extensión reciben el nombre del río o cuenca fluvial principal que las drena (Tajo, Ebro, Duero, etc.), como un reflejo del basculamiento actual que presentan las cuencas, independiente de su evolución y posición geográfica a lo largo del tiempo. Otros reciben el nombre de las comarcas, localidades o poblaciones más importantes ubicadas en ellas, como Cerdanya, Coria, Catalayud, etc.

La mayoría se asienta sobre un basamento constituido por metasedimentos o granitoides precámbricos o paleozoicos o bien sobre rocas detríticas o carbonatadas del Mesozoico.



La configuración actual de las cuencas cenozoicas es la respuesta final de un conjunto de procesos que actuaron independientemente en el tiempo y espacio pero estrechamente relacionados que les confirieron su geometría, morfología y peculiaridades propias al producirse importantes deformaciones compresivas y extensivas. Estos procesos fueron entre otros: la situación de Iberia, entre las placas euroasiática y africana, el desplazamiento de las mismas, la relación con la apertura del Atlántico y su aproximación por convergencia N-S y la estructuración del Mediterráneo occidental.

Existen tres tipos de cuencas: el primer grupo se desarrolla y están asociadas a los momentos compresionales. En general se localizan en la Cordillera Bética y Cadena Pirenaica. Son cuencas con un grado de deformación bastante elevado a lo largo del Terciario por la tectónica alpina.

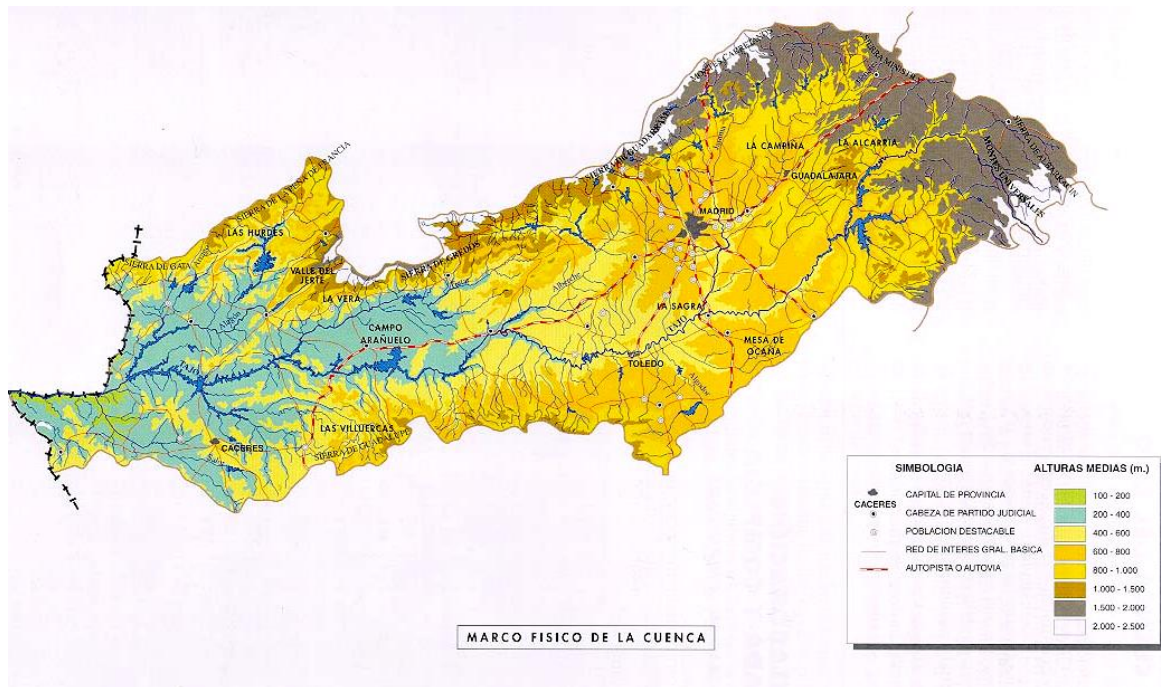
Un segundo grupo, localizado paralelo a la costa mediterránea, está asociado a la etapa extensional oligoceno-neógena y ligado a la creación y estructuración del surco de Valencia. Presentan una geometría típica de horsts y grabens.

El tercer grupo de cuencas presenta una baja o nula deformación tectónica, y está íntimamente relacionado con el Macizo Ibérico. Son las cuencas interiores del Duero y Tajo, separadas por el Sistema Central, la del Guadalquivir, abierta al Atlántico, y la cuenca del Ebro, abierta al Mediterráneo.

La zona de estudio se localiza en la zona centro-oriental de la Cuenca del Tajo, que se extiende, con orientación E-W, por toda la zona central peninsular. Dicha cuenca se describe a continuación.

4.2. CUENCA DEL TAJO

La Cuenca del Tajo, cuya extensión es de unos 20.000 km², está formada por dos cuencas menores: la Cuenca de Madrid y la Depresión Intermedia, también denominada Cuenca de Loranca.



La individualización de las dos cuencas se produjo por el levantamiento de la Sierra de Altamira, un cinturón estrecho de pliegues y cabalgamientos que verge hacia el oeste que tiene una dirección general N-S, y que comenzó a emplazarse al final del Paleógeno.

- La **Depresión Intermedia** es, al menos para las unidades inferiores, una cuenca piggy back, generada durante la Orogenia Alpina según una tectónica de piel fina que se nuclea a favor de una falla en el basamento por un accidente central: el anticlinal de Trillo-Pareja-Huete-Carrascosa.

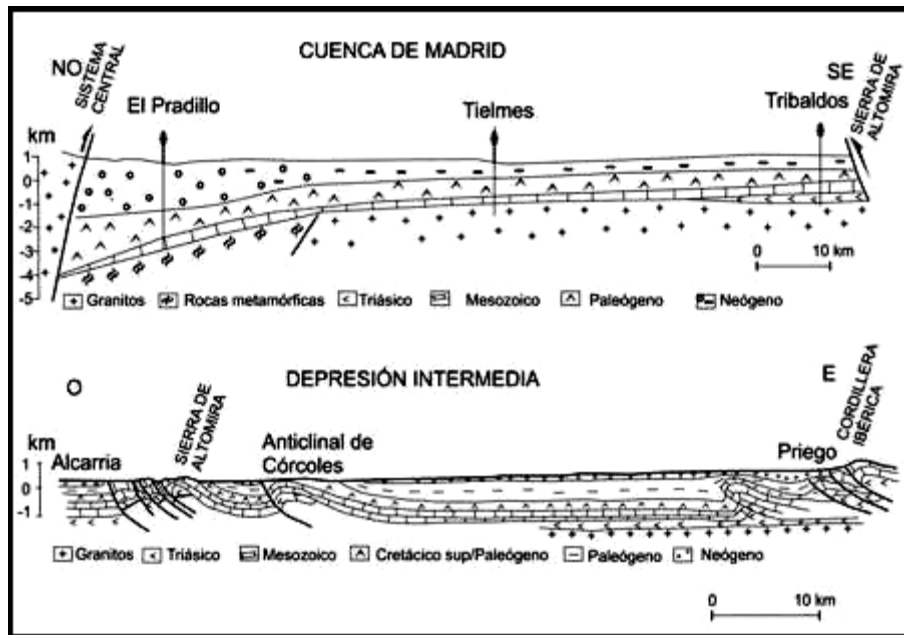
El límite oriental de la Depresión Intermedia está constituido por la Cordillera Ibérica, mientras que su borde occidental lo constituye la Sierra de Altamira. Hacia el sur, la cuenca conecta con La Mancha y hacia el norte con la Cuenca de Madrid.

- La **Cuenca de Madrid** es una cuenca intracratónica en la que la estructura de sus márgenes está condicionada por los esfuerzos que afectaron al margen de la Placa Ibérica durante los movimientos alpinos (Álvaro et al.-1979). El margen norte de la cuenca está constituido por el basamento granítico y las rocas metamórficas del Sistema Central. El contacto con los sedimentos terciarios es mediante un cabalgamiento N60 con un salto de más de 2.000 m que fue activo desde el Paleógeno al Mioceno medio.

El margen sur de la cuenca, los Montes de Toledo, está formado por granitos y rocas metamórficas de alto grado cuyo contacto con los depósitos terciarios es mediante un cabalgamiento E-O que buza unos 45° hacia el sur.

Los márgenes orientales, Cordillera Ibérica y Sierra de Altamira, están formados esencialmente por materiales mesozoicos.

La figura siguiente recoge dos cortes geológicos esquemáticos, tanto de la Cuenca de Madrid, como de la Depresión Intermedia.



Cortes esquemáticos de la Cuenca de Madrid y de la Depresión Intermedia.

En los siguientes apartados, se describe más detalladamente las características litoestratigráficas de las cuencas que componen la Cuenca del Tajo: la Cuenca de Madrid y la Depresión Intermedia.

4.2.1. La Depresión Intermedia



El registro estratigráfico de la cuenca ha permitido distinguir tres unidades paleógenas, y una unidad neógena compleja dividida en cuatro ciclos.

1.1.1.1.- Paleógeno

Se distinguen tres unidades, de más antiguo a más moderno:

- Unidad Basal (Díaz Molina, 1978) o Fm. Arcillas margas y yesos de Villalba de la Sierra (Meléndez et al., 1985): está compuesta fundamentalmente por lutitas yesíferas verde-gris y yeso nodular sacaroideo con estructura “chicken wire” (anhidrita en sondeos). Presenta intercalaciones decimétricas de calizas y dolomías micríticas. Hacia techo aparecen intercalaciones de areniscas y lutitas abigarradas con dolomías carnolares. Se emplaza concordante sobre la Fm. Brechas de Cuenca de edad Cretácico. Su potencia supera los 300 m y su edad es Maastrichtiense (Senoniense)-Eoceno medio.
- Unidad Detrítica Inferior (Díaz Molina, 1974): está compuesta por conglomerados y areniscas, lutitas y calizas. Las estructuras sedimentarias permiten interpretar los conglomerados y areniscas como depósitos de canal, las lutitas corresponden a depósitos de llanura de inundación o lacustres y las calizas a depósitos lacustres. Su potencia oscila entre 150 y 300 m y su edad es Rhenaniense- Arveniense inferior (Torres y Zapata, 1986).
- La Unidad Detrítica Superior (Díaz Molina, 1974): esta unidad se depositó sobre una discordancia con paleorrelieve sobre los materiales de unidades más antiguas. En su parte inferior está formada por conglomerados polimícticos y poligénicos y areniscas (subarcosas a litarenitas) grises en sondeo, lutitas marrones, calizas y yesos nodulares a veces con abundante materia orgánica (niveles de gytja o lignito). Al igual que en la unidad anterior las areniscas son depósitos de canal, las lutitas depósitos de llanura de inundación y las calizas y yesos se interpretan como depósitos palustres-lacustres. La potencia es variable superando los 500 m en la parte central de la cuenca. Su edad es Arveniense inferior- Ageniense.

1.1.1.2.- Neógeno

Todo el Neógeno de la Depresión Intermedia se incluye en la Unidad Terminal (García Abad, 1977) que abarca cuatro ciclos (Torres y Zapata, 1986).

- Primer Ciclo Neógeno: se deposita según una discordancia con paleorrelieve sobre materiales más antiguos en zonas plegadas y definiendo una ruptura sedimentaria con la Unidad Detrítica Superior en zonas centrales de la cuenca. Está compuesto por



conglomerados, areniscas grises y negras en sondeo, lutitas, yesos bioturbados y detríticos, calizas y arcillas de neoformación (sepiolitas de Pareja). Se interpretan en su conjunto como depósitos de abanico aluvial gradando a una zona central lacustre con su depocentro entre Huete y Pareja. De acuerdo con datos de sondeo, su potencia máxima es de 350 m. Su edad es Ageniense superior- Aragoniense medio.

- Segundo Ciclo Neógeno: se deposita según una discordancia con paleorrelieve sobre materiales más antiguos en zonas plegadas o definiendo una ruptura sedimentaria con el ciclo anterior en zonas centrales de la cuenca. Sus caracteres litológicos son similares a los del Primer Ciclo Neógeno pero predominan los carbonatos sobre los sulfatos. En Córcoles se desarrolla una zona palustre carbonatada con importantes anomalías geoquímicas ligadas a aguas epitermales. La edad de la unidad es Aragoniense medio-Vallesiense. La potencia máxima es de unos 200 m.
- Tercer Ciclo Neógeno: se corresponde con la unidad “Calizas del Páramo”, en cuya base se observan las arenas de la “red fluvial intramiocena” constituida por conglomerados y arenas con paleocorrientes de dirección E-O. Por criterios regionales, Torres et al. (1984) le atribuyen una edad Vallesiense-Turolense. Su potencia se estima en unos 50 m.
- Cuarto Ciclo Neógeno: está representado por materiales detríticos o químicos, a los que se atribuye, en ocasiones sin criterios paleontológicos claros, edad Plioceno.

4.2.2. La Cuenca de Madrid

1.1.1.3.- Paleógeno

Los afloramientos paleógenos de la Cuenca de Madrid son muy discontinuos en superficie y forman cinturones relativamente estrechos que afloran en la zona Norte de la cuenca, en la parte Este de la Sierra de Altamira y sobre la zona Norte de los Montes de Toledo.

La discontinuidad de los afloramientos y la variedad de materiales con importantes cambios de facies hace que sea difícil establecer un cuadro estratigráfico claro y detallado de estos materiales.

En líneas generales se pueden diferenciar dos grandes unidades dentro del Paleógeno.

- Unidad de Torrelaguna- Uceda (Portero y Olivé, 1984): está constituida por unos 1.100 m de lutitas, yesos, conglomerados y calizas. Se depositó en sistemas de abanicos aluviales junto con los que se desarrollaron lagos evaporíticos. En la zona



NE de la cuenca, la unidad aflora en el núcleo del anticlinal de Baidés, donde presenta una potencia de unos 200 m. La edad de esta unidad es Cretácico superior-Eoceno.

- Unidad de Beleña de Sorbe-Torremocha de Jadraque. Su potencia puede alcanzar 900 m. Esta unidad se puede subdividir en tres subunidades:
 - Calizas y margas lacustres, con un espesor medio de 350 m, cuya edad se atribuye al Headoniense-Eoceno superior (Arribas, 1986; Ríos et al., 2002).
 - Subunidad detrítica que también incluye niveles de yesos crema, margas y calizas. La edad de esta subunidad se atribuye al Sueviense-Areveniense y su potencia, observable en las proximidades de Villaseca de Henares, es de unos 200 m.
 - La tercera subunidad tiene unos 50 m y está formada por lutitas rojas que incluyen niveles de areniscas y conglomerados, estando todos estos materiales muy edafizados.

La geometría y relación entre estas unidades paleógenas y los materiales neógenos suprayacentes se observa muy bien a lo largo del anticlinal de Baidés en el borde NE de la Cuenca de Madrid. En esta zona se reconoce una discordancia progresiva de la que forman parte las unidades paleógenas y las unidades Inferior e Intermedia del Mioceno que se describen en epígrafes posteriores. Por el contrario unos 5 km al sur (Villaseca de Henares), los depósitos miocenos son claramente discordantes sobre los paleógenos, encontrándose los últimos invertidos.

La correlación de estas unidades con los materiales que afloran en la zona sur de la cuenca no es fácil debido a la discontinuidad de afloramientos y a la escasez de fauna y flora de los mismos. Cabe destacar, no obstante, la falta de afloramientos de yesos en estas áreas, el carácter detrítico de gran parte de los mismos y la importante presencia de paligorskita (Calvo et al., 1993; Rodas et al., 1994)



1.1.1.4.- Neógeno-Mioceno

Al Mioceno pertenecen los materiales que se engloban en las siguientes tres unidades:

- Unidad Inferior del Mioceno.

Los depósitos correspondientes a esta unidad se disponen en discordancia angular y erosiva sobre materiales paleógenos. Se disponen con conformidad estratigráfica, tal como se deduce de los perfiles sísmicos y sondeos profundos disponibles (Racero, 1988).

La Unidad Inferior del Mioceno presenta diferentes tipos de sedimentos que se ordenan de acuerdo con un modelo concéntrico de facies. Esta ordenación es el resultado de la distribución de sistemas lacustres hidrológicamente cerrados a lo largo del Mioceno inferior, y parte del Mioceno medio (Calvo et al., 1989,1996).

Los depósitos lacustres que caracterizan esta unidad son de naturaleza netamente evaporítica con una asociación bastante compleja de fases sulfatadas, carbonatos y cloruros. Así, Ortí et al. (1979), García del Cura (1979) y Ordóñez y García del Cura (1994) han descrito e interpretado los depósitos de yeso, anhidrita, glauberita, thenardita, polihalita, halita, dolomita y magnesita, existentes y observables tanto en afloramiento como en sondeos.

La presencia de estas fases salinas en el centro de cuenca es consecuencia del reciclado de formaciones evaporíticas mesozoicas y paleógenas, en particular las relacionadas con el emplazamiento de la Sierra de Altamira y Cordillera Ibérica, en el lado este de la Cuenca de Madrid (Rodríguez – Aranda et al., Calvo et al., 1996)

Los sedimentos lacustres de la Unidad Inferior se localizan sobre todo en la zona centro-oriental de la Cuenca de Madrid. Hacia los bordes de la cuenca gradan a depósitos terrígenos que forman orlas de diferente amplitud según el borde considerado: orlas de amplitud muy reducida en las proximidades de la Sierra de Altamira (Rodríguez Aranda et al., 1991) y de los Montes de Toledo; orlas formadas por sistemas fluviales de amplia extensión en el área NE de la cuenca (Alonso-Zarza et al., 1993) y orlas constituidas por depósitos arcósicos en facies de abanico aluvial hacia el oeste.



López Olmedo et al. (2003) reconocen dos subunidades dentro de los materiales arcósicos que constituyen la Unidad Inferior del Mioceno en el sector occidental de la cuenca.

El techo de la Unidad Inferior viene marcado por una tendencia a la ampliación y estabilización de los sistemas lacustres durante el Aragoniense medio (Calvo et al., 1989), hecho que se correlaciona lateralmente con un neto desarrollo de paleosuelos en los sistemas aluviales que forman las orlas de materiales terrígenos asociadas a los distintos bordes de cuenca (Alonso-Zarza et al., 1993; López Olmedo et al., 2003).

En áreas centrales de ésta, la discontinuidad estratigráfica entre la Unidad Inferior y la suprayacente, queda subrayada por la presencia de una superficie *paleokárstica* en materiales yesíferos (Rodríguez-Aranda et al., 2002).

- Unidad Intermedia del Mioceno.

La unidad Intermedia presenta una potencia variable entre 50 y 200 m, y su edad abarca desde el Aragoniense medio al Vallesiense. La base de la Unidad Intermedia queda marcada por la penetración de depósitos detríticos sobre materiales lacustres (carbonatos y evaporitas) del techo de la Unidad Inferior.

La Unidad Intermedia está formada por dos subunidades cuyo límite se sitúa en el Aragoniense superior. Hacia techo de cada subunidad y también en el conjunto de la unidad hay una tendencia clara a la disminución de los depósitos aluviales con el consiguiente aumento en la proporción de los términos edáficos y lacustres.

Los depósitos aluviales forman un cinturón discontinuo a lo largo de los márgenes de la cuenca. Su anchura varía de cientos de metros a 30 km, siendo máxima en el borde norte de la cuenca y menor en los márgenes sur y sureste (Alonso-Zarza et al., 1993).

La composición y morfología del área fuente controlaron las características de estos sistemas deposicionales. Así, en los bordes Norte y Sur son dominantes los depósitos arcósicos de gran extensión que pasan a arcosas finas, paleosuelos carbonáticos y



arcillas algunas muy ricas en magnesio (sepiolita y esmectitas) en las zonas distales y lacustres.

En los márgenes N y NE los sistemas aluviales tuvieron menos extensión, depositándose gravas gruesas que pasan distalmente a lutitas rojas con muchos niveles edáficos (Alonso-Zarza et al., 1992). En el margen S son escasos los depósitos de areniscas tabulares que también pasa a lutitas rojas (Sanz, 1996).

Hay que señalar que uno de los rasgos más característicos de esta unidad es la amplia presencia de niveles edáficos así como de carbonatos lacustres muy someros (Alonso-Zarza et al., 1992b; Sanz et al., 1995).

Los depósitos netamente lacustres también varían a lo largo de la cuenca. En las zonas Sur y Este de la cuenca se depositaron yesos seleníticos, lenticulares y detríticos formados en lagos someros de moderada salinidad. Hacia el norte, los depósitos lacustres son esencialmente carbonatos dolomíticos. Todo ello contrasta con los carbonatos de agua dulce depositados en la zona NE. Como se puede observar, por la disposición de las distintas litologías, los ambientes más evaporíticos están restringidos a las zonas S y E de la cuenca.

El techo de la Unidad registra una amplia extensión de los carbonatos lacustres, en general someros (Calvo et al., 1989), sobre los que se desarrolló un importante sistema *paleokárstico* (Cañaveras et al., 1996).

- Unidad Superior del Mioceno.

La sedimentación de esta unidad supone un cambio muy significativo, pues la distribución de facies no sigue el modelo concéntrico mostrado por las unidades infrayacentes. Esta unidad presenta un espesor máximo de 50 m. La base son sedimentos detríticos que se depositaron en un sistema fluvial con dirección dominante N-S.

En detalle, en las zonas centrales de la cuenca la morfología de los sistemas fluviales estuvo condicionada por la topografía del sistema cárstico infrayacente (Calvo et al., 1989). Los carbonatos de la parte superior de la unidad son tobas y micritas fosilíferas depositadas en un sistema fluvio-lacustre de agua dulce (Sanz, 1996, Wright et al., 1997).

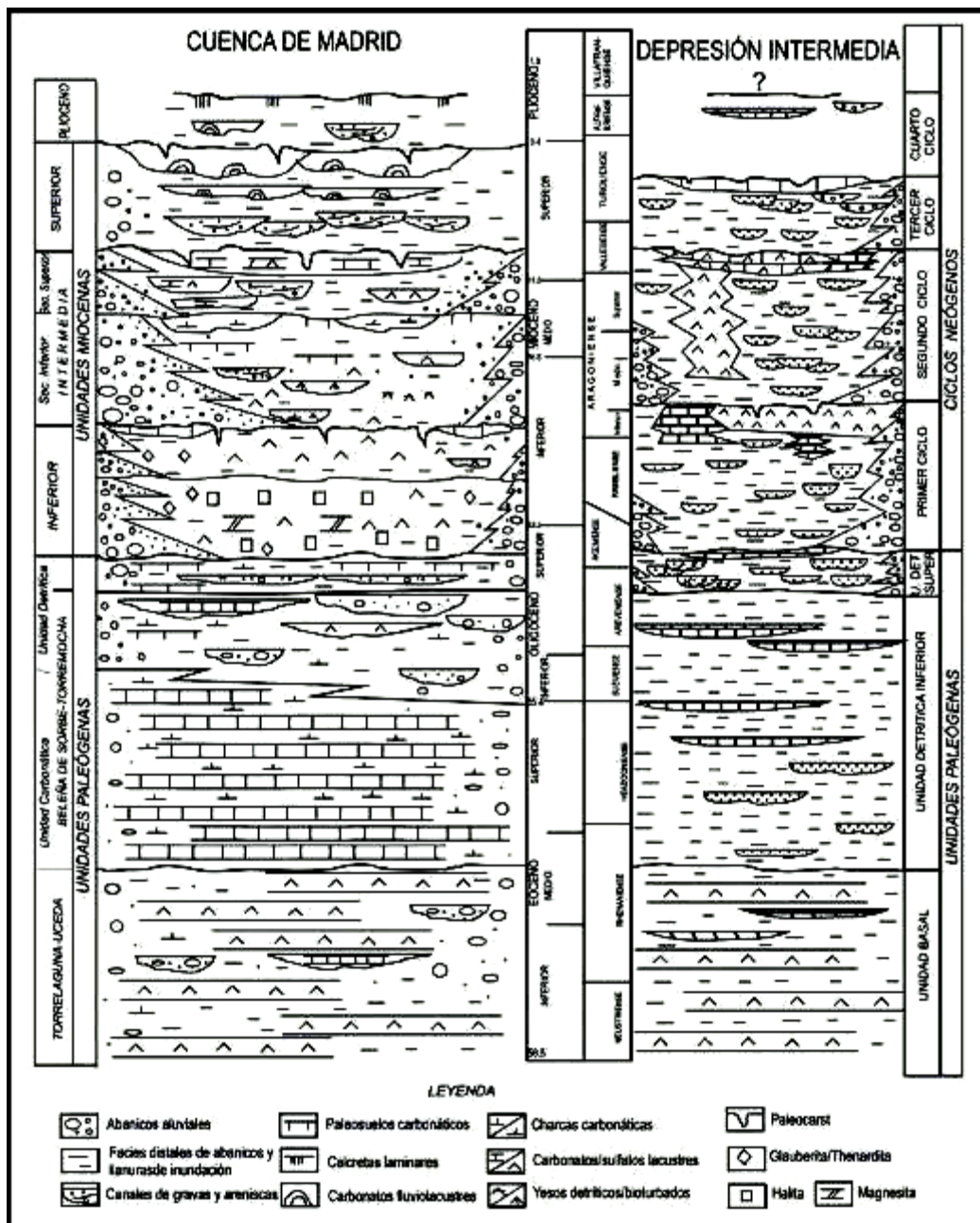


1.1.1.5.- Neógeno-Plioceno

Los afloramientos pliocenos son muy discontinuos a lo largo de la cuenca, estando bien representados en las zonas Sur y Este. En estas zonas se diferencia dos unidades: la unidad inferior o “series rojas” (Pérez-González, 1982) y la unidad superior del Plioceno. La unidad inferior, también denominada Unidad Detrítica Pliocena (Sanz, 1996), está formada por un máximo de 40 m. de lutitas rojas, areniscas, y conglomerados cuyos afloramientos siguen una dirección N-S, siendo muy frecuentes los canales con relleno carbonático.

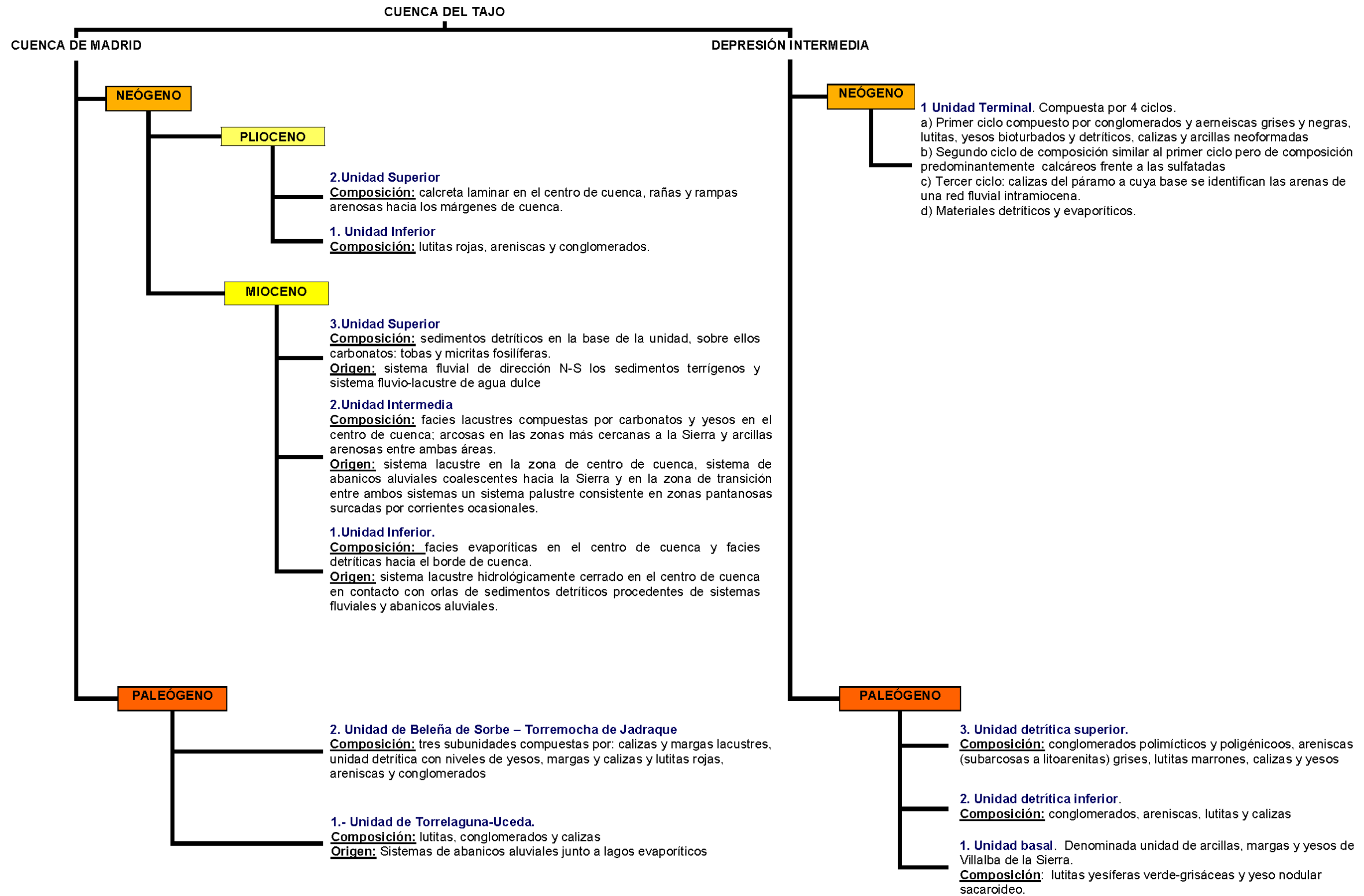
La unidad superior del Plioceno está representada en el centro de la cuenca por una potente calcreta laminar (Sanz, 1996). Hacia los márgenes de la cuenca y con edades algo más recientes se desarrollaron las rañas y rampas arenosas.

En la siguiente figura se recogen dos columnas estratigráficas de cada una de las subcuenas que conforman la Cuenca del Tajo. En ellas se pueden observar los distintos ciclos deposicionales y las distintas unidades litoestratigráficas descritas, así como el origen de cada una de ellas (procedentes de abanicos aluviales, llanuras de inundación, sistemas lacustres, etc.).



Columnas estratigráficas de la Cuenca de Madrid y de la Depresión Intermedia.

En el recuadro a continuación se recoge, de forma esquemática y a modo de resumen, la Geología General de la Cuenca del Tajo, de la Cuenca de Madrid y de la Depresión Intermedia.





5. GEOLOGÍA LOCAL

5.1. ESQUEMA GEOLÓGICO

De las dos cuencas descritas con anterioridad, la zona de estudio, donde se ubican las tres ERAR: La China, Butarque y Sur, además de sus zonas de influencia y límites, susceptibles de albergar futuras actuaciones de depuración, se sitúa en la Cuenca de Madrid, identificándose específicamente materiales depositados durante el Mioceno que se podrían incluir en la Unidad Inferior del Mioceno, descrita en el epígrafe 4.2.2.2.

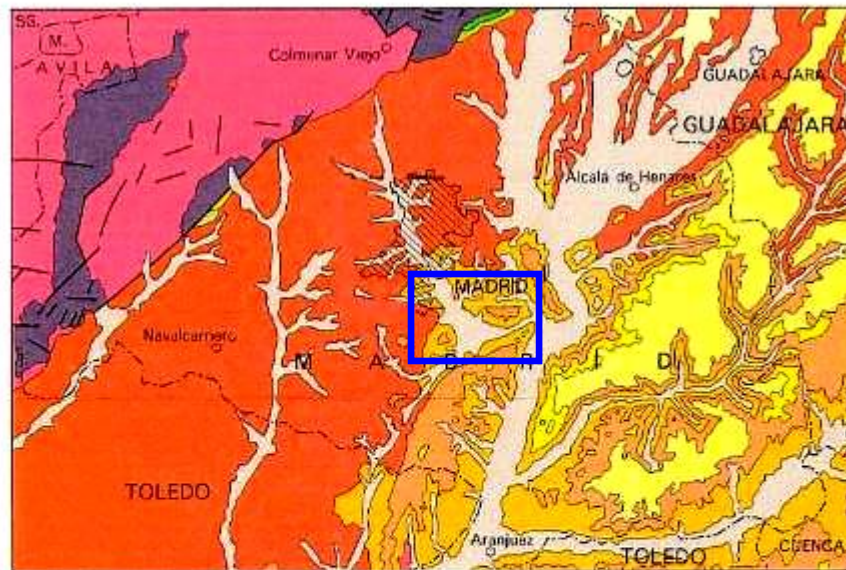
Como se describe en dicho apartado, los sistemas deposicionales varían según la disposición de la zona dentro de la cuenca, identificándose grandes sistemas de abanicos aluviales en los bordes de cuenca con sedimentación mecánica de los materiales procedentes de la erosión de macizos ígneos y sistemas lacustres con sedimentación de tipo químico en el interior de la cuenca.

El resultado es una distribución concéntrica de facies de la siguiente forma:

- Las Facies Marginales de Cuenca (o Detríticas): bajo esta denominación se agrupan materiales de origen detrítico y naturaleza arcósica con proporciones variables en matriz arcillosa, muy inmaduros y heterogéneos, relacionados con los abanicos aluviales. Su sedimentación está controlada por los pulsos energéticos y tectónicos de reactivación del relieve que originan la progradación de sedimentos gruesos sobre finos.
- Las Facies de Transición (o Intermedias): formadas por materiales detríticos y evaporíticos acuñados, presentándose niveles de sílex en las margas yesíferas. Corresponden a las zonas distales de los abanicos aluviales de menor energía que coexistirían con los bordes de las cuencas lacustres.

- La Facies de Interior de Cuenca (o Centrales): depósitos lacustres, constituidos por materiales arcillosos, evaporíticos, yesos, margas yesíferas, con alguna intercalación de calizas tableadas y margas blancas.

ESQUEMA REGIONAL



Escala 1:1.000.000

	CUATERNARIO: Depósitos aluviales y de terraza		OLIGOCENO Y MIOCENO: Facies detríticas
	PLIO-CUATERNARIO: Depósitos fluviales del piedemonte de la raña		CRETACICO SUPERIOR-PALEOGENO: Facies continentales
	MIO-PLIOCENO: Facies carbonatadas lacustres, arcillas rojas y encostramientos		CRETACICO SUPERIOR: Facies carbonatadas
	MIO-PLIOCENO: Facies detríticas fluviales		CRETACICO SUPERIOR: Facies detríticas
	MIOCENO: Facies evaporíticas		Rocas metamórficas
	MIOCENO: Facies heterolíticas (margocalcáreas, evaporíticas y detríticas)		Rocas plutónicas

Esquema geológico regional de la zona de estudio.

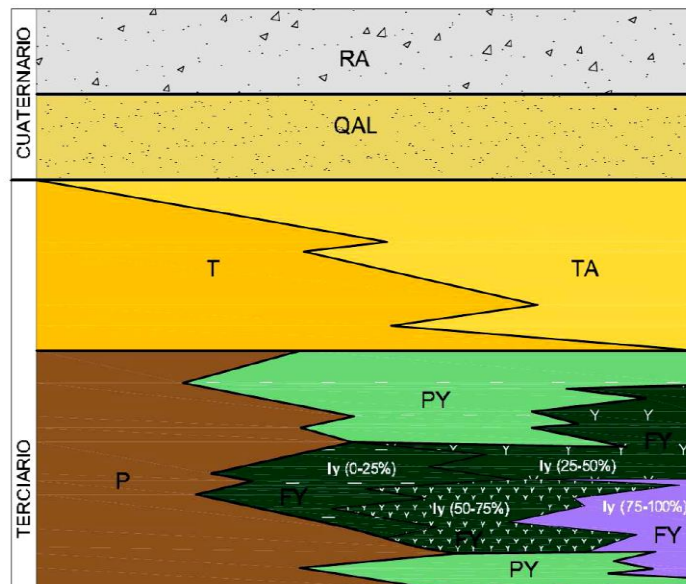
En el cuadro azul se enmarcan las tres plantas.

Como se recoge en la figura anterior, la zona de estudio se localiza sobre Facies detríticas del Mioceno en su mayoría, identificándose también facies evaporíticas miocenas en la zona SE.

5.2. ESTRATIGRAFÍA

Como se recoge en planos anteriores, y se ha comentado previamente, las tres instalaciones de depuración objeto del presente Estudio se ubican enteramente sobre materiales terciarios, tanto detríticos como evaporíticos, y sobre depósitos cuaternarios supradacentes, aluviales, o rellenos antrópicos, situados discordantemente sobre los primeros, que ejercen de sustrato resistente relativo local bajo el cuaternario.

La columna geológico-geotécnica tipo adoptada en el presente informe para cartografías, plantas y perfiles geológicos se presenta a continuación. Ella recoge de modo sistemático y simplificado todos los materiales geológicos presentes en la zona de ubicación de las tres plantas y su correlación con denominaciones geotécnicas locales clásicas de la zona.



- | | |
|-----|---|
| RA | Relleno antrópico residuo de construcción, arena con cantos y escombros. |
| QAL | Cuaternario aluvial. arcillas arenosas o arenas finas con cantos de origen aluvial. |
| TA | Arenas arcillosas marrones duras a arcillas con bastante arena marrones muy densas. Formación Tosco Arenoso/Arena Tosquiza. |
| T | Arcillas de color ocre duras o muy duras. Formación Tosco. |
| P | Arcillas marrón-rojizas o gris-verdosas duras o muy duras. Sin yeso. Formación Peñuelas . |
| PY | Arcillas grises, raramente marrones con indicios de yeso pulverulento o mineralización de yeso fibroso en vetas subhorizontales o verticales de espesor centimétrico. Formación peñuelas con yeso. |
| FY | Interestratificado de arcillas grisáceas y yeso fibroso pulverulento o masivo. La predominancia de arcilla frente a yeso o viceversa es variable. Formación yesífera. ly= Índice de yesos. % estimado "de visu" de yesos frente a las arcillas. |



A continuación se comentan las principales características litológicas de las unidades estratigráficas presentes en la zona.

5.2.1. Terciario Mioceno

Los materiales presentes en la zona de Estudio, depositados durante el Terciario Mioceno, corresponden a materiales de las facies intermedias y centrales de la Cuenca de Madrid.

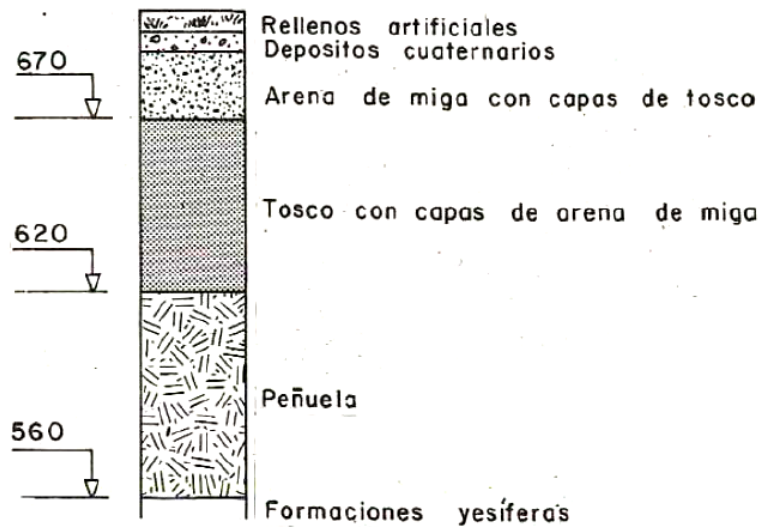
Para su descripción se ha recurrido a la denominación geotécnica clásica para los suelos de Madrid en los que se alude a la formación yesífera, peñuelas, términos tosquicos y arenas de miga.

Las formaciones yesíferas son yesos interestratificados con arcillas y arcillas margosas endurecidas, desarrollándose el yeso en niveles tableados y nodurales de magnitud centimétrica a métrica.

El término peñuelas ha sido aplicado de forma tradicional a las arcillas y margas verdosas, ocasionalmente con tonos azulados u otras veces con tonos parduzcos, que se identifican entre las litologías madrileñas.

Por otro lado, los términos de “tosco” o “tosquita” han sido aplicados a los niveles de arcillas más o menos limo-arenosas de tonos marrones que constituyen el paso lateral o en la vertical de las arcillas verdosas (“peñuelas”) a las arcosas en el sector norte, aunque en muchos informes de carácter geotécnico se utilizan igualmente para designar las intercalaciones arcillosas de los depósitos arcósicos de granulometría más gruesa (“arenas de miga”).

Estos últimos materiales se han descrito puntualmente en la zona de ubicación de alguno de los estanques de tormentas, si bien su importancia queda relegada a un segundo plano frente a la abundancia del resto de los materiales aflorantes.



Columna estratigráfica típica de la zona Sur y Este de Madrid, donde se encuentran las tres plantas de tratamiento del Estudio.-(Escario 1970)

ESQUEMA DE CORRESPONDENCIA ENTRE LAS FACIES GEOLOGICAS Y LAS FORMACIONES GEOTECNICAS		
FACIES GEOLOGICAS	FORMACIONES GEOTECNICAS	CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
Detriticas	Arenas de miga, formación Las Rozas.	Arenas arcósicas color ocre o amarillento, de grano grueso a fino, con gravillas y niveles de cantos.
	Arenas de miga, formaciones El Pardo y Madrid.	Arenas color ocre o amarillento, con gravillas y esporádicos lentejones de gravas con tramos de arenas y arcillas limosas.
	Tosco.	Arcillas limo-arenosas color ocre o amarillento, con tramos arenosos. Niveles intercalados de naturaleza similar a la transición tosco-peñuela.
Intermedias	Transición tosco-peñuela.	Interestratificados carbonatados (a veces con sílex), sepiolíticos y montmorilloníticos en el contacto entre tosco y peñuela del S y E de Madrid.
	Peñuela.	Arcillas y arcillas margosas gris azulado o verdoso y marrones, endurecidas, con tramos de areniscas micáceas.
Centrales	Formaciones yesíferas.	Niveles y bancos de yeso alternando con arcillas y margas endurecidas.

1.1.1.6.- Formación yesífera. Yesos tableados y nodulares entre arcillas verdosas.



Consiste en una alternancia, generalmente monótona, de arcillas de tonos pardo-grises o verdosos en superficie en ocasiones laminadas y bancos yesíferos con espesores variables entre unos centímetros hasta 2 ó 3 metros. Intercalan localmente bancos tableados muy finos de dolomías y/o magnesita con textura micrítica.

Esta alternancia de yesos y arcillas se presenta bien expuesta en todo el área Sur y Sureste de la zona de Madrid.

El tipo de morfología de yesos más común consiste en niveles de nódulos de tamaño variable, desde uno 2 cm de diámetro hasta medio metro, de aspecto alabastrino blanco, que en unos casos aparecen separados por arcillas y en otros casos coalescen lateralmente, dando lugar a niveles muy continuos. Son frecuentes también los bancos con estructura enterolítica, niveles más masivos con laminación difusa y yesos en empalizadas alabeadas muy compactos.

Un rasgo general es la abundancia de texto-estructuras secundarias, siendo un hecho frecuente el que los yesos nodulares presenten a nivel textural evidencias de anhidrita previa actualmente yesificada. Dado que estos niveles corresponden a facies deposicionales más centrales, es posible explicar el predominio de los yesos en las áreas marginales como resultado de yesificaciones diagenéticas tempranas coincidentes con influjos de aguas dulces a los bordes del área lacustre.

Las evidencias de yeso primario son, en este sentido, relativamente escasas. Otro aspecto del carácter en gran parte secundario de los yesos de esta unidad es la presencia de nódulos fibroso-radiados de yeso, así como de bancos gruesos hacia el techo de la unidad constituidos por microcristales seleníticos con estructura de conjunto muy oquerosa.

El yeso fibroso, muy abundante en la mayor parte de los niveles tanto en posición horizontal como vertical, es de carácter hipergénico.

La composición de las arcillas de esta unidad presenta porcentajes muy bajos de esmectitas (5-50 por 100) en comparación con las facies de lutitas a que pasan lateralmente o verticalmente estos niveles. La fracción illita es predominante en la mayor parte de los casos (45-75 por 100) con porcentajes bastantes altos caolinita (5-20 por



100). Aparecen indicios de interestratificados illita-esmectita. Este aspecto mineralógico varía radicalmente cuando se compara con el alto porcentaje en esmectitas o aparición de sepiolita observado en los niveles de cambio lateral de facies hacia el norte de esta unidad, así como en algunas intercalaciones de arcillas verdes entre los yesos.

La sedimentación de esta unidad de yesos y arcillas corresponde, según los rasgos observados en ambas litofacies, a un lago salino con oscilaciones en el espesor de la lámina de agua. El depósito de las arcillas tiene lugar bajo lámina de agua, con preservación en estado reducido de la materia orgánica. Esta materia orgánica se presenta en porcentajes inferiores al 2 por 100 en el seno de los niveles arcillosos, apreciándose en ellas un alto grado de transformación. Su composición es, fundamentalmente, querógeno del tipo III (80 por 100 de materia orgánica), bitumen y, en muy escasa proporción, ácidos húmicos y fúlvicos. Dicha composición sugiere un origen de la materia orgánica a partir de restos vegetales de plantas superiores.

La fina laminación de las arcillas intercaladas entre la anhidrita y/o yesos primarios es indicativa de deposición en ambiente muy tranquilo, sin evidencias de agitación por corrientes. Los términos correspondientes a exposición subaérea más definida (carbonataciones vadosas, silcretas...) aparecen representados en áreas algo más septentrionales.

1.1.1.7.- Peñuelas

Estos materiales afloran ampliamente en toda la parte Centro meridional y Este de la zona de Madrid. En la parte oriental, estas arcillas quedan en parte cubiertas por las terrazas del río Jarama o han desaparecido por la erosión.

El límite inferior de esta unidad queda netamente definido en la parte sur y sureste de la zona de Madrid, donde las arcillas, que presentan un mayor o menor contenido en niveles de carbonatos, reposan directamente sobre niveles yesíferos. Los depósitos más basales se amoldan localmente a depresiones de origen *exokárstico* posteriormente reactivadas sobre los yesos. Estos materiales se disponen en discontinuidad estratigráfica respecto a las unidades yesíferas infrayacentes con un neto carácter progradante respecto a ellas.



Dicha progradación se produjo durante el Aragoniense medio y define el límite entre las unidades inferior e intermedia del Mioceno.

Las litologías que caracterizan esta unidad son predominantemente arcillas verdes, masivas o laminadas en ocasiones con abundantes materia orgánica, arenas micáceas (biotíticas) verdes con estratificación cruzada generalmente de surco, carbonatos masivos blancos con bioturbación de raíces, arcillas rosadas masivas y sílex en bancos de geometría nodular y tonos carnosos.

Todas estas facies se presentan en una variada gama de secuencias cuya articulación en detalle resulta difícil por la escasez de afloramientos.

Los tipos de secuencias más frecuentes son:

- a) secuencias granodecipientes de arenas micáceas con estratificación cruzada en paso a arenas más finas con laminación paralela bioturbadas por gusanos, arcillas verdes y carbonatos masivos palustres con raíces;
- b) secuencias de alteración edáfica formadas por arcillas verdes en paso gradual irregular a arcillas rosadas y carbonatos blancos con estructuras prismáticas edáficas y rizocreciones;
- c) perfiles de alteración similares con arcillas verdes, arcillas rosadas y sílex con más o menos carbonatos, en las que el sílex puede deberse a procesos de liberación de SiO_2 a partir de las arcillas (BUSTILLO, 1976);
- d) carbonatos dolomíticos masivos, finamente bioturbados por raíces, con sepiolita y / o esmectitas de tonos claros.

Localmente a la base de la unidad aparecen de forma discontinua depósitos de lutitas y limos masivos de tonos pardos y composición esencialmente illítica, en contactos erosivos sobre las arcillas de la unidad infrayacente.

La mineralogía de todas estas facies es muy variada aunque existen algunos aspectos que caracterizan de forma bastante específica a la unidad:



- el predominio de las esmectitas dentro del aspecto mineralógico de las arcillas. Las esmectitas presentan una estructura trioctaédrica, con porcentajes de MgO generalmente comprendidos entre 25-27,5 por 100. El índice de cristalinidad es, en muchas ocasiones bajo particularmente en las arcillas esmectíticas (100 por 100 de esmectitas) de tonos rosados tan características de esta unidad, cuya estructura es en forma de apilamientos turboestráticos. Son frecuentes asimismo los niveles arcillosos con mezcla de esmectitas y sepiolita.
- el carácter dolomítico de los niveles carbonáticos coincidente con el carácter magnésico de las arcillas en que aparecen intercalados. Localmente estos niveles son de magnesita finamente cristalina. La calcita suele estar presente en pequeñas proporciones como producto de la dedolmitización.
- los niveles de sílex son de naturaleza predominantemente cuarcífera, en mosaicos cripto y microcristalinos. Ambos aspectos diferencian el sílex de esta unidad de los niveles de sílex dentro de las arcillas los cuales presentan en general mineralogía y texturas opalinas.

El medio de deposición de todo este conjunto de facies corresponde a un ambiente palustre-lacustre somero en transición hacia el norte con facies de orla muy distal de los abanicos arcóscicos.

Localmente, los depósitos terrígenos algo más gruesos procedentes de estos abanicos se intercalan en forma de depósitos en lámina (*sheet folds* de arenas micáceas) dentro de las arcillas.

Las oscilaciones de nivel de agua condicionaron la expansión y retracción del sistema lacustre y, por tanto, la mayor o menor extensión de las facies de exposición subaérea (secuencias edáficas).

Las arcillas verdes muestran en la mayor parte de los casos distribuciones granulométricas con fuerte componente de deposición por exceso de carga resultado de la entrada en el margen lacustre de fangos poco estructurados.



Las asociaciones mineralógicas observadas en los depósitos arcillosos, así como la mineralogía de los carbonatos, sugieren que el depósito de estos materiales tuvo lugar en un ambiente lacustre alcalino bajo condiciones climáticas de relativa aridez.

Esta última observación viene también avalada por las conclusiones paleoecológicas obtenidas a partir de las faunas encontradas en esta unidad o en sus equivalentes laterales.

1.1.1.8.- Tosco o arena tosquiza

Está formado por sedimentos de color ocre o marrón con predominio arcillo-limoso y niveles arenosos. Localmente, en las zonas más elevadas pueden encontrarse gravillas. Se trata de la transición entre los depósitos de arena de miga pertenecientes a las facies marginales y las peñuelas verdes de transición a las facies centrales.

Como ya se ha comentado estos materiales se han descrito puntualmente en dos sectores de la zona de estudio en la información recopilada en sectores de los estanques de tormentas, si bien su importancia queda relegada a un segundo plano frente al predominio del resto de materiales presentes en superficie o profundidad: **Peñuelas, Formación evaporítica, y rellenos cuaternarios fluviales, o vertidos y rellenos antrópicos.**

5.2.2. Cuaternario

Las formaciones geológicas más recientes están caracterizadas, principalmente, por los depósitos aluviales del río Manzanares y del arroyo Butarque y por los materiales que, con débil espesor, están asociados a las superficies divisorias y los glaciares.

Los conos aluviales, coluviones, derrames, limos yesíferos y otros sedimentos relacionados con las depresiones endorreicas o de origen cárstico, son a veces, por su génesis y evolución, formaciones puntuales de escasa importancia y extensión reducida.



En la zona de Estudio, únicamente se han detectado los depósitos aluviales y depósitos de glacia, cuyas características se describen a continuación.

1.1.1.9.- Materiales asociados a las superficies divisorias y glacia

Los primeros están relacionados con antiguas superficies o arrasamientos labrados en la zona de Madrid en las arcosas gruesas de edad Aragoniense superior, y hoy presentan las zonas culminantes de las superficies divisorias de partición de aguas entre los ríos Guadarrama-Manzanares y Manzanares-Jarama. Los depósitos asociados a los glacia tienen una mayor variedad litológica y textural, ya que dependen del sector donde se hayan desarrollado. Están constituidos por arenas arcillosas con cantos de caliza, sepiolita y sílex, con potencias que no deben sobrepasar los 2 m.

1.1.1.10.- Terrazas y depósitos de fondo de valle

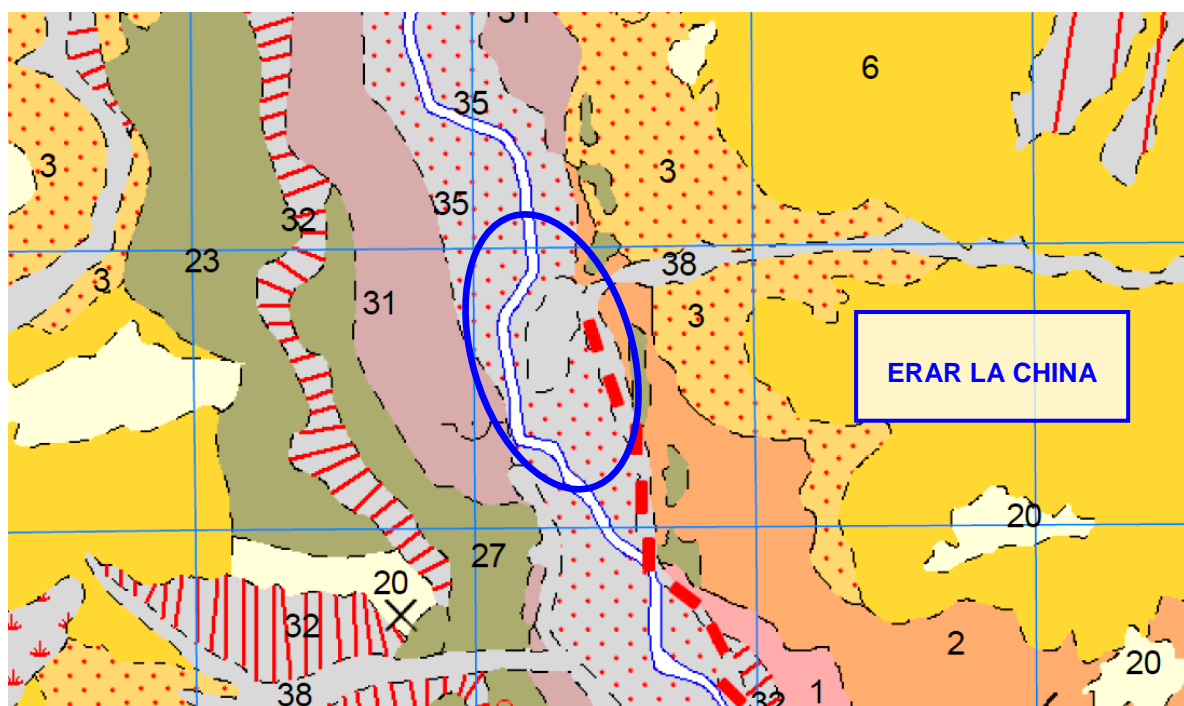
La región de los alrededores de la ciudad de Madrid es una región drenada al E por el río Jarama y sus afluentes de la margen derecha, y al O por el Manzanares que es el río con mayor recorrido que atraviesa el territorio de la zona. Las terrazas del Río Manzanares no son uniformes ni litológica, ni texturalmente. En la zona de estudio, se identifican facies de arenas de tamaños medios a gruesos, moderadamente clasificados con estructuras de estratificación cruzada planar que pueden alternar con barras de gravas y cantos de tamaño centimétrico. Pueden también intercalarse en la secuencia, niveles o capas arcillo-arenosas de hasta medio metro de acreción vertical de color gris-verdoso y composición esmectítica-illítica. Por otra parte, las facies arenosas con intercalaciones arcillosas representan también a los términos de llanura de inundación del río Manzanares.

5.3. GEOLOGÍA DE DETALLE

❖ EDAR LA CHINA

Se ubica en el mismo cauce, sobre el relleno aluvial (35,38) y terrazas del Manzanares (31,27,23), en su margen izquierda. El sustrato del valle aflora en la margen izquierda, y más alejado, también en la derecha. Se trata, en orden ascendente, de los yesos masivos y laminados con arcillas (1 y 2), sobre los que se ubican las arcillas oscuras de las Peñuelas (3), y sobre ellos los niveles de Tosco (6).

A continuación, se presenta para ésta, y para las otras dos plantas, una cartografía geológica de detalle, junto a la leyenda-clave numérica de los litotipos presentes.



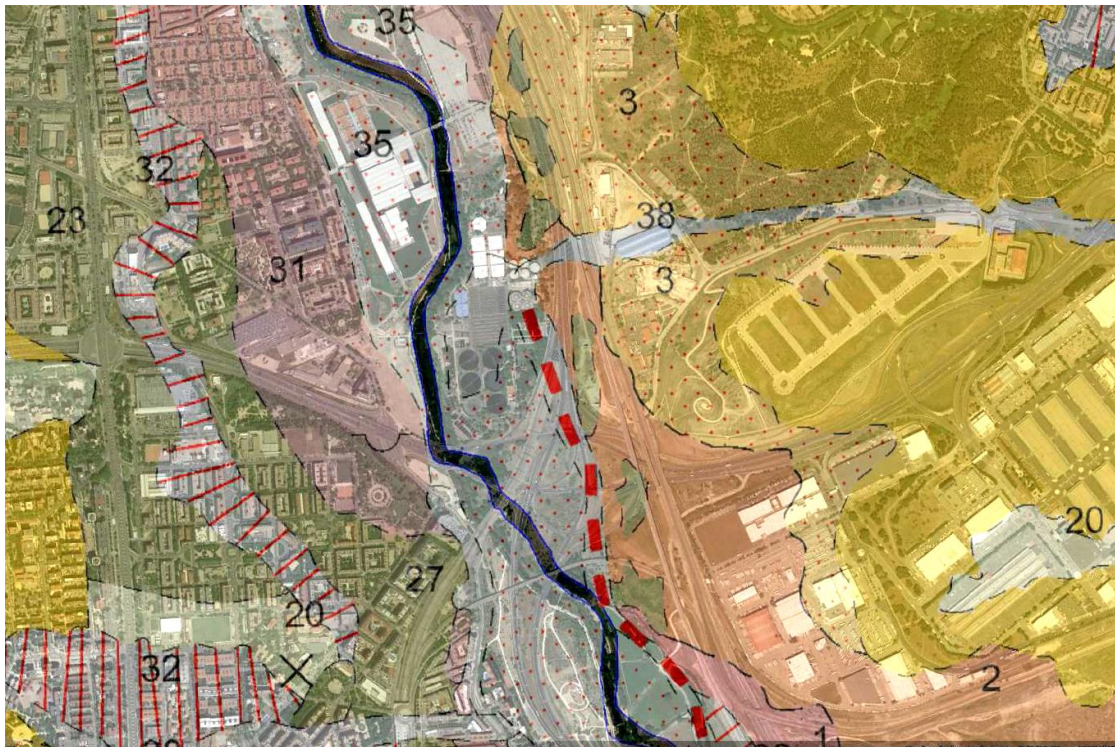
LEYENDA-CLAVE NUMÉRICA CARTOGRAFÍA MAGNA: ERAR LA CHINA Y ZONA NORTE (N) DE LA ERAR BUTARQUE



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

- 38, 36 Arenas cuarzo-feldespáticas, arcillas y limos arenosos con gravas dispersas (fondos de valle, lechos de canales y cauces abandonados)
- 37 Gravas, cantos y arenas (barras aluviales)
- 35 Limos arcillosos, arenas gravas y cantos poligénicos (llanuras aluviales)
- 34 Limos yesíferos
- 33 Arcillas arenosas con fragmentos de roca (Rellenos kársticos)
- 32, 30, 26 Arenas y limos con cantos dispersos (coluviones, derrames y conos aluviales)
- 31, 28, 27 Cantos y gravas poligénicos, arenas, limos y arcillas (terrazas)
- 29 Arcillas arenosas (fondos endorreicos)
- 25, 24, 23, 22, 21 Cantos y gravas poligénicos, arenas, limos y arcillas (terrazas)
- 20 Arenas cuarzo-feldespáticas con gravas y cantos (glacis y superficies)

- 7 Niveles de carbonatos (dolomías y calcretas)
- 6a Arcillas con intercalaciones frecuentes de bancos carbonáticos, en parte silicificados
- 6 Arcillas verdes y rosadas, arenas micáceas, margas y niveles de carbonatos y sílex
- 5 Niveles de sepiolita
- 4a Arcosas gruesas con cantos, lechos de cantos, fangos y arenas arcósicas
- 4 Arenas arcósicas de grano medio o fino, limos y arcillas marrones
- 3 Arcillas verdosas y marrones, localmente arenas micáceas, niveles de carbonatos y sílex
- 2 Yesos tableados y nodulares entre arcillas grises y marrones
- 1 Yesos masivos

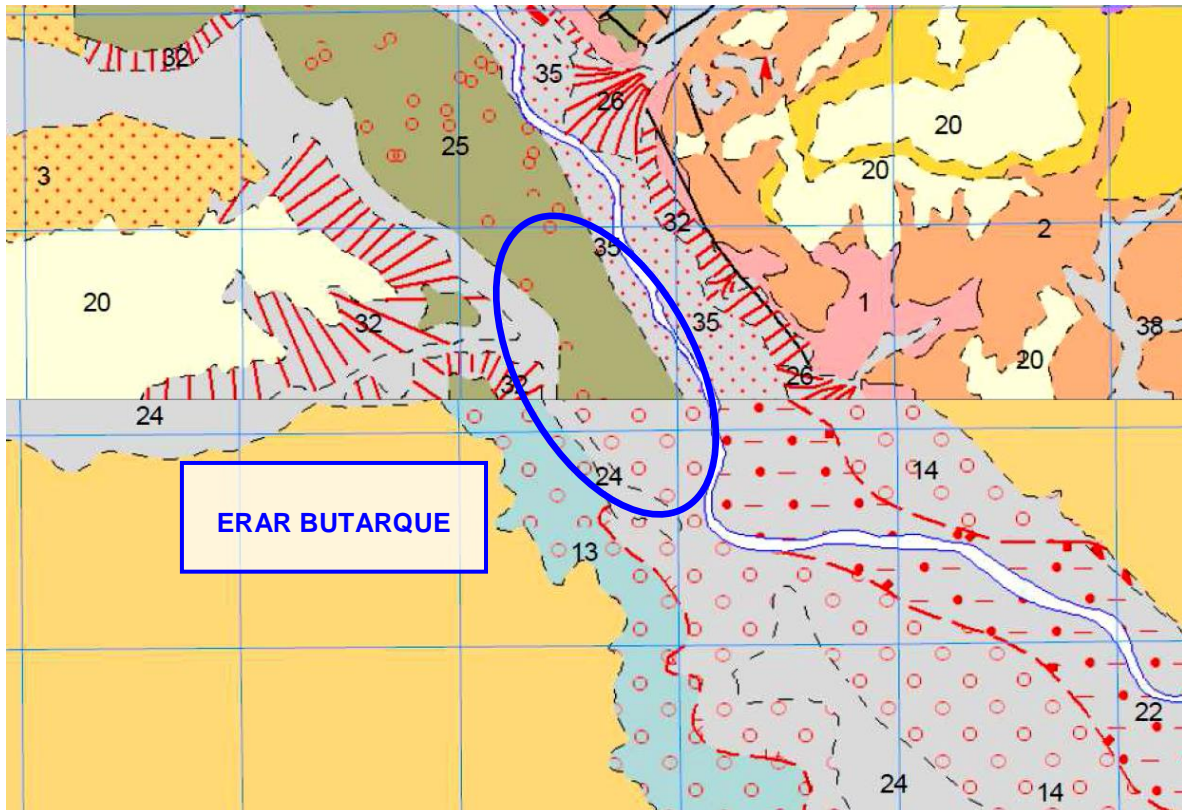


Fotografía aérea de la EDAR de La China con la geología de la zona sobrepuesta

❖ EDAR BUTARQUE

Como en el caso de la EDAR La China, la EDAR de Butarque también se asienta en el mismo cauce del río Manzanares, en este caso en la margen derecha y sobre materiales aluviales cuaternarios (35N, 22S, 38N, 24S), niveles de terrazas (25N, 14S, 23N, 13S) y coluviones y glaciares a mayor cota y más separados de la planta (20N). Como sustrato siguen apareciendo las formaciones yesíferas en ambos márgenes con colores amarillo-crema (1S, 1N, 2N).

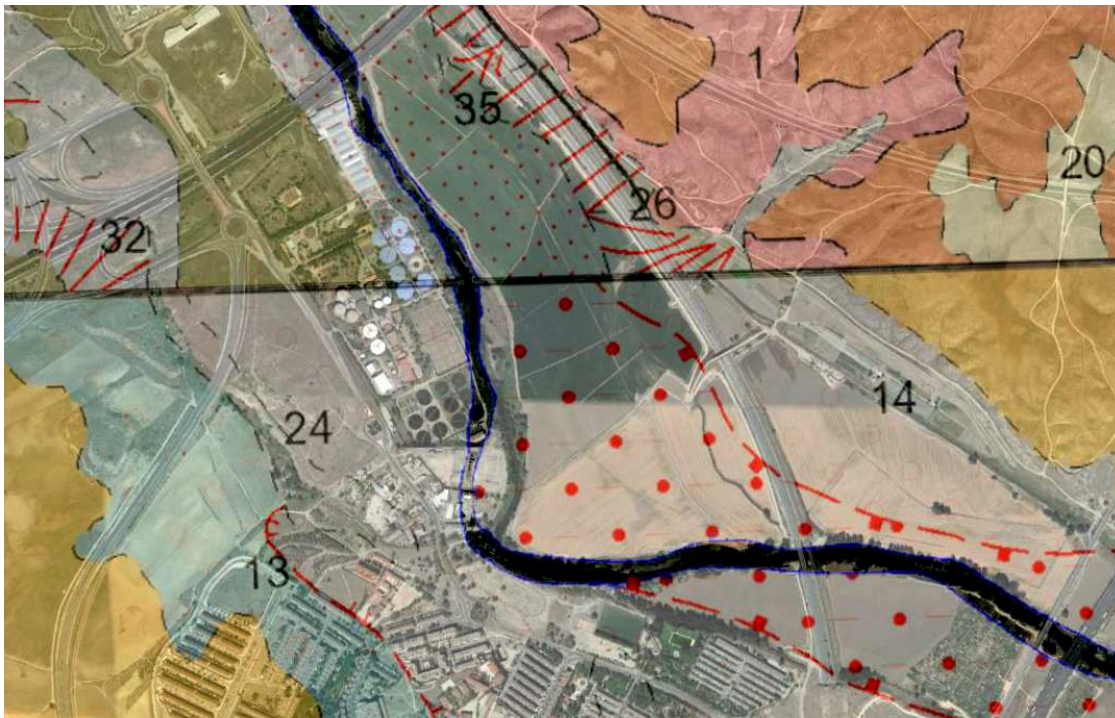
Estructuralmente, en este sector es patente la presencia de fallas orientadas NNW-SSE que marcan la disposición y trazado del contacto del sustrato y los rellenos cuaternarios en la margen izquierda del Manzanares. En profundidad estas fracturas deben condicionar una asimetría en el relleno y fondo de la depresión por la que discurre el río, creando una morfología disimétrica en cuña, con hundimiento progresivo mayor en dicha margen izquierda, por lo que es la que alberga la mayor parte de los conos de deyección y coluviones presentes. (32N, 26N, 19S).



LEYENDA-CLAVE NUMÉRICA CARTOGRAFÍA MAGNA: EDAR SUR

Y ZONA SUR (S) DE LA ERAR BUTARQUE

- 24 Aluviales de fondo de valle, arcillas yesíferas, arenas, arcillas
- 23 Barras, gravas y arenas
- 22 Llanura de inundación, limos, gravas y arenas
- 21 Conos de deyección, arcillas yesíferas, yesos, gravas, arenas y arcillas
- 20 Coluviones, arcillas yesíferas, yesos, gravas, arcillas, arenas
- 19 Coluviones, arcillas yesíferas, yesos y sílex, calizas
- 18 Yugo de buey
- 17 Gravas, arenas y limos
- 16 Coluviones, arcillas yesíferas, yesos, gravas y arenas
- 15 Gravas, arenas y limos
- 14 Gravas, arenas y limos
- 13 Arenas, gravas, arcillas y limos
- 2 Margas yesíferas grises y verdes
- 1 Yesos masivos, yesos especulares y margas yesíferas



Fotografía aérea de la ERAR de Butarque con la geología de la zona sobreimpuesta

❖ EDAR SUR

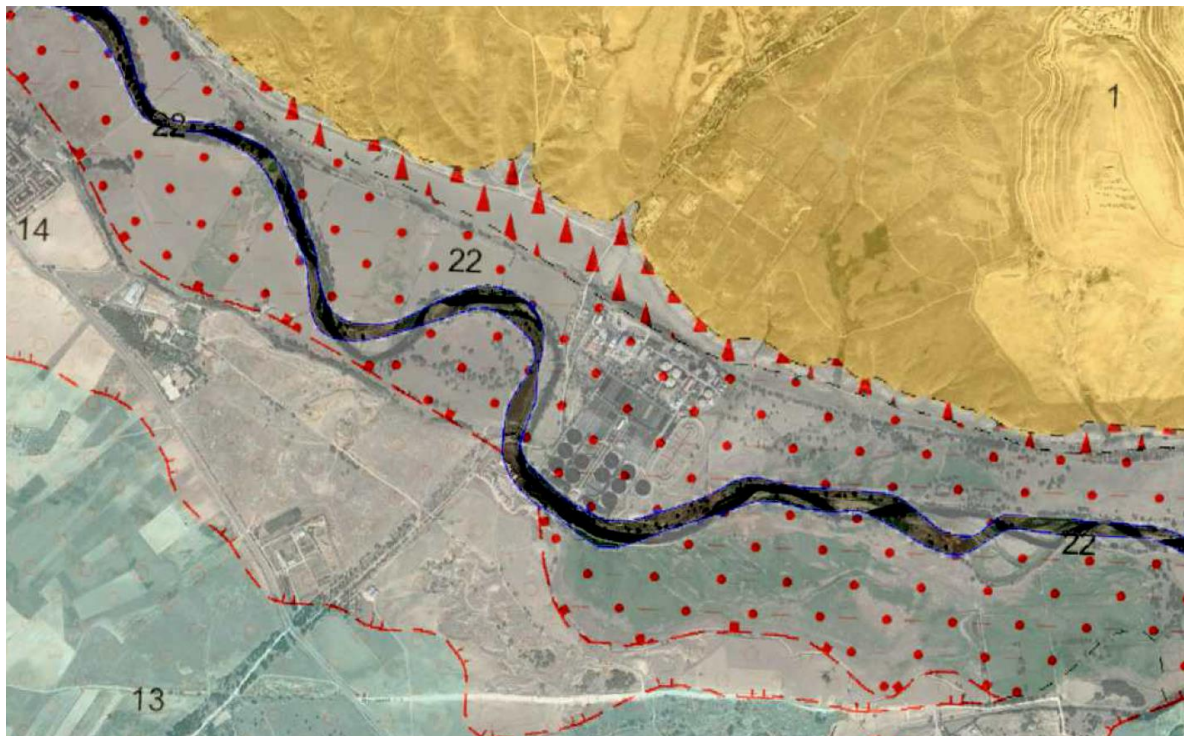
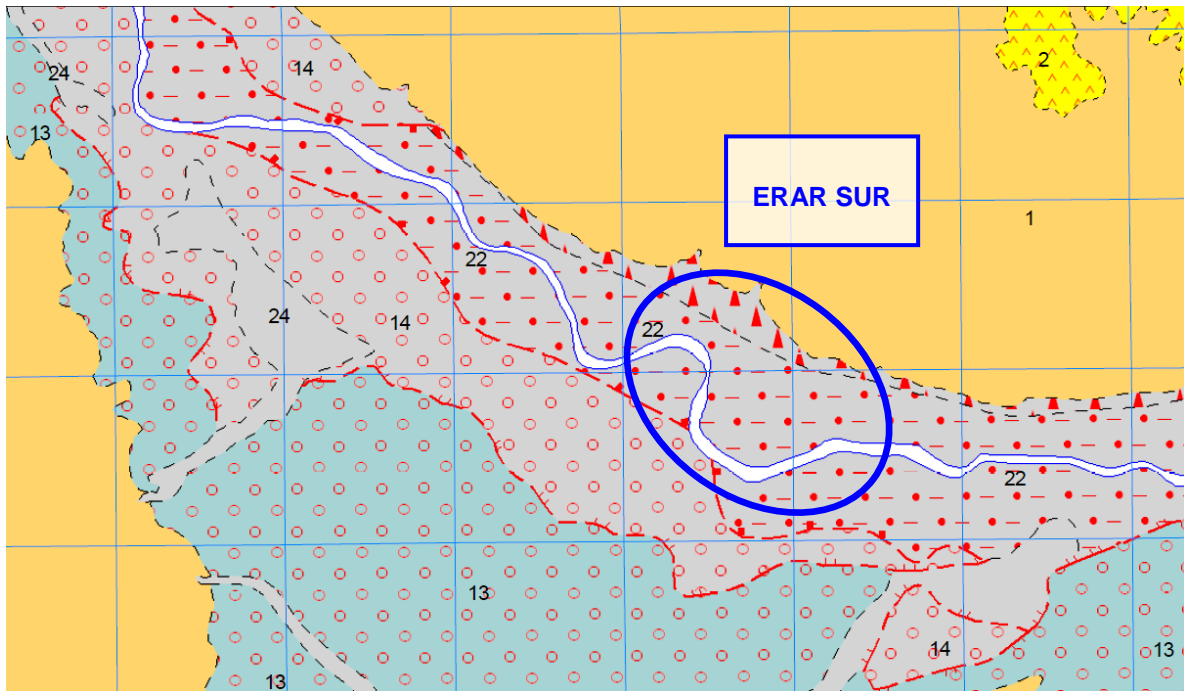
Como en el caso de las otras dos ERAR, la ERAR SUR se sitúa también sobre materiales aluviales cuaternarios pertenecientes a la llanura de inundación del Manzanares (22) y zonas de terrazas aledañas al cauce (14, 13).

Justo al norte de la misma ERAR aflora un frente de materiales del sustrato relativo, que emerge en este sector, constituido por la formación yesífera, en el que predominan los yesos masivos (1), que forma relieves notorios, y tramos de margas yesíferas con yeso (2). En la zona de transición entre la llanura de inundación (22) y los yesos del sustrato (1), se depositan coluviones en la zona de ruptura de pendiente de la margen izq. (19.- triángulos rojos en la cartografía siguiente).

A continuación de los citados planos geológicos correspondientes a la ERAR Sur, se presenta un resumen gráfico en foto aérea de la geología de las tres plantas, con un reportaje de los afloramientos y materiales superficiales observables en cada una de ellas.



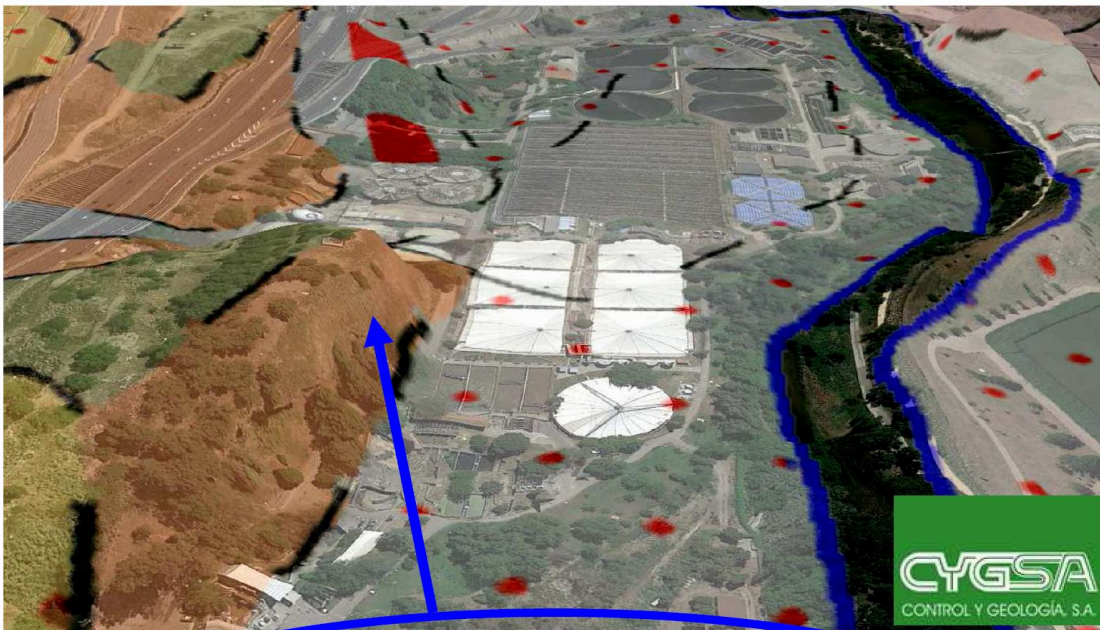
PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.





PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

**E.R.A.R. DE LA CHINA.- DETALLE DEL AFLORAMIENTO DE LA FORMACIÓN YESÍFERA E
INTERESTRATIFICADOS DE ARCILLAS OSCURAS PEÑUELAS EN LA MISMA PARCELA DE LA ERAR**





E.R.A.R. DE LA CHINA

VISTAS DE DETALLE DE LA UNIDAD DE LA FORMACIÓN YESÍFERA Y CON NIVELES DE ARCILLAS PEÑUELAS

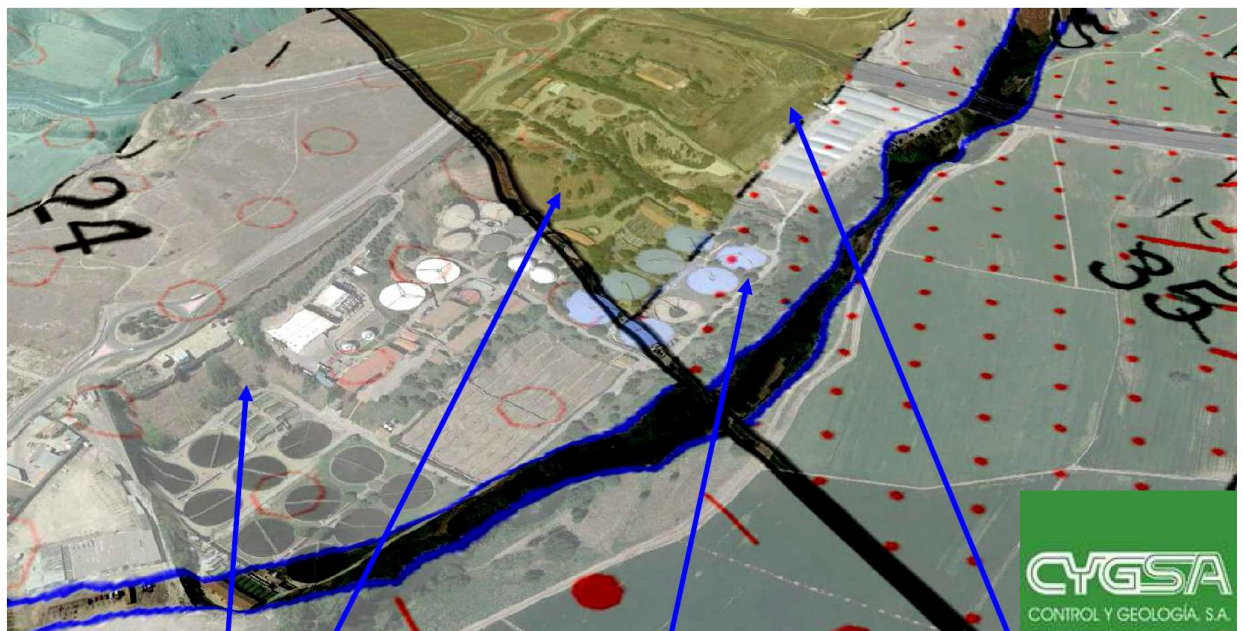






PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

E.R.A.R. DE BUTARQUE.- DETALLE DE AFLORAMIENTOS GEOLÓGICOS OBSERVABLES EN LA PLANTA





E.R.A.R DE BUTARQUE

DETALLE DE ALGUNOS TALUDES EXCAVADOS EN RELLENOS EN LA ZONA OESTE Y MARGEN DEL RÍO





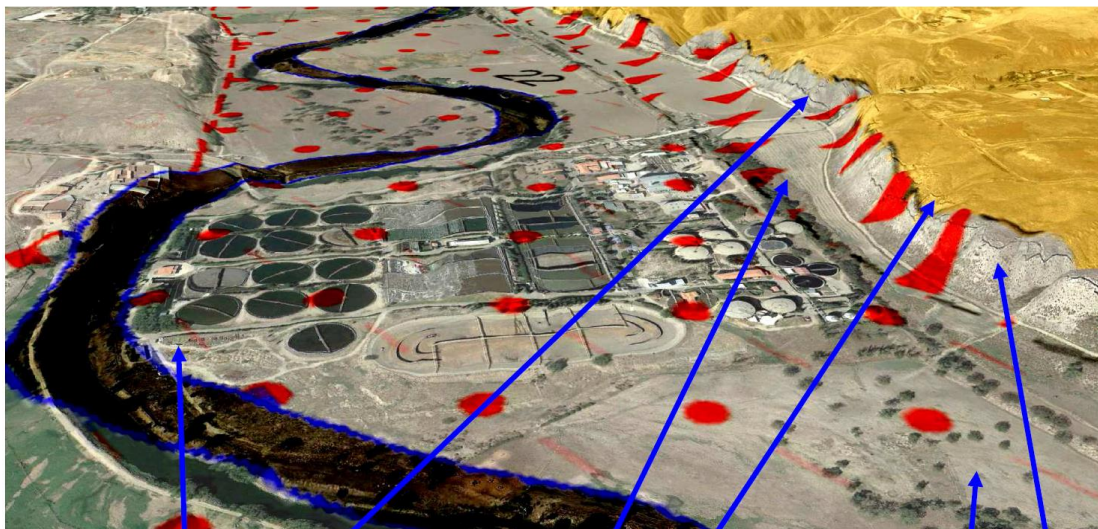
PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.





PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

E.R.A.R SUR.- DETALLE DE AFLORAMIENTOS GEOLÓGICOS OBSERVABLES EN LA PLANTA





PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

AFLORAMIENTOS DE LA UD. YESÍFERA Y PEÑUELAS CON INTERESTRAT. ARCILLAS AL NE DE LA ERAR



TERRENOS DEL ENTORNO DE LA ERAR: VERTIDOS , TERRAZAS, COLUVIONES Y ALUVIONES DEL RÍO

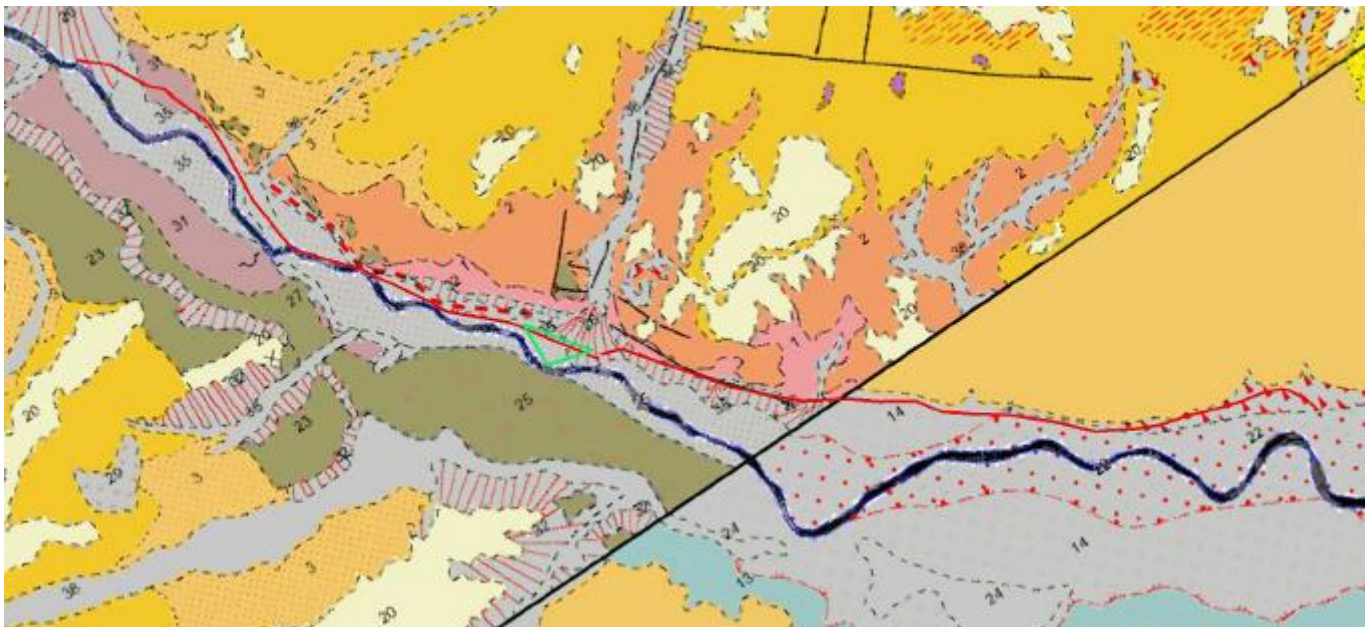


❖ TANQUE DE TORMENTAS Y CORREDOR DE LAS CONDUCCIONES

Se ha analizado la geología de detalle del valle del Manzanares en la longitud prevista para los colectores de pluviales y conducciones de bombeo de fangos, considerando dos tramos:

- Desde el inicio hasta la EDAR Butarque
- Desde EDAR Butarque hasta el final en la EDAR Sur.

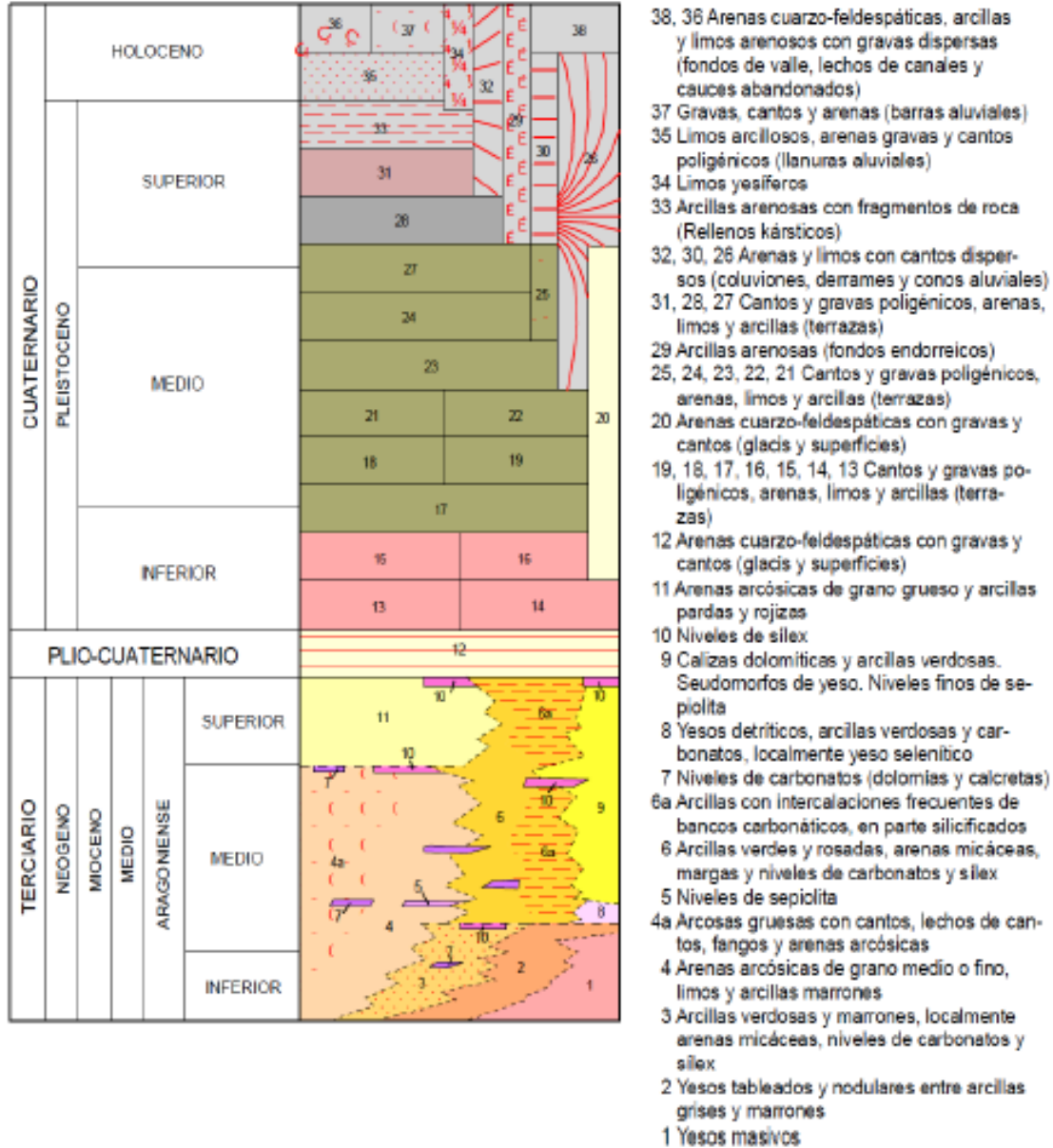
La información geológica se ha dividido también en dos tramos, pero por criterios de procedencia de datos, ya que la zona se abarca con dos planos geológicos diferentes de la colección Magna (559 y 582).



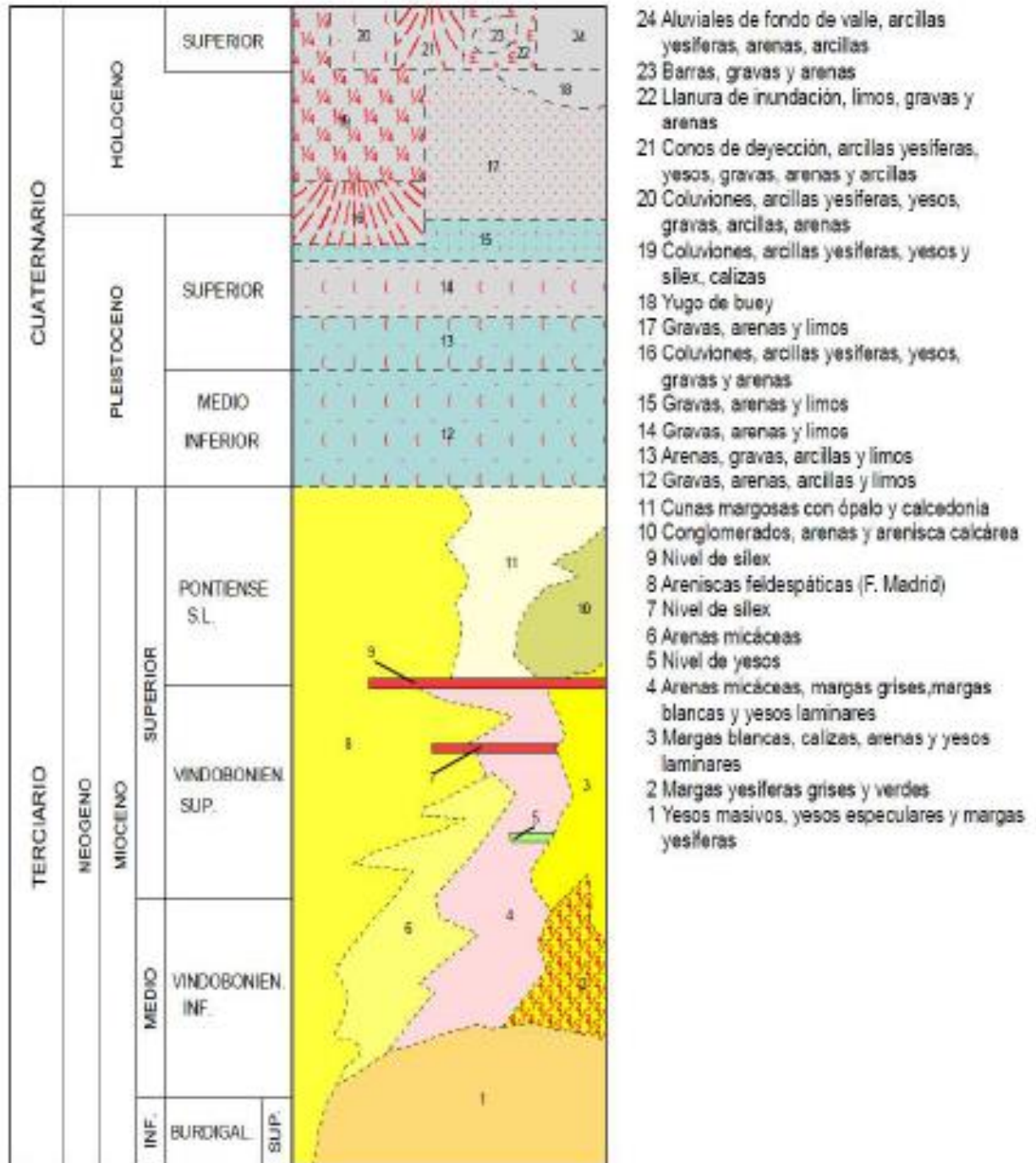
Geología del trazado completo

A continuación se incluyen las leyendas correspondientes a los dos planos geológicos, ya que la numeración de las distintas litologías no está unificada.

LEYENDA MAGNA-559 (TRAMO INICIO- BUTARQUE)

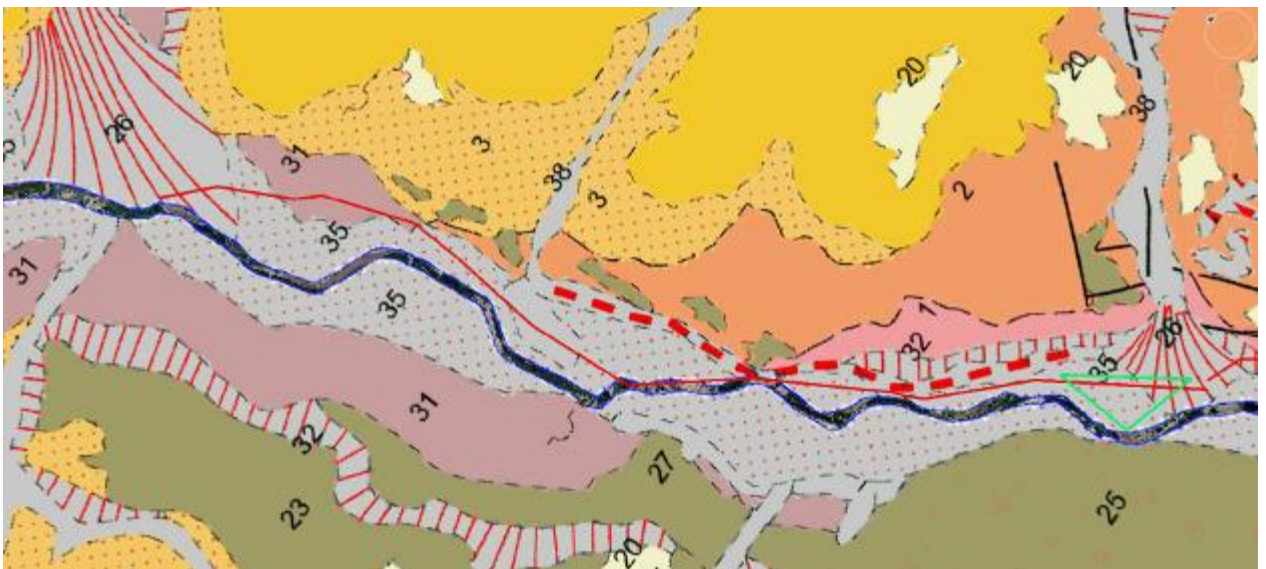


LEYENDA MAGNA-582 (TRAMO BUTARQUE-EDAR SUR)





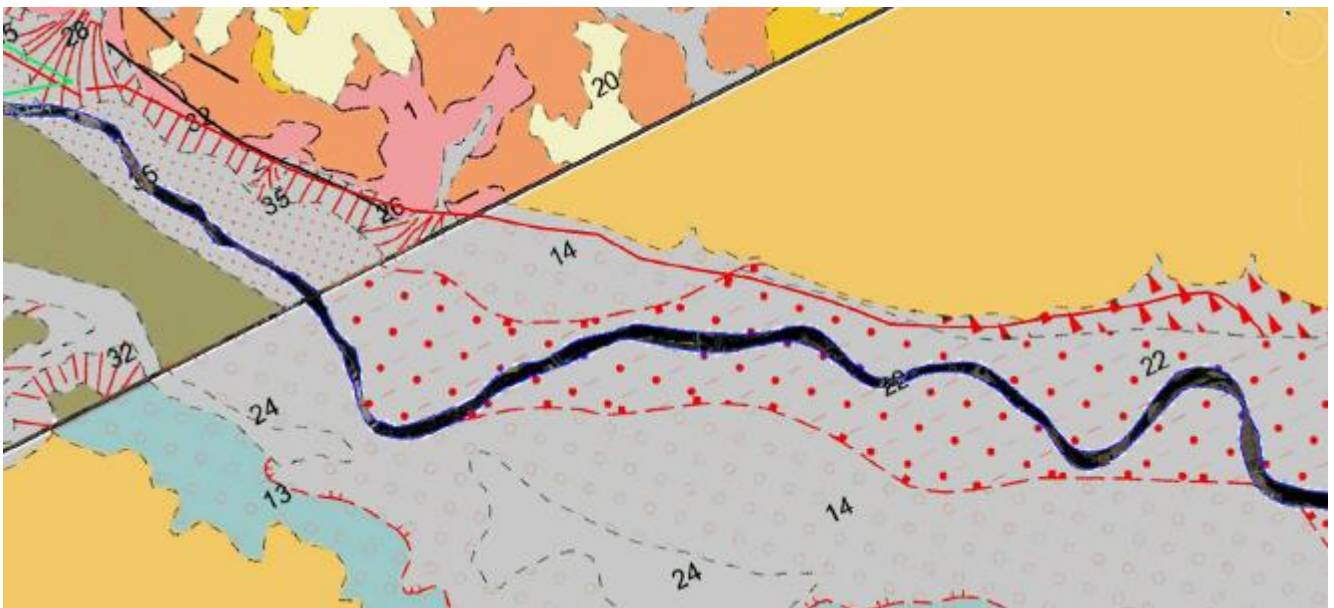
Planta sobre foto aérea del primer tramo: inicio-Tanque de Tormentas



Planta geológica del primer tramo: inicio - Tanque de Tormentas



Planta sobre foto aérea del segundo tramo: Tanque de Tormentas – EDAR Sur



Planta geológica del segundo tramo: Tanque de Tormentas – EDAR Sur

La descripción de los materiales con la equivalencia entre las dos hojas geológicas disponibles se esquematiza en el siguiente cuadro:



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

LITOLOGIA. LEYENDA NUMERICA MAPAS GEOLÓGICOS-HOJAS MAGNA		DESCRIPCIÓN MATERIALES.- LEYENDA EQUIVALENTE HOJAS MAGNA
HOJA CHINA- BUTARQUE 559	HOJA BUTARQUE- SUR 582	
38		FONDOS DE VALLE INDIF.-ARENAS Q-FELDESPATICAS, ARCILLAS Y LIMOS ARENOSOS CON GRAVAS
35	22	LLANURA ALUVIAL.- LIMOS ARCILLOSOS, ARENAS, GRAVAS Y CANTOS
32		COLUVIONES, DERRAMES Y CONOS ALUVIALES.- ARENAS Y LIMOS CON CANTOS ENGLOBADOS
31		TERRAZAS.- CANTOS Y GRAVAS POLIGENICAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS
26	19	COLUVIONES, DERRAMES Y CONOS ALUVIALES.- ARENAS Y LIMOS CON CANTOS ENGLOBADOS
25	14	TERRAZAS.- CANTOS Y GRAVAS POLIGENICAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS
2	1	YESOS TABLEADOS Y ARCILLAS GRISES Y MARRONES
1	1	YESOS MASIVOS

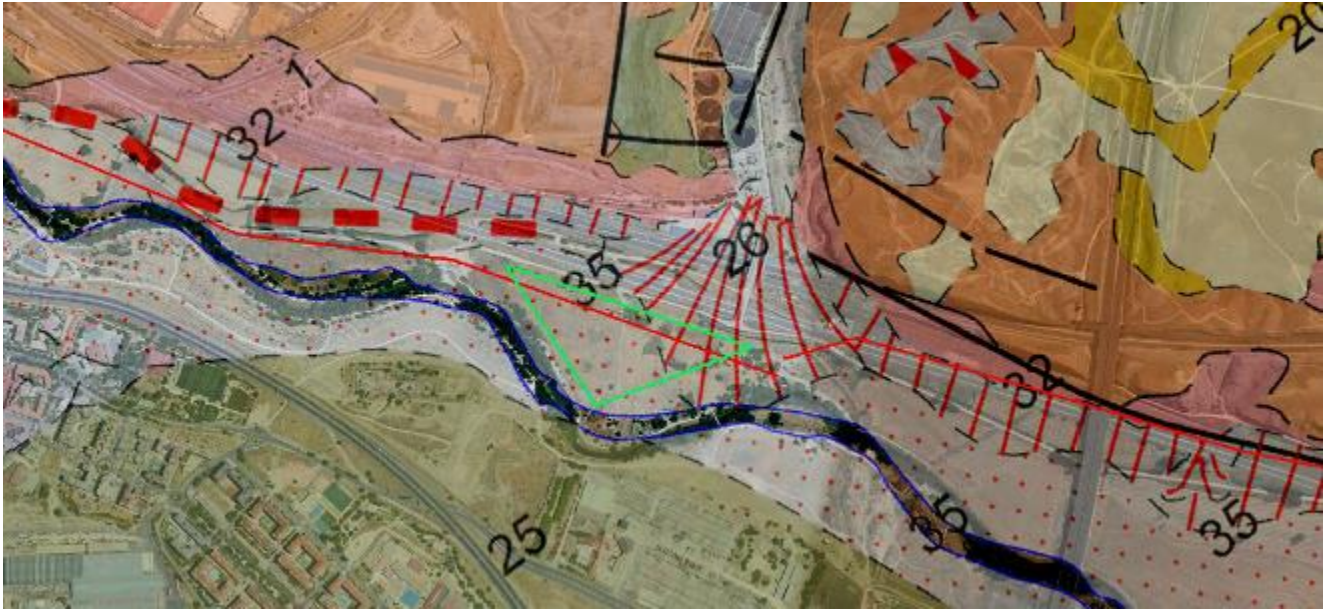
Identificados los materiales atravesados se tramifica el corredor de acuerdo con la litología intervenida. El corredor se ha dividido en 14 subtramos, totalizando una longitud de casi 10 km.

En el siguiente cuadro se indica para cada subtramo la litología atravesada.

Nº TRAMO	LONGITUD PARCIAL TRAMO (m)	PK,S INCIO-FIN TRAMO LITOLÓGICO	LONG. ACUMULADA (m)	LITOLOGIA. LEYENDA NUMERICA		LITOLOGIA
				HOJA CHINA- BUTARQUE 559	HOJA BUTARQUE- SUR 582	
1	294,00	0,00-294,00	294,00	26		COLUVIONES, DERRAMES Y CONOS ALUVIALES.- ARENAS Y LIMOS CON CANTOS ENGLOBADOS
2	172,00	294,00-466,00	466,00	35		LLANURA ALUVIAL.- LIMOS ARCILLOSOS, ARENAS, GRAVAS Y CANTOS
3	605,20	466,00-1071,20	1.071,20	31		TERRAZAS.- CANTOS Y GRAVAS POLIGENICAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS
4	436,00	1071,20-1507,20	1.507,20	35		LLANURA ALUVIAL.- LIMOS ARCILLOSOS, ARENAS, GRAVAS Y CANTOS
5	394,00	1507,20-1901,20	1.901,20	38		FONDOS DE VALLE INDIF.-ARENAS Q-FELDESPATICAS, ARCILLAS Y LIMOS ARENOSOS CON GRA
6	2.298,00	1.904,20-4199,20	4.199,20	35		LLANURA ALUVIAL.- LIMOS ARCILLOSOS, ARENAS, GRAVAS Y CANTOS
7	472,00	4.199,20-4.671,20	4.671,20	26		COLUVIONES, DERRAMES Y CONOS ALUVIALES.- ARENAS Y LIMOS CON CANTOS ENGLOBADOS
8	1.243,00	4.171,20-5.914,20	5.914,20	32		COLUVIONES, DERRAMES Y CONOS ALUVIALES.- ARENAS Y LIMOS CON CANTOS ENGLOBADOS
9	168,00	5.914,20-6.082,20	6.082,20	1		YESOS MASIVOS
10	150,00	6.082,20-6.232,20	6.232,20	26		COLUVIONES, DERRAMES Y CONOS ALUVIALES.- ARENAS Y LIMOS CON CANTOS ENGLOBADOS
11	100,00	6.232,20-6.332,20	6.332,20	1		YESOS MASIVOS
12	1.122,00	6.332,20-7.454,20	7.454,20	25	14	TERRAZAS.- CANTOS Y GRAVAS POLIGENICAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS
13	896,00	7.454,20-8.350,20	8.350,20	35	22	LLANURA ALUVIAL.- LIMOS ARCILLOSOS, ARENAS, GRAVAS Y CANTOS
14	1.559,50	8.350,20-9.909,70	9.909,70	26	19	COLUVIONES, DERRAMES Y CONOS ALUVIALES.- ARENAS Y LIMOS CON CANTOS ENGLOBADOS
TOTAL	9.909,70					

Desde el emplazamiento del Tanque de Tormentas hasta el extremo final en EDAR Sur se discurre por el borde izquierdo de la cubeta del Manzanares, por lo a escasa profundidad en ese segundo tramo se encuentra el sustrato terciario de yesos.

A continuación se presenta la planta geológica del emplazamiento del Tanque de Tormentas, sobre foto aérea.



Planta geológica de detalle sobre foto aérea del emplazamiento del futuro Tanque de Tormentas

El Tanque de Tormentas se emplaza en la margen izquierda del río Manzanares, en la zona cóncava en planta del meandro más acusado del tramo. Se desarrolla totalmente en la llanura aluvial del río, formada por limos arcillosos, arenas, gravas y cantos, que está recubierta en el tercio sur por coluviones y los derrames del cono aluvial aportado por el arroyo de la Gavia

5.4. GEOMORFOLOGÍA

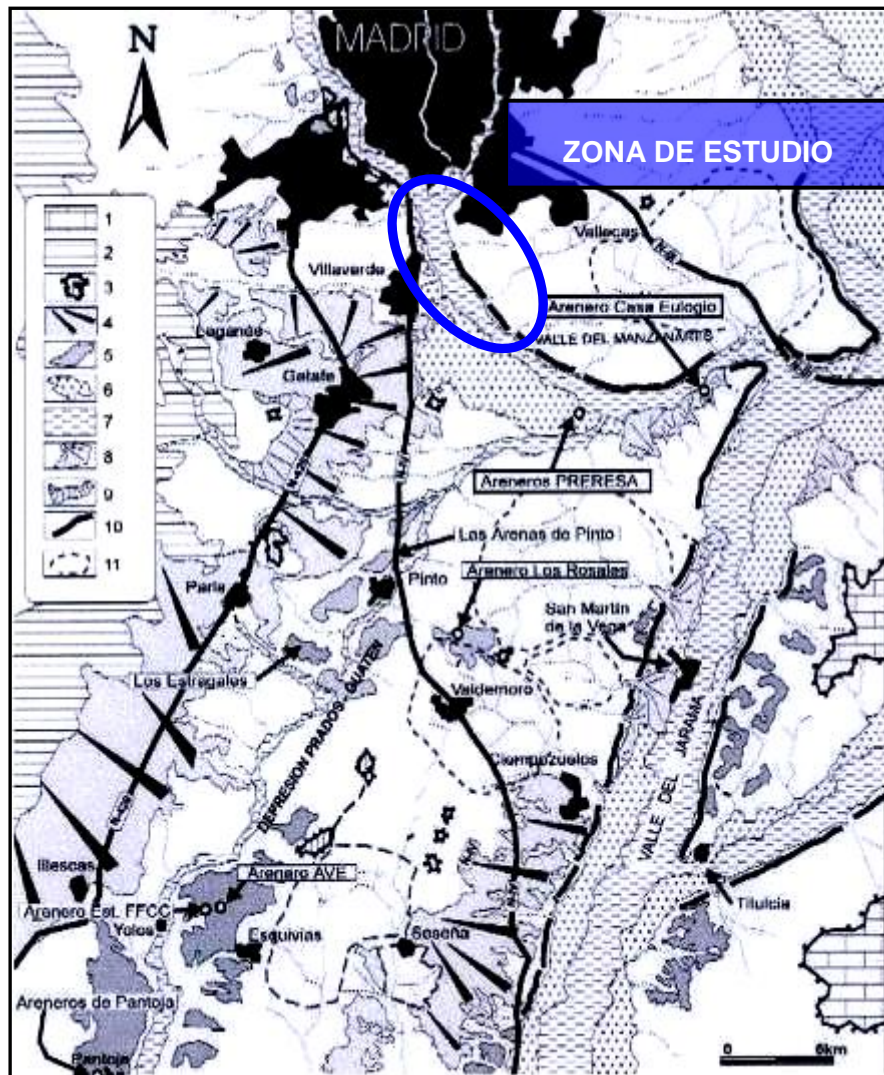
El área en estudio se sitúa en la depresión del Tajo, en la vertiente occidental de la cuenca del Manzanares. Los aspectos geomorfológicos más destacados son las superficies divisorias y las terrazas del Manzanares.



En la depresión del Tajo se desarrollan las denominadas "Rampas arenofeldespáticas" sobre las altiplanicies o divisorias, y constituyen los restos de superficies de sedimentación por arroyada producto de la erosión de los macizos graníticos. A partir de estas superficies se produce el modelado de las vertientes y el encajamiento de la red fluvial dando como resultado la morfología cuaternaria de la depresión.

El sistema morfogénético más importante es el fluvial, ya que es el río Manzanares de fondo plano, asimétrico y fuerte control estructural con dirección N - S, el que marca la morfología general de la zona. El resto de ríos y arroyos configura una red joven y erosiva que produce importantes entalladuras con morfologías en "V" en materiales sedimentarios. El funcionamiento de dichos arroyos es de carácter esporádico y están controlados por procesos de arroyada. La escorrentía superficial produce acaravamiento en taludes arenosos y acanaladura dendriforme en los arcillosos.

Durante el Plioceno y el Cuaternario el proceso erosivo se ha mantenido constante, dando como resultado el encajamiento de ríos y arroyos en los materiales arcóscicos y la deposición de los materiales más finos, de escaso espesor, en el fondo de los valles. El resultado de este proceso es una superficie alomada con amplias vaguadas y suaves laderas. Estas superficies alomadas, compuestas por sedimentos terrígenos – detríticos, están constituidas por dos niveles de erosión distintos y el modelado superficial está encajado por arroyos y afluentes de ríos principales dando una superficie resultante suavemente alomada y subredondeada. Como se muestra en el siguiente plano geomorfológico, en la zona de estudio se presentan formas correspondientes a sistemas de Glacis Plio-cuaternarios, terrazas fluviales del Pleistoceno medio y superior, y llanuras de inundación y depósitos fluviales holocenos. Es importante resaltar el factor urbano presente en la zona que implica la modificación de las morfologías naturales.



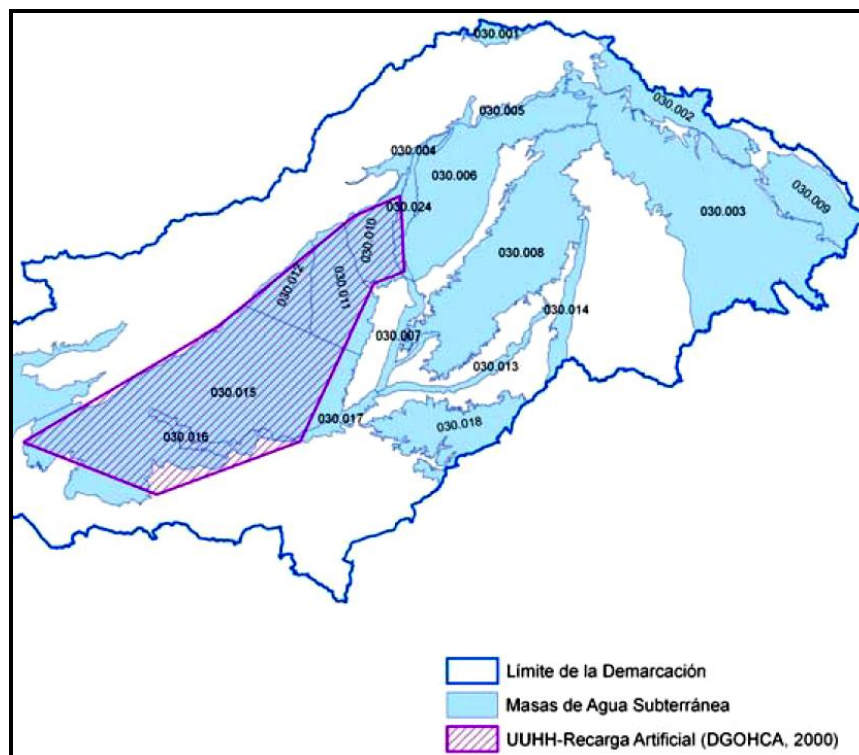
Encuadre geomorfológico de la zona de estudio: 1) Superficie del Páramo; 2) Rampa de Griñón- Las Rozas; 3) Relieves estructurales (cerros testigos y mesas) sobre las calizas de la Unidad Intermedia y superficie de Fuencarral-Espartinas; 4) Sistemas de Glacis Plio-cuaternarios; 5) Terrazas fluviales del Pleistoceno inferior y medio; 6) Terrazas fluviales del Pleistoceno medio y superior; 7) Llanuras de inundación y depósitos fluviales holocenos; 8) Abanicos aluviales pleistocenos; 9) Colusiones; 10) Escarpes yesíferos

5.5. HIDROGEOLOGÍA

La zona de estudio, hidrológicamente forma parte de la cuenca del río Tajo, más particularmente de la subcuenca del río Manzanares, tributario del Jarama por margen derecha, a escasa distancia aguas abajo del emplazamiento de la ERAR Sur.

Hidrogeológicamente pertenece a la Unidad Hidrogeológica **03.05 Madrid – Talavera**, formando parte del Acuífero Detrítico Terciario de Madrid. Este acuífero es un acuífero multicapa, constituido por una serie de niveles arenosos más permeables, englobados en una masa arcillosa ó arenoarcillosa, que funciona como un acuitardo, drenando agua muy lentamente a los niveles arenosos.

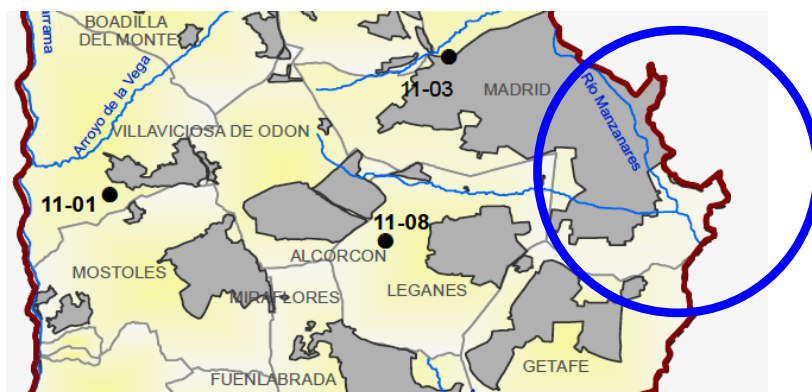
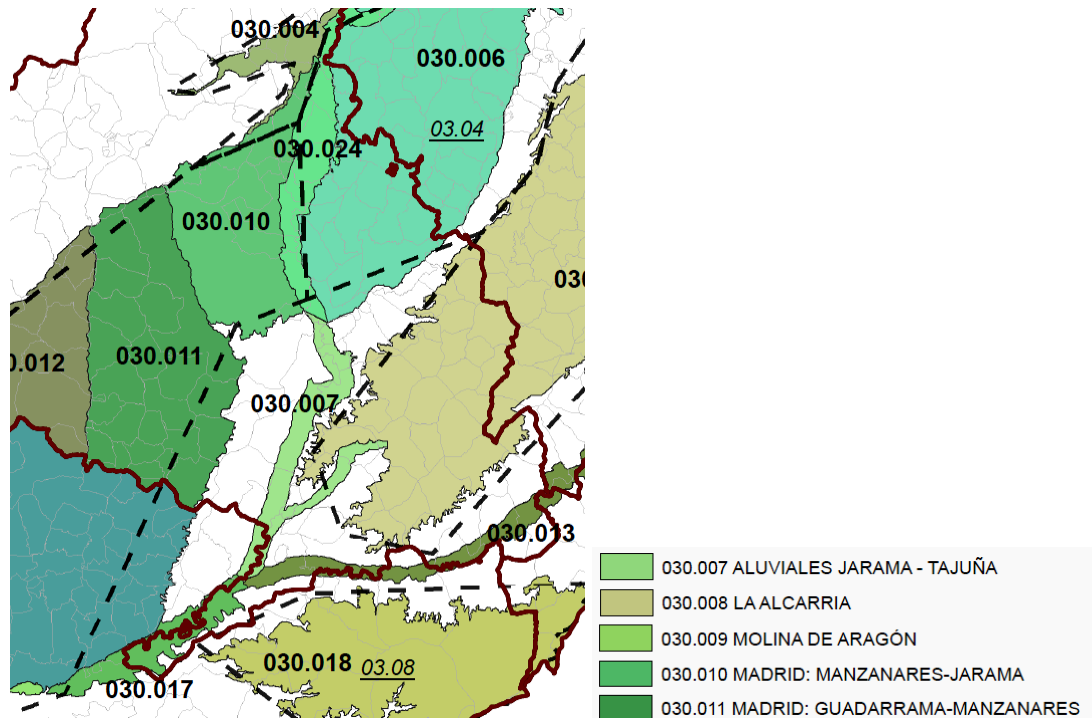
Debido a la cercanía del río Manzanares, las características hidrogeológicas de la zona están condicionadas por su presencia.



Unidad Hidrogeológica 03.05 Madrid-Talavera sobrepuesta a los límites de las MAS

Dentro de las masas de aguas subterránea de la cuenca del Tajo, la zona de estudio se encuentra a caballo entre las M.A.S.- 030.010 y la 030.011, ocupando mayor parte de la segunda, separadas precisamente por el río Manzanares, como se observa en el plano MAS siguiente. Entre ellas y la MAS 030.007, que es Aluvial del Jarama, se encuentra una zona donde predominan los materiales terciarios impermeables en los que no se

describe una MAS como tal, sólo acuíferos colgados ligados a corrientes fluviales estacionales.



Planos de distribución de las Masas de Agua Subterránea en la zona de Estudio; Distribución general de las zonas 030.011 y 30.010 en el plano superior, y detalle de la 030.011 en la zona del Estudio en el círculo azul.

El funcionamiento hidrológico del acuífero es libre por gravedad, con recarga directa pluvial bien por aportaciones laterales de tipo subterráneo, bien superficialmente mediante la red fluvial principal a través de lechos predominantemente granulares.

Parte de este gran acuífero está construido a su vez por acuíferos más pequeños alojados en los niveles detríticos superiores. La distribución de estos niveles en forma de



lentejones de arena, y como consecuencia las intercalaciones de materiales impermeables entre otros permeables, da lugar a acuíferos confinados que en ocasiones presentan presiones artesianas.

Dada la naturaleza de estos acuíferos no es posible definirlos de manera precisa y los distintos niveles de agua son difíciles de correlacionar unos con otros debido a los frecuentes cambios laterales de facies de los materiales donde se alojan. En muchos casos es posible que se trate de acuíferos totalmente aislados o colgados en cota sobre un muro impermeable, que en muchas ocasiones llegan a secarse después de estar drenando durante un cierto tiempo.

En la zona de estudio los materiales arcillosos y los yesos con arcillas, que forman las capas impermeables y el sustrato relativo, son más comunes alejados de los cauces y sus terrazas, y en profundidad, bajo los rellenos cuaternarios de éstos, por lo que la presencia de los acuíferos colgados se da en las zonas de cauce, como las que albergan las tres ERAR.

La importancia del agua en el terreno a excavar o sobre el que cimentar estriba en el cambio que supone la mayor o menor humedad en la resistencia de los diferentes materiales. En los niveles más arenosos la mayor parte de la cohesión aparece ligada a los sedimentos más finos que forman la matriz de los granos de arena ya que los puentes diagenéticos o el cemento son escasos o inexistentes.

Cuando materiales con escaso contenido en finos se saturan, la cohesión prácticamente se anula y se inducen inestabilidades. En el caso en que se produzcan conexiones entre lentejones arenosos, puede llegar a establecerse una circulación vertical de agua con el consiguiente aumento del gradiente hidráulico. La corriente que se genera puede transportar los elementos más finos del depósito.

Los acuíferos se localizan en los rellenos cuaternarios de lechos y cauces de mayor o menor importancia, y en niveles de arenas más groseras situadas en el seno de los materiales más arcillosos subyacentes. La profundidad de estos acuíferos es variable, dado el carácter alternante e irregular de estos depósitos, situándose a diferentes profundidades y con cargas de agua de diferente magnitud en cada uno de ellos. En general, son acuíferos poco importantes.

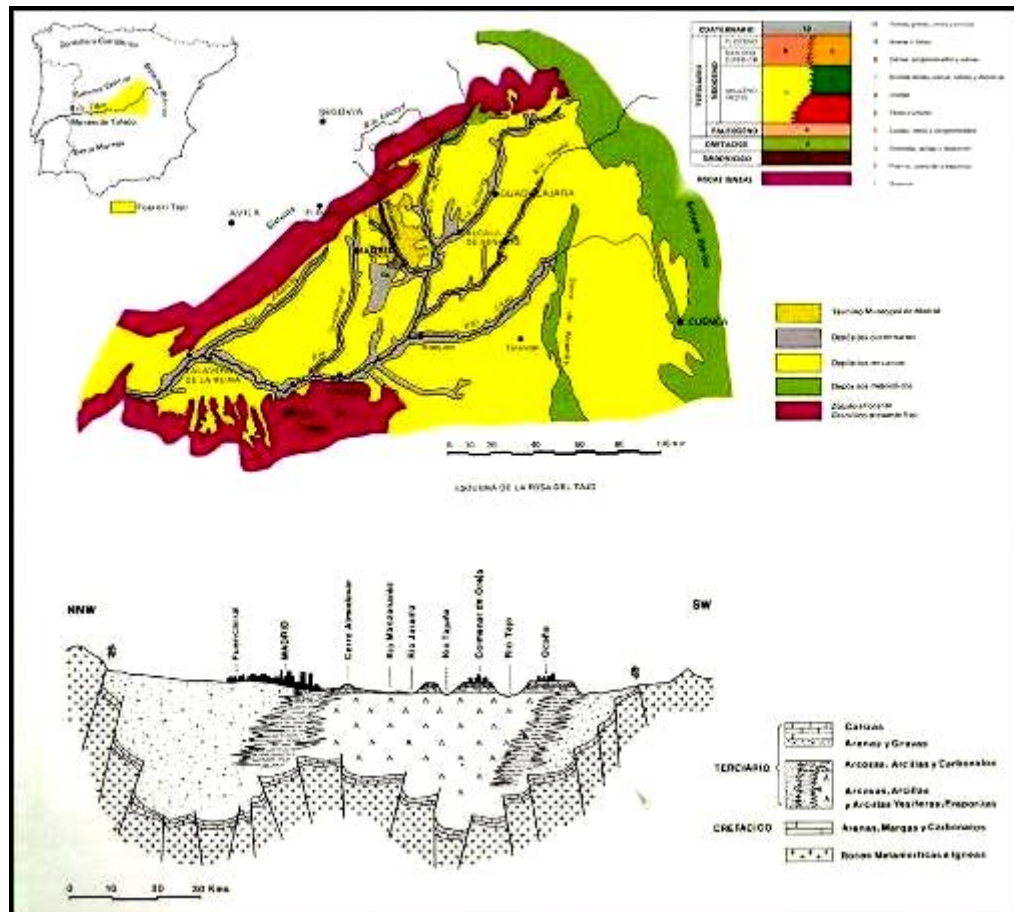


Caracterizan a estos acuíferos multicapa una permeabilidad vertical mucho menor que la horizontal, y un acuitardo que aporta agua a los niveles arenosos más limpios que funcionan como drenes.

En estos acuíferos multicapa cada uno de los niveles permeables mantiene, en estado natural, un potencial hidráulico distinto al resto. Sin embargo, al atravesar estos niveles con un sondeo o excavación, éstos se interconectan, con lo cual se miden los potenciales hidráulicos medios, que dependen de la transmisividad y potencial hidráulico de cada nivel interconectado.

Como se comentará en los apartados de geotecnia, lo normal en el área de estudio es que sobre los materiales de la Fm. Peñuelas y la Fm. Yesífera no se haya localizado el nivel de agua general, no detectando por tanto ningún tipo de acuífero activo en la actualidad a esos niveles; si lo hay, en las condiciones de discontinuidad descritas en las Fm. Superiores del Tosco y en los cuaternarios de fondo de valle, aluviales y coluviales conectados con cauces. Igual ocurre en el caso de vertidos, muchos en contactos con aguas superficiales puede llegar a estar saturados y marcar un freático regional ficticio, pero existente a nivel local o escala de una zona de obra en una ERAR.

En la figura siguiente se recoge el esquema hidrológico de la Cuenca del Tajo.



Esquema de la Cuenca del Tajo (Fuente: Geología, Geomorfología, Hidrogeología y Geotecnia de Madrid. Ayuntamiento de Madrid. 1986.

5.6. TECTÓNICA

La zona de estudio donde se encuadran las tres ERAR se emplaza dentro de la Depresión del Tajo, cuya génesis se relaciona con una deformación compresiva global de la Península Ibérica durante el Terciario, dando lugar a relieves positivos y a la formación de zonas subsidentes, como es el caso de la Cuenca de Madrid.

Consiste en una fosa triangular situada entre el Sistema Central, la plataforma de Toledo y la Sierra de Altamira con sus correspondientes fracturas.



Estructuralmente, los materiales presentan una disposición subhorizontal.

Las principales unidades tectónicas diferenciadas a nivel regional son:

- Banda de fractura del río Guadarrama: en dirección N - S, determinante de la paleogeografía de la región. Durante el Cuaternario ha desplazado el río progresivamente hacia el Este, solapando las terrazas medias y bajas y facilitando el desarrollo de coluviones y glaciares - terraza.
- Banda plegada de borde de cuenca en el contacto mecánico entre los materiales metamórficos de la sierra y las facies terciarias mediante fallas inversas. El Mioceno aparece intensamente plegado presentando estructuras de anticlinales y sinclinales muy apretadas y contiguas.

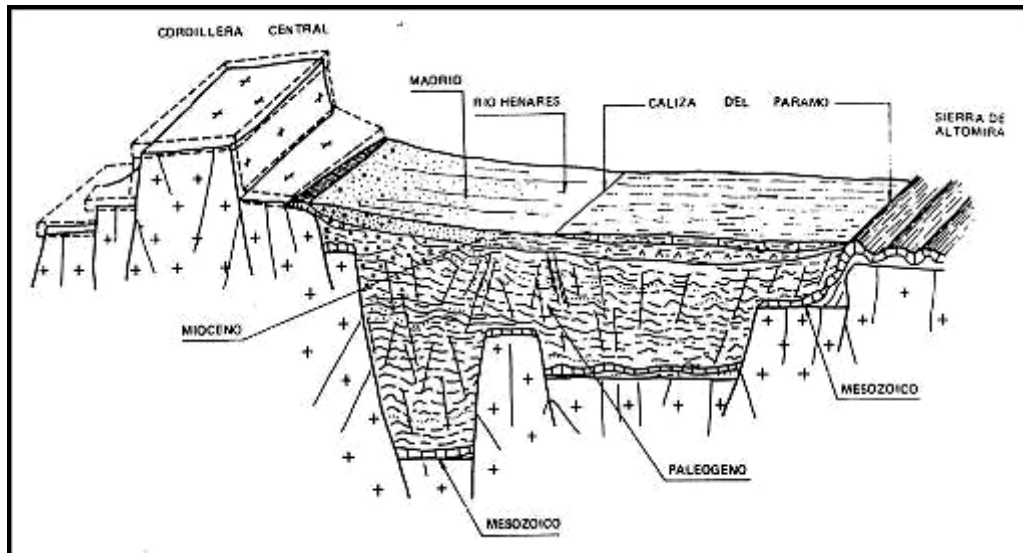
Los relieves son producto de la reactivación de fracturas hercínicas y tardihercínicas del zócalo en la Orogenia Alpina, que condujeron a una dinámica de bloques contemporánea a la sedimentación neógena.

La actividad tectosedimentaria se refleja en un importante control estructural según las direcciones NE -SO, fallas de desgarre tardihercínicas E - W, fracturas de zócalo hercínicas y tardihercínicas y fracturas y desgarres N - S. La dirección NW - SE es conjugada de la NE - SO.

Dada la naturaleza de los sedimentos detríticos del área de Madrid, en superficie no se refleja esta tectónica frágil, aunque se identifica cierta correspondencia entre la jerarquización y direcciones de los cursos fluviales principales que aparecen en la zona con las direcciones de las fracturas antes mencionadas.

La orientación del sistema de fracturas del zócalo paleozoico de la cuenca y los basculamientos de la zona parecen condicionar estructura y dirección de la red fluvial.

En la figura a continuación se recoge un esquema morfotectónico de la Cuenca de Madrid, donde se localiza en la parte central la zona de ubicación de las ERAR.



Esquema morfotectónico de la Cuenca de Madrid.

5.7. SISMICIDAD

Para conocer las características sísmicas de la zona se ha consultado la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, en la que se incluye un mapa de peligrosidad sísmica de la Península Ibérica. Este mapa indica la aceleración sísmica básica en cada punto del territorio nacional expresada en función del valor de la gravedad.



Mapa de peligrosidad sísmica en España para un período de retorno de 500 años (NCSE-02).

Según se indica en dicho mapa, la zona de estudio se ubica en el área de menor sismicidad, es decir, con aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g, lo que implica valores de aceleración sísmica de cálculo inferiores a 0,052 g.

En el apartado 1.2.3 de la Norma (criterios de aplicación), se indica que no es obligatoria la aplicación de esta Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 cuando la aceleración sísmica de cálculo sea inferior a 0,06 g, por lo que, aunque siempre se tenga en cuenta, y se aplique, no es obligatorio según dicha Norma considerar el efecto sísmico en el cálculo o diseño de las diferentes estructuras a proyectar.



5.8. PALEONTOLOGÍA

5.8.1. Introducción. Marco Legislativo

La primera Ley aprobada referente al Patrimonio Paleontológico es la Ley de Patrimonio Histórico Español de 1985, en la que se hace referencia al Patrimonio Paleontológico como uno de los patrimonios especiales, tal como refleja en dos de sus artículos: el artículo 1.2. y el artículo 40.

También en 1985, la Comunidad Autónoma de Madrid recibió plenas transferencias de competencias en materia de Cultura, incluyendo su patrimonio arqueológico y paleontológico.

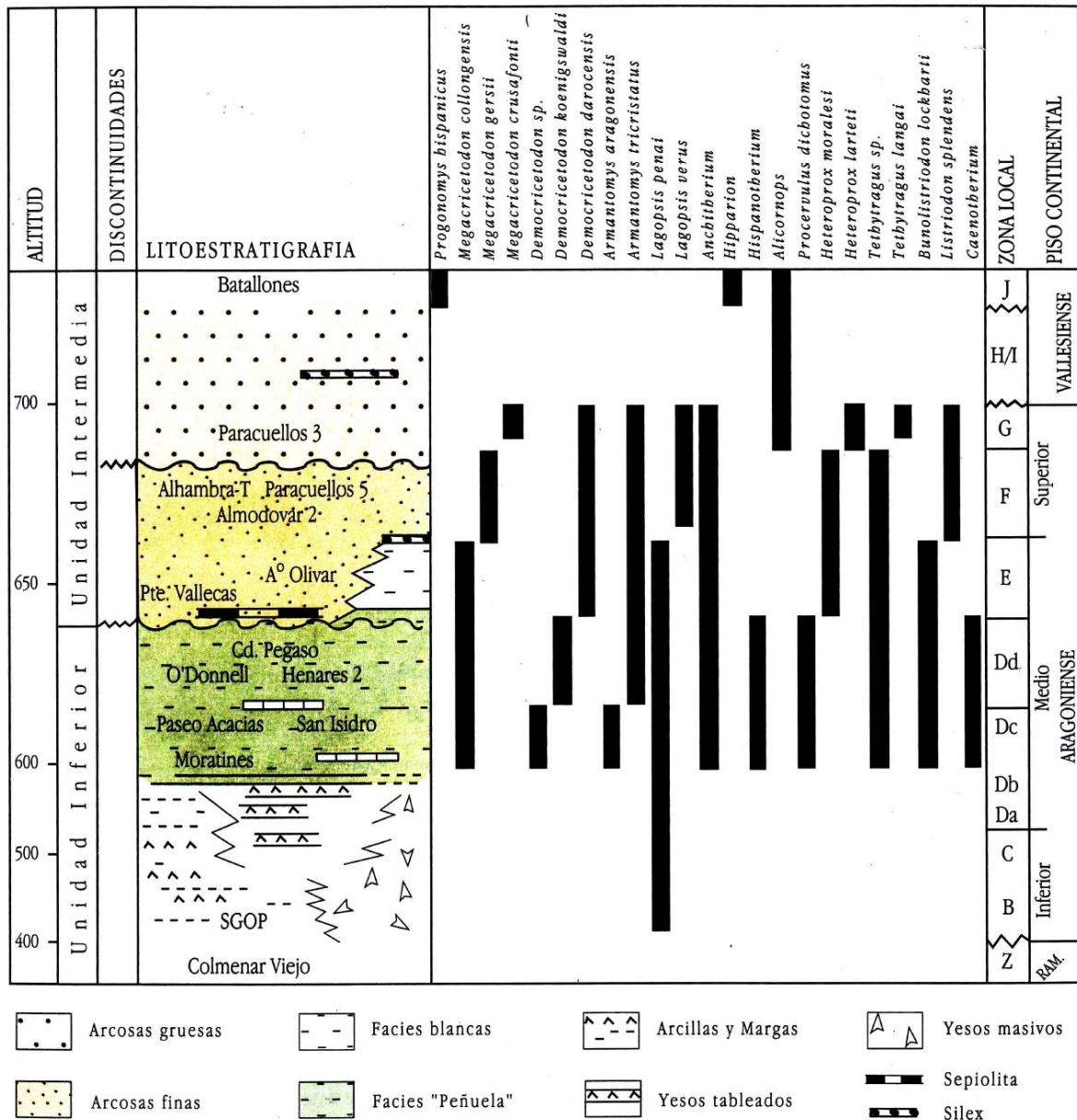
Con posterioridad, en julio de 1998, se promulga la Ley de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid que ofrece algunas modificaciones importantes, con respecto a la Ley Estatal, referentes al estatuto de la Paleontología como puede ser, por ejemplo, la incorporación de una categoría nueva a las Categorías de protección, la denominada “Zona Paleontológica” definida como *“aquél lugar donde hay vestigios fosilizados que constituyen una unidad coherente y con entidad propia”*.

Conociendo la riqueza paleontológica de la Comunidad de Madrid, y encontrándose en las proximidades de la zona de Proyecto la Zona Arqueológica arroyo Butarque y la Zona de Protección Paleontológica de las Terrazas del Manzanares, se realiza a continuación una descripción, desde el punto de vista paleontológico, de la zona de estudio.

5.8.2. Bioestratigrafía

Como se recoge en epígrafes anteriores, las litologías existentes en el área de estudio son fundamentalmente de edad miocena y cuaternario. En primer lugar, la descripción paleontológica siguiente se centrará en la caracterización de las asociaciones fósiles presentes en los sedimentos del Mioceno, posteriormente se tratarán los yacimientos cuaternarios.

En la siguiente figura, se puede observar la bioestratigrafía de los yacimientos del Mioceno medio y superior de Madrid de mayor importancia, así como la distribución temporal de las especies más representativas litoestratigráficamente.



Bioestratigrafía de los yacimientos del Mioceno medio y superior de Madrid.

Esquema litoestratigráfico de las unidades Inferior e Intermedia.

Distribución temporal de las especies más representativas litoestratigráficamente.

Zonas locales según Daams et al., (1999). Abreviaturas: VALL. Vallesiense; RAM:

Ramblense.

Las faunas del Mioceno medio, período al que pertenecen la mayor parte de los materiales con fauna existentes en la zona de Estudio, representan el conjunto más



importante de yacimientos con mamíferos fósiles. En edad se distribuyen en cinco unidades: dos pertenecientes a la biozona D (Dc y Dd), biozona E, biozona F y biozona G. No se pretende realizar un análisis taxonómico de cada una de las zonas y asociaciones, por este motivo, y de forma simplificada, se recoge a continuación las típicas asociaciones faunísticas que aparecen en los sedimentos similares a los identificados en la zona de ubicación de las tres ERAR.

Se describe posteriormente, las asociaciones fósiles de edad cuaternaria asociadas a las terrazas del río Manzanares.

5.8.3. Mioceno medio. Aragoniense medio.

Incluye la Biozona D y la Biozona E.

La mayor parte de los yacimientos clásicos con mamíferos fósiles de Madrid se incluyen en sedimentos del Aragoniense medio. Su edad absoluta se sitúa entre 15,5 y 14,1 millones de años (Mioceno Medio).

Existen dos asociaciones principales: la primera correspondiente a la **Biozona D** también conocida como Faunas con *Hispanotherium* en función de la presencia en ellas de un peculiar rinoceronte del que reciben el nombre. Estas faunas se desarrollaron en un paisaje abierto y relativamente seco, en condiciones climáticas cálidas. Están muy bien representadas en sedimentos margo-arcillosos tradicionalmente denominadas “peñuela” y ampliamente distribuidos en los alrededores del río Manzanares.

En estas asociaciones se han identificado pequeños carnívoros antepasados del panda rojo o pequeño panda (*Ailurus fulgens*), ciervos primitivos (*Procervulus dichotomus*) y félidos. Adicionalmente se encuentra una gran abundancia de fósiles de *Anchitherium* un caballo primitivo muy lejano a los miembros actuales de la familia, apreciándose cambios en la morfología de sus patas y dientes. En el resto de fauna de grandes mamíferos de los yacimientos interpretados como Biozona D, destaca la presencia abundante de un antílope primitivo *Tethytragus* sp. próximo a los bóvidos africanos, mastodontes y cerdos, determinados como *Bunolistriodon lockharti*.



En los carnívoros, fuera de los mustélidos, son frecuentes *Amphicyon* y *Hemicyon*; ocasionalmente se encuentran félicos de talla pequeña y media del género *Pseudaelurus* y pequeñas hienas clasificadas como *Proctictitherium*.

En cuanto a las asociaciones de micromamíferos, abundan las especies de lagomorfos pertenecientes a distintas familias y diversas especies de roedores lejos de ser homogéneas al igual que ocurre con las asociaciones de macromamíferos.

La segunda de las asociaciones del Aragoniense Medio es la asociación faunística atribuible al final de dicho período, también conocida como **Biozona E** a la que se atribuye una edad entre 14,1 y 13,8 millones de años. Las faunas de esta edad se encuentran en facies distales de abanicos aluviales y su composición indica condiciones ambientales menos extremas, más templadas y húmedas que las de faunas precedentes.

La mayor parte de las formas registradas son heredadas del periodo anterior como mastodontes, jabalíes, *Anchitherium*, etc. Sin embargo, en esta asociación desaparece aparentemente el *Hispanotherium*, aumenta la abundancia de antílopes, moderadamente abundantes anteriormente y se produce un empobrecimiento en el número de especies de roedores con preferencia de hábitats abiertos, lo cual unido al aumento de abundancia de cérvidos y antílopes indica una tendencia hacia condiciones de temperatura más moderada y hacia el desarrollo de un paisaje con mayor cobertura arbórea.

5.8.4. Mioceno medio. Aragoniense superior.

Al Aragoniense Superior se le atribuye una edad entre 13,8 y 11,1 millones de años. Las faunas de esta edad coincidieron con el momento de mayor desarrollo de los abanicos aluviales procedentes del Sistema Central, lo que indica la existencia de un período de fuerte estacionalidad climática con alto contraste entre las estaciones secas y húmedas. Están ampliamente representadas en Madrid y, en general, los yacimientos poseen acumulaciones fósiles de gran riqueza.



Corresponde a los yacimientos de la **Biozona F** identificados en sedimentos arenosos asociados a las facies distales de los abanicos aluviales. Las asociaciones faunísticas son similares a las de la Biozona E (final del Aragoniense Medio) lo cual, avalado por el tipo de facies sedimentarias, indica que ambientalmente no debieron producirse cambios significativos entre el final del Aragoniense medio (Biozona E) y el comienzo de Aragoniense superior (Biozona G).

Sí existe un cambio neto entre las faunas de la Biozona F, con las de la **Biozona G**, es decir a lo largo del Aragoniense superior. Prácticamente desaparece el predominante *Anchiterium*, aparece un nuevo rinoceronte con extremidades cortas de forma súbita: *Alicornops simorreense*, también aparece el primer ciervo con astas caedizas *Euprox furcatus*, el caballo gorila *Chalicotherium grande* representante de un grupo de perisodáctilos con garras en lugar de pezuñas y estructura parcialmente bípeda. Las faunas de la zona G del Aragoniense superior coinciden con un momento de fuerte desarrollo de los abanicos aluviales procedentes del sistema central. Por el tipo de concentración de los fósiles y su enorme extensión se puede pensar en acumulaciones de tipo catastrófico, probablemente debidas a sequías prolongadas.

5.8.5. Cuaternario

Poco antes del comienzo del cuaternario (1,64 m.a.) la cuenca del Tajo, donde se encuadra la zona de ubicación de las tres ERAR, presentaba un aspecto llano con escasos desniveles donde predominaban lagos, lagunas y charcas alimentadas por el agua de escorrentía procedente del Sistema Central, los Montes de Toledo y la Sierra de Altomira, generándose un sistema endorreico.

En cambio, durante el cuaternario, las aguas procedentes de los relieves se organizan en una red fluvial incipiente que dará lugar posteriormente a la red fluvial actual. La instalación de esta red supuso un cambio en las condiciones físicas de la cuenca al convertirse en un régimen exorreico, tanto por una transformación profunda de su geografía, por el desmantelamiento progresivo de los depósitos previos que da lugar a la aparición de los valles actuales, como por la generación de depósitos fluviales asociados



a ellos, generalmente encajados unos en otros formando lo que se denominan terrazas fluviales.

Los depósitos cuaternarios, con yacimientos paleontológicos más abundantes en diversidad, se encuentran en terrazas fluviales asociadas a procesos geotectónicos que dan lugar a procesos de subsidencia, con lo que la velocidad de sedimentación es rápida, y favorece la conservación de la fauna. Las terrazas y llanuras aluviales son los sedimentos con mayor número de yacimientos cuaternarios en Madrid, encontrándose la mayoría en las terrazas del río Manzanares, o tributarios del mismo (como por ejemplo el arroyo del Culebro).

Los macromamíferos encontrados en estos yacimientos son los elementos faunísticos siempre recuperados, y por tanto mejor estudiados en todos los yacimientos que se conocen hasta ahora.

Los macromamíferos más abundantes en los yacimientos cuaternarios madrileños son: el elefante antiguo *Elephas antiquus*, el caballo (*Equus caballus*), bóvidos de gran tamaño, como el uro o toro primitivo *Bos primigenius*, el rinoceronte, el cévido, fundamentalmente el género *Cervus* aunque también están presentes otros géneros, hipopótamo, *Hippopotamus* sp., entre otros.

Con respecto al resto de la fauna (carnívoros, micromamíferos, vertebrados no mamíferos) del Pleistoceno de Madrid, intentar extraer conclusiones es arriesgado, ya que hasta hace relativamente poco no se han realizado excavaciones sistemáticas en los yacimientos que permitieran recuperar todo tipo de restos faunísticos. En general los peces, anfibios, reptiles, aves, insectívoros y quirópteros recogidos, pertenecen a especies actuales, y en el caso de los lagomorfos, algunos eran parecidos a los actuales aunque no idénticos. Otros, como los carnívoros: hiénidos, osos fósiles (*Ursus*) extinguidos, se han encontrado en cuevas y/o complejos kársticos de la Sierra madrileña.

Tanto los mamíferos, como los microvertebrados del Pleistoceno medio, permiten suponer unas condiciones climáticas relativamente templadas, aunque determinados macromamíferos en el Pleistoceno superior indican unas condiciones relativamente más rigurosas coincidiendo, posiblemente, con las glaciaciones.



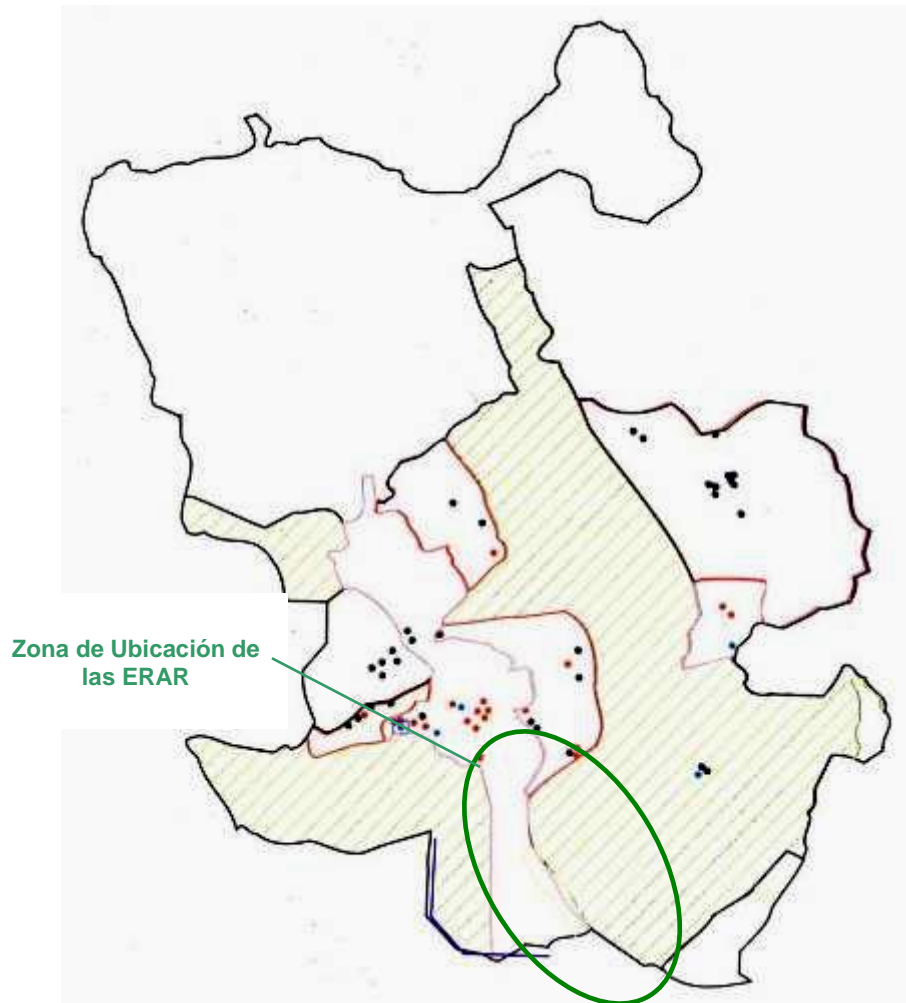
5.8.6. Distribución de yacimientos

El municipio de Madrid presenta una gran proliferación de yacimientos, probablemente debido a que las grandes obras de infraestructura y urbanización han sacado a la luz la cantidad de restos fósiles existentes en subsuelo.

Los yacimientos terciarios se distribuyen en dos facies: las arenas arcósicas, conocidas como “arena de miga”, y las arcillas verdes, denominadas geotécnicamente como “peñuelas”. En cuanto a los yacimientos cuaternarios se localizan fundamentalmente en las terrazas del río Manzanares.

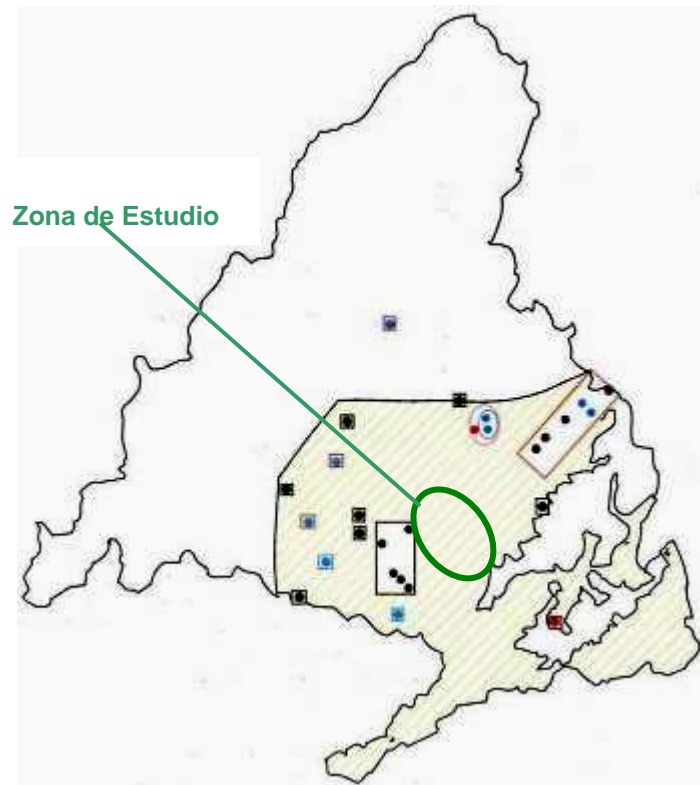
A continuación se recogen una serie de figuras que recogen el patrimonio paleontológico cartografiado y recogido en la Carta Paleontológica. Ya que las parcelas actuales de las tres ERAR, y sus posibles zonas de ampliación, objeto del presente Estudio, se localizan en los términos municipales de Madrid y Getafe, se recogen y presentan a continuación dos tipos de cartas paleontológicas: una primera del Término Municipal de Madrid, y posteriormente, una de conjunto de toda la Comunidad de Madrid donde se muestra el resto del territorio afectado.

Como puede observarse (figura 10), atendiendo a la existencia de yacimientos miocenos, la zona de Proyecto de discurre por el T.M. de Madrid, se localiza en gran parte en una zona de ámbito de protección general.



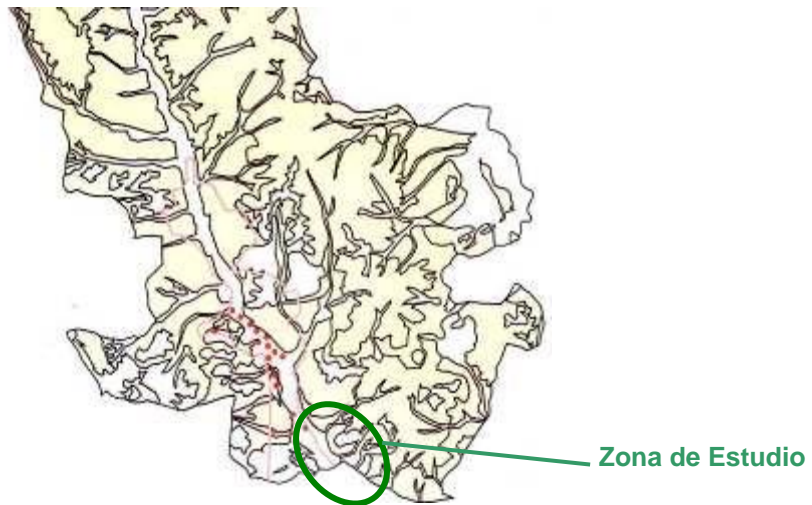
Ámbitos de protección de los yacimientos del Mioceno del municipio de Madrid. Los puntos azules corresponden a yacimientos activos; los puntos rojos a yacimientos agotados y/o destruidos; los puntos verdes a yacimientos indicio; las líneas rojas a zonas que cuentan con protección arqueológica-paleontológica; las líneas color rosa corresponden a zonas que cuentan con protección geológica; el cuadrado azul a Sitio Paleontológico, las líneas rojas a Zona Paleontológica y las áreas con trama verde a zonas de ámbito de protección general.

A menor escala (figura siguiente) se puede establecer que la zona de Estudio se encuadra dentro de una zona de ámbito de Protección general (en rayado amarillo), en lo que se refiere a yacimientos paleontológicos de edad miocena, existiendo una serie de yacimientos indicio al suroeste de dicha zona.



Ámbitos de protección de los yacimientos del Mioceno de la Comunidad de Madrid. La línea rosa corresponde a zonas que cuentan con protección arqueológica-paleontológica; en azul las áreas que corresponden a Sitio Paleontológico; en rojo las correspondientes a Zona Paleontológica; en verde Zona de ámbito de protección específica; y en trama la Zona de ámbito de protección general.

En cuanto a los yacimientos paleontológicos cuaternarios (figura siguiente), se puede observar que se localizan al norte de la zona de estudio, aunque el trazado se localice, al igual que en el caso de la diferenciación para los yacimientos miocenos, dentro de una Zona de ámbito de protección específica. Al final del tramo, en las proximidades de las terrazas del río Manzanares, el trazado se localiza sobre una zona con Protección arqueológica-paleontológica.



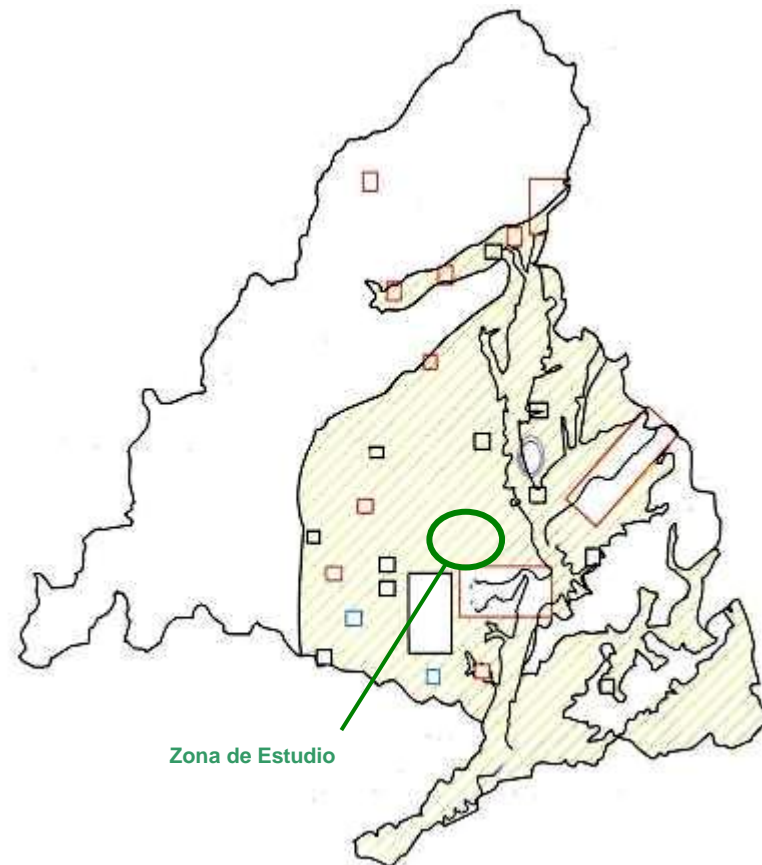
Ámbitos de protección de los yacimientos cuaternarios del Municipio de Madrid. Los puntos indican yacimientos agotados y/o destruidos. En rosa, zonas que cuentan ya con protección arqueológica-paleontológica.

Analizando la Carta Paleontológica de la Comunidad de Madrid referente a los yacimientos cuaternarios, se observa que la zona de Estudio si se encuadra en parte, y próxima a una Zona Paleontológica, sobre todo el sector de la ERAR Sur.



Ámbitos de protección de los yacimientos cuaternarios de la Comunidad de Madrid. Los puntos azules corresponden a yacimientos activos; los rojos a yacimientos agotados y/o destruidos y los verdes a yacimientos indicio. Las líneas rojas corresponden a Zona Paleontológica y las verdes a Zona de ámbito de protección específica.

En la siguiente figura se recoge una visión global de todo el patrimonio paleontológico conocido de la Comunidad.



Ámbitos de protección para la Comunidad de Madrid. Los cuadrados azules corresponden a Sitio Paleontológico; las áreas enmarcadas en rojo a Zona Paleontológica; las áreas enmarcadas en verde a Zona de ámbito de protección específica; en trama verde la Zona de ámbito de protección general; y finalmente, el área rodeada por la línea rosa corresponde a la zona que cuenta con protección arqueológica-paleontológica.

Como puede observarse, la zona de Estudio se enmarca próxima a una zona Paleontológica hacia el SE, la correspondiente a las Terrazas del río Manzanares con una potencialidad paleontológica, perteneciente al Cuaternario; y en una zona de ámbito de protección específica hacia el S-SW, correspondiente a restos fósiles de fauna y flora del Terciario Mioceno. Por ello, habrá que, en fases del estudio siguientes, definir si en las parcelas de las ERAR, o zonas anejas de ampliación, sobre todo en la ERAR Sur, se deberá realizar un seguimiento paleontológico de excavaciones de las obras consideradas.

6. GEOTECNIA GENERAL; ESTUDIO DE DETALLE DE ANTECEDENTES



En los siguientes epígrafes se realiza la descripción, desde el punto de vista geotécnico de los materiales presentes en las zona de implantación de las ERAR, o aledañas, elaborada a partir de toda una serie de información procedente de reconocimientos geotécnicos de estudios previos o bases de datos, cuyos resultados se contrastaron con la bibliografía existente y con la información recogida en los antecedentes anteriormente mencionados y han sido convenientemente ampliados, elaborados y adaptados.

La ubicación de estas infraestructuras previas, con datos de geotecnia del subsuelo próximo a las tres ERAR, es tan próxima que han podido utilizarse para el presente Estudio, como base, gran cantidad de datos.

Todos ellos se presentan en epígrafes siguientes, y se resume lo principalmente aportado por cada una de ellas para la elaboración del presente documento.

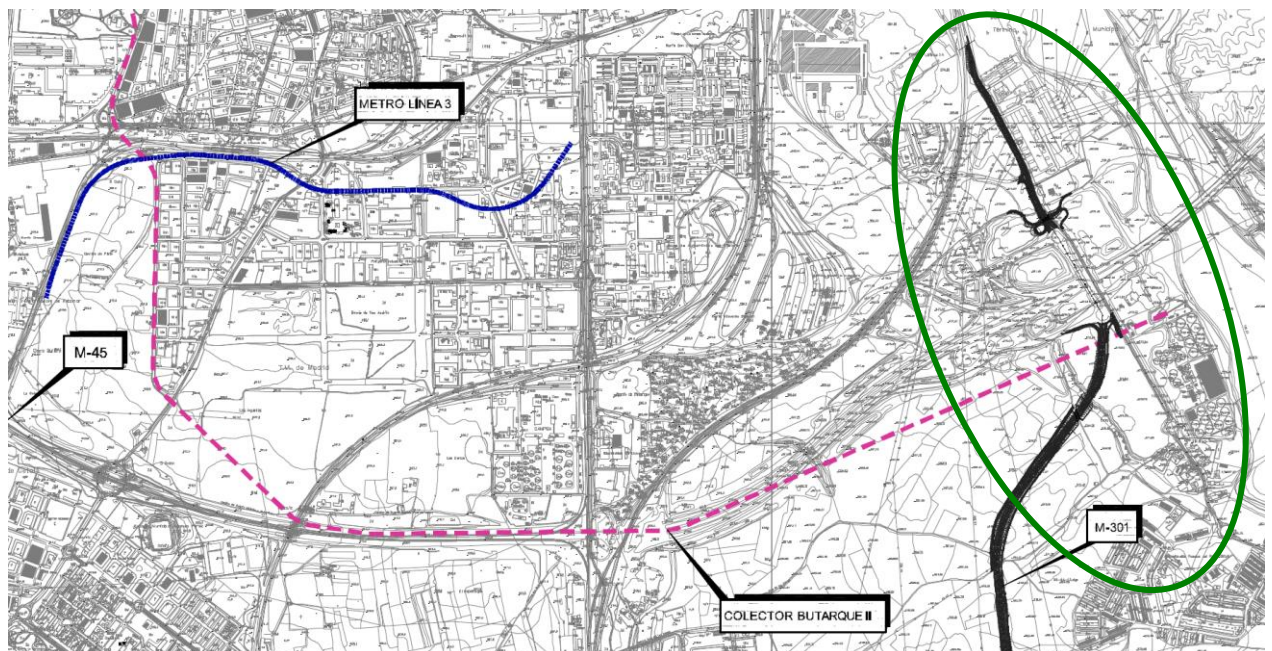
6.1. ANTECEDENTES GEOTÉCNICOS

Como ya se ha comentado en el epígrafe 2, se han tomado como punto de partida varios estudios geotécnicos de distintas obras de infraestructura presentes en las cercanías de la zona de ubicación de las ERAR, así como documentación con datos geotécnicos referentes a ampliaciones, mejoras o modificaciones constructivas realizadas en las propias plantas o sus edificios, entre los que se encuentran:

- Estudio Geológico Geotécnico de la carretera de circunvalación de Madrid M-45.
- Estudio Geológico-Geotécnico línea 3 de Metro de Madrid a su paso por Villaverde.
- Estudio Geológico-Geotécnico de la carretera M-301; proximidades de Perales del Río.
- Estudio Geológico-Geotécnico del Proyecto y Anteproyecto del Colector Butarque II y III.
- Mapa Geotécnico de la zona del Instituto Geológico y Minero N° 45 en el que, como en todos los mapas geotécnicos del IGME se recogen además mapas litológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos a escala 1:200.000.
- Mapa Geotécnico de Formaciones Geotécnicas de Madrid, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones a escala 1:50.000.

- Mapa Geotécnico de Formaciones Geotécnicas de Madrid, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones a escala 1:25.000.
- Mapas varios incluidos en la Base de Datos Geotécnica GEOMADRID del Área de Gobierno, Urbanismo y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid
- Síntesis Geotécnica de los suelos de Madrid y su Alfoz, Ventura Escario 1985
- Ingeniería Geológica, López-Vallejo.
- Geotecnia y Cimientos, José Antonio Jiménez Salas 1980.
- Artículo publicado en la Revista de Obras Públicas: “Propiedades Geotécnicas de los suelos de Madrid”, José M^a Rodríguez Ortiz, 2000.
- Artículo publicado en la Revista de Obras Públicas: “Sobre los sistemas y parámetros geotécnicos de diseño en la ampliación del Metro de Madrid”.
- Datos procedentes de la Base de Datos Geotécnica de Madrid (GEOMADRID), del Área de Gobierno, Urbanismo y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid

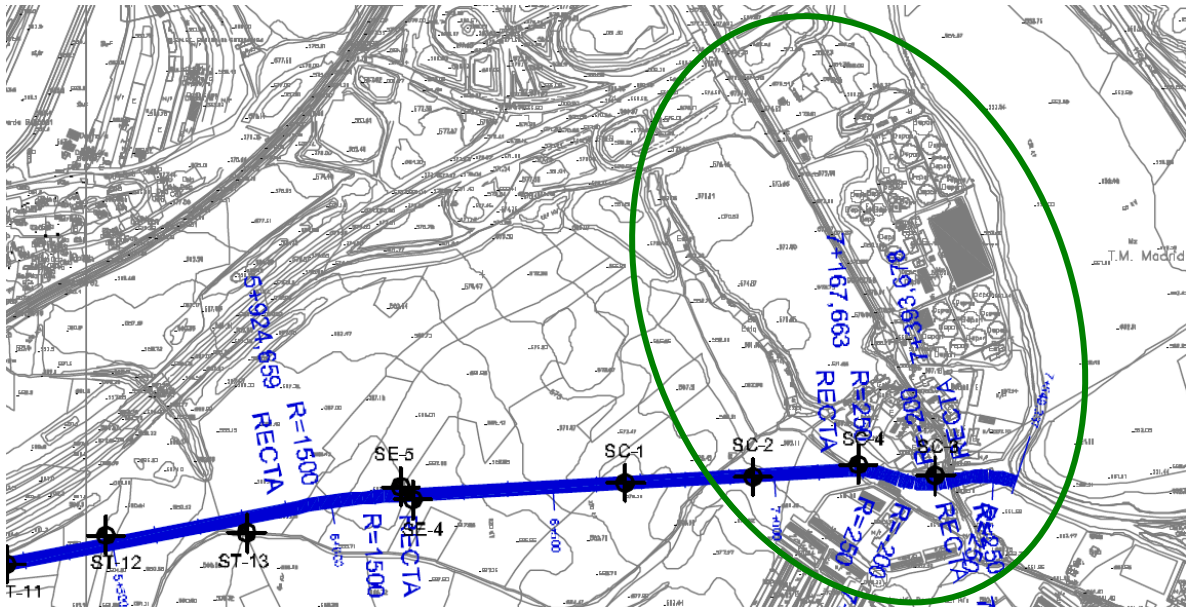
Algunos de estos datos y planos de Estudios y Proyectos antecedentes que se han recopilado, estudiado y analizado se muestran a continuación:



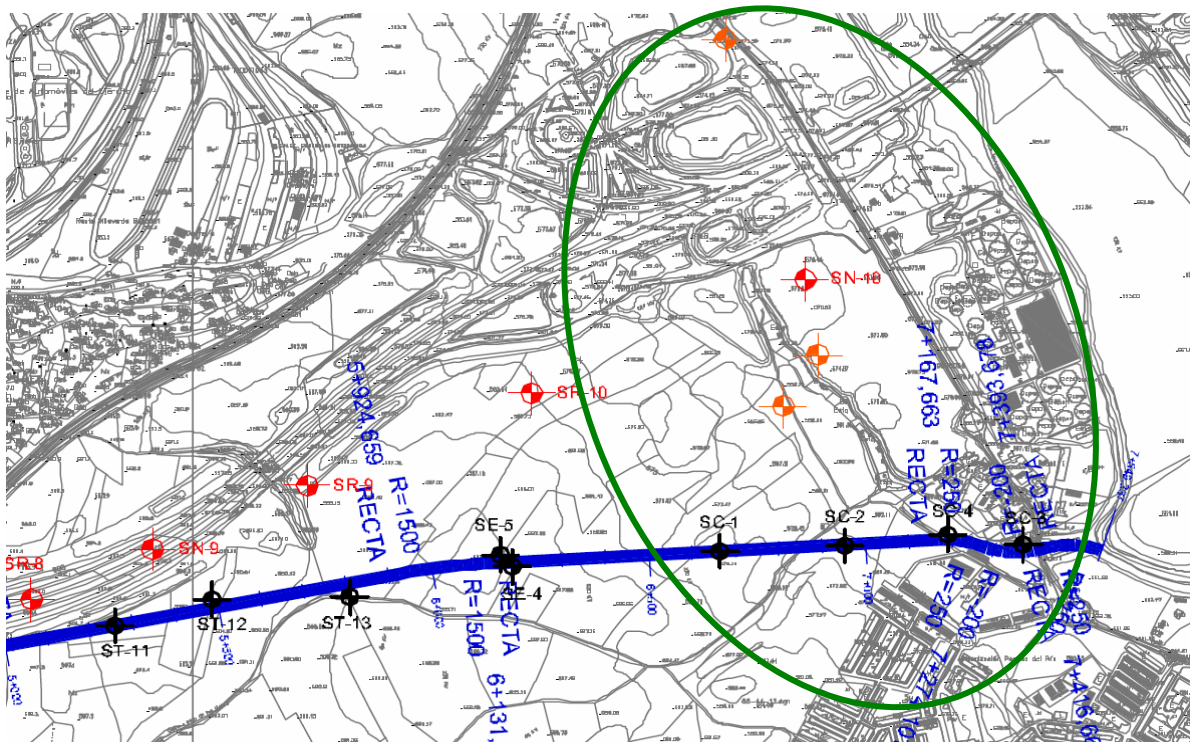
Plano con la situación de algunas obras antecedentes, como son el Colector Butarque II, la M-45, Línea 3 del Metro y M-301 en relación a la zona de las tres ERAR del Estudio



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.



Trazado del Colector Butarque III junto a la ERAR Butarque

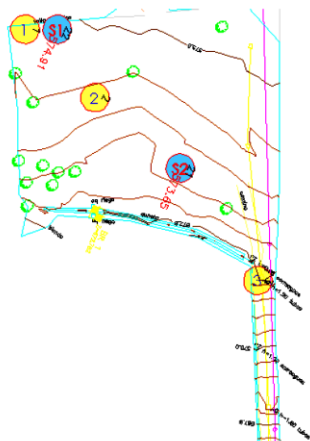


- SONDEO M301
- SONDEO BUTARQUE II
- SONDEO M45

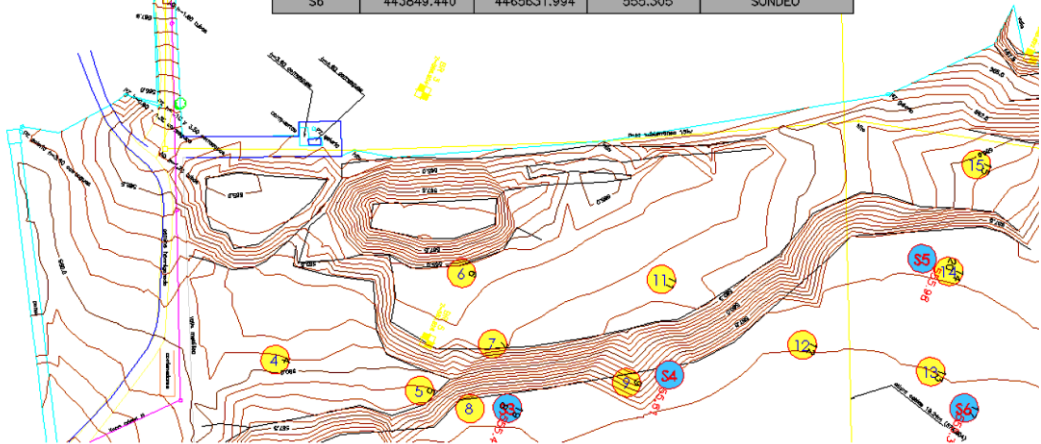
En color negro Sondeos de Butarque III, el resto según Leyenda



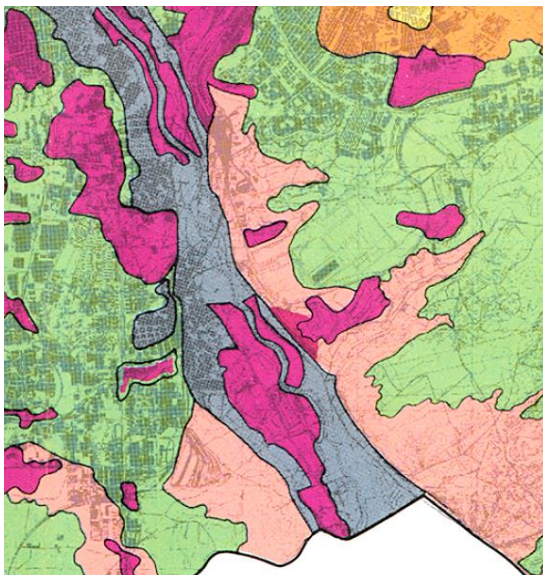
PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.



NÚMERO	X UTM	Y UTM	Z UTM	CÓDIGO
1	443760.181	4465278.129	574.658	PENETROMETRO
2	443770.204	4465303.561	574.255	PENETROMETRO
3	443799.648	4465365.445	572.123	PENETROMETRO
4	443911.798	4465449.179	560.377	PENETROMETRO
5	443904.064	4465489.801	559.529	PENETROMETRO
6	443869.241	4465487.824	564.427	PENETROMETRO
7	443884.152	4465503.515	563.759	PENETROMETRO
8	443899.995	4465510.191	555.583	PENETROMETRO
9	443879.547	4465542.265	555.691	PENETROMETRO
10	443909.687	4465542.305	555.407	PENETROMETRO
11	443849.157	4465539.976	563.177	PENETROMETRO
12	443850.779	4465583.465	555.470	PENETROMETRO
13	443843.696	4465619.441	555.457	PENETROMETRO
14	443815.855	4465613.220	555.994	PENETROMETRO
15	443785.314	4465608.742	559.668	PENETROMETRO
16	443859.631	4465647.568	555.149	PENETROMETRO
S1	443756.699	4465286.389	574.913	SONDEO
S2	443779.089	4465333.194	573.648	SONDEO
S3	443699.070	4465514.393	555.474	SONDEO
S4	443872.865	4465552.485	555.608	SONDEO
S5	443813.888	4465609.996	555.976	SONDEO
S6	443849.440	4465631.994	555.305	SONDEO



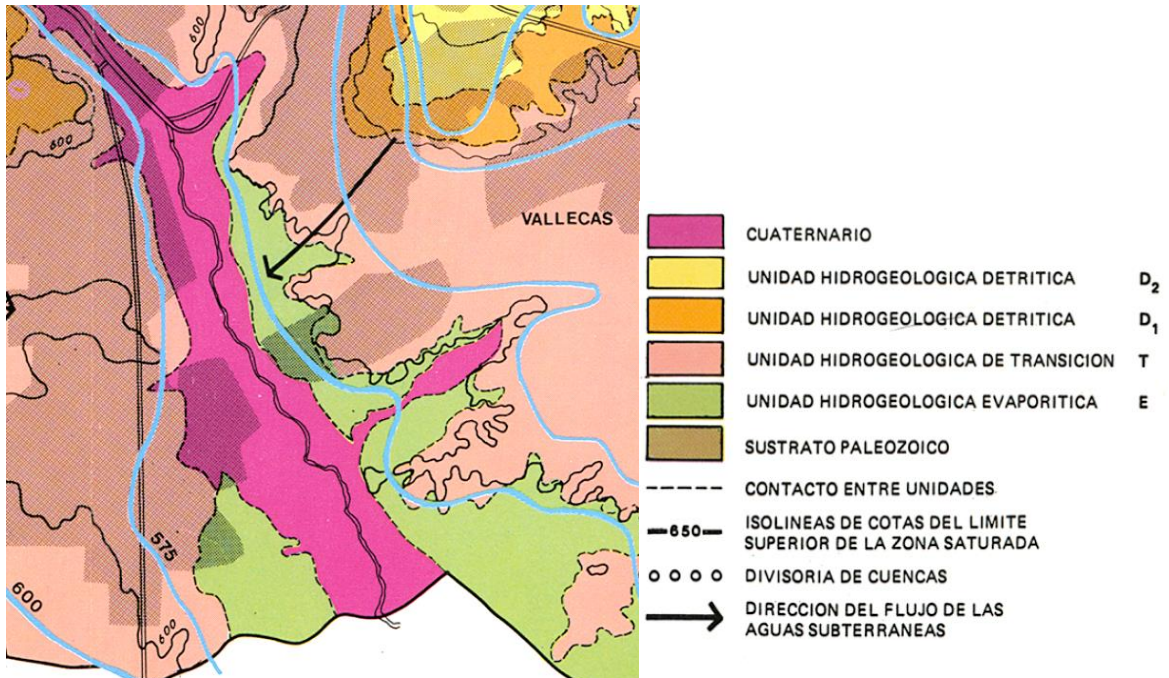
Planta de penetros (amarillo) y sondeos (azul) realizados en la parcela del nuevo edificio de pretratamiento de la ERAR de Butarque: Todos los datos se han recopilado y analizado



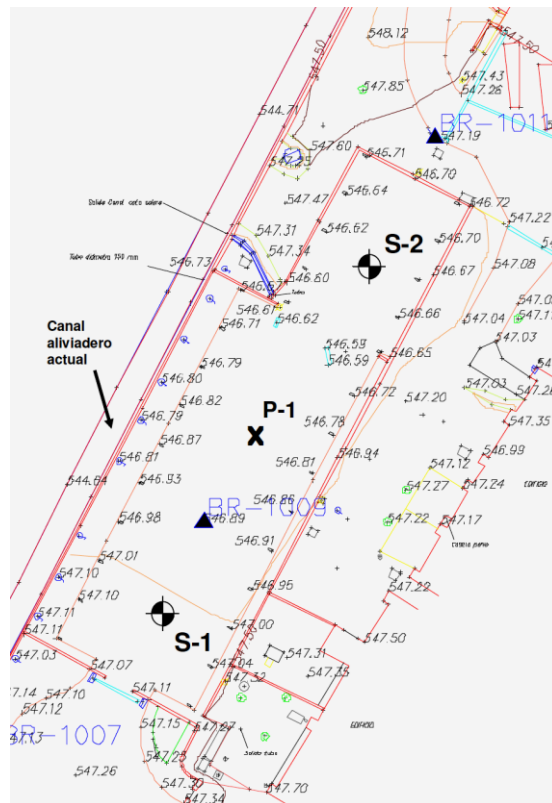
UNIDADES GEOTÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
[Pink]	ANTROPICO
[Grey]	CUATERNARIO
[Yellow]	ARCOSAS CON BOLOS
[Light Yellow]	ARCOSAS SUPERIORES "Arena de miga"
[Orange]	ARCOSAS INFERIORES "Tosco"
[Green]	TRANSICION ARCOSAS-ARCILLAS VERDES
[Light Green]	ARCILLAS VERDES "Peñuela"
[Light Orange]	ARCILLAS CON YESOS
[Red]	YESOS CON ARCILLAS

UNIDAD	PROBLEMAS GEOTÉCNICOS
ANTROPICO	Heterogeneidad litológica Capacidad de carga baja Asientos bruscos
CUATERNARIO	Nivel freático a escasa profundidad Capacidad de carga baja Asientos elevados
ARCOSAS SUPERIORES "Arena de miga"	Capacidad de carga media Asientos medios
ARCOSAS INFERIORES "Tosco"	Presencia de niveles plásticos Capacidad de carga media Asientos medios Niveles de sepiolita Expansividad puntual
TRANSICION	Presencia de niveles plásticos Niveles de sepiolita, sílex y carbonatos Capacidad de carga variable
FACIES VERDES "Peñuela"	Capacidad de carga variable Presencia de materiales plásticos Niveles expansivos
ARCILLAS CON YESOS	Agresividad a los hormigones Fenómenos kársticos Alta deformabilidad
YESOS CON ARCILLAS	Agresividad a los hormigones Alta deformabilidad Fenómenos kársticos

Mapa Geotécnico de Madrid en la Base de Datos Geotécnica GEOMADRID



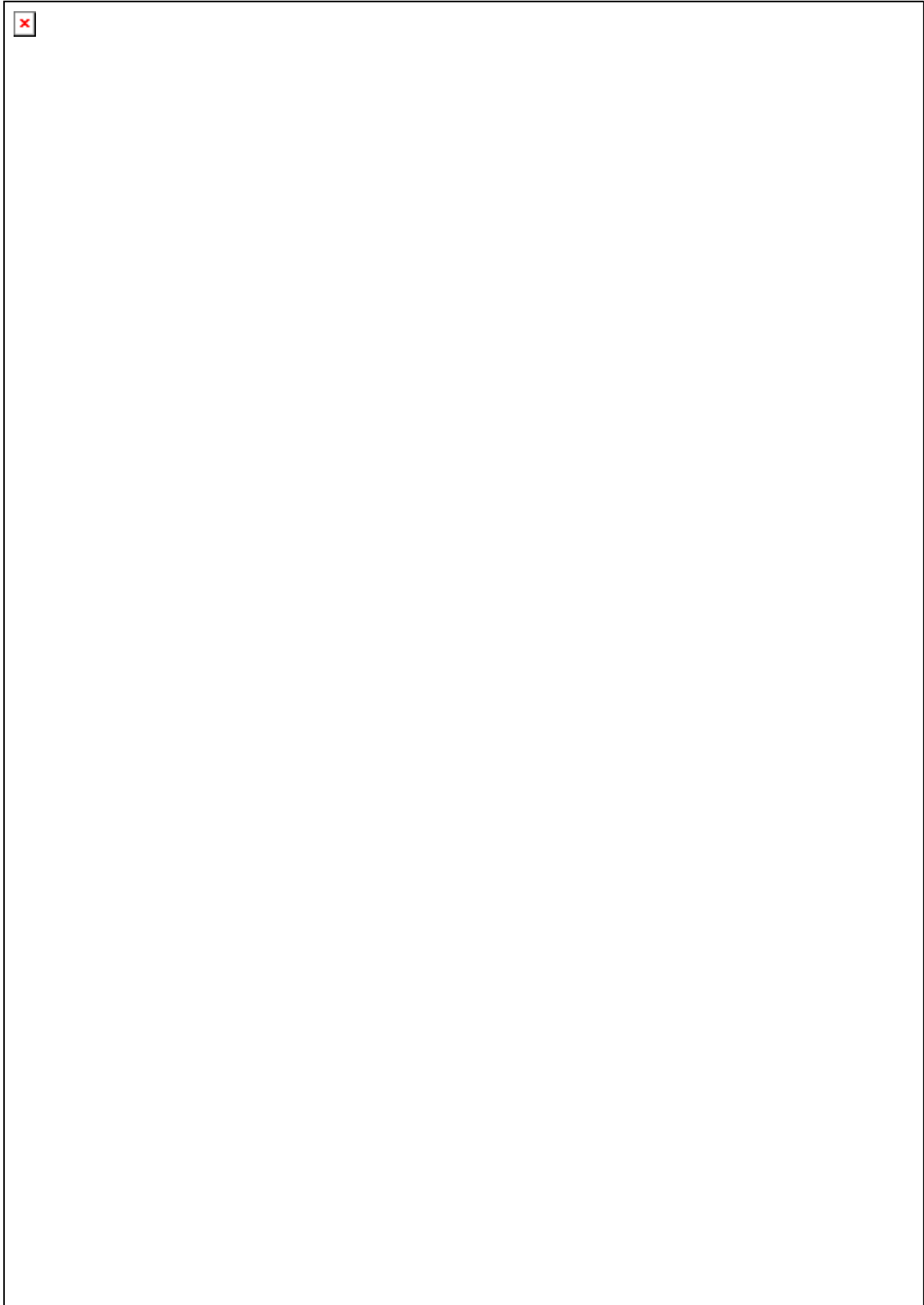
Mapa Hidrogeológico de Madrid de la Base de Datos Geotécnica del GEOMADRID



Sondeo y Penetros realizados en la ERAR Sur en el proyecto de Tratamiento de Q aliviados



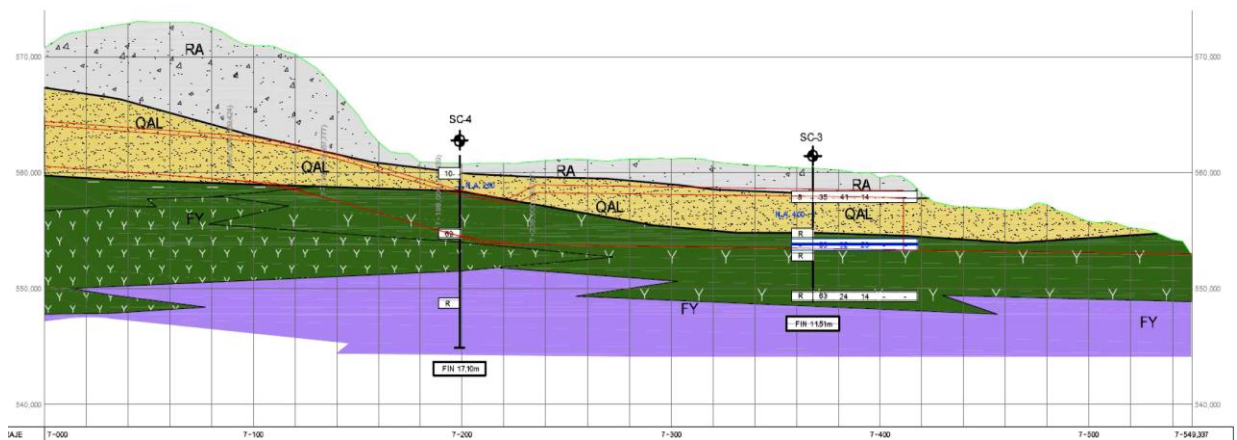
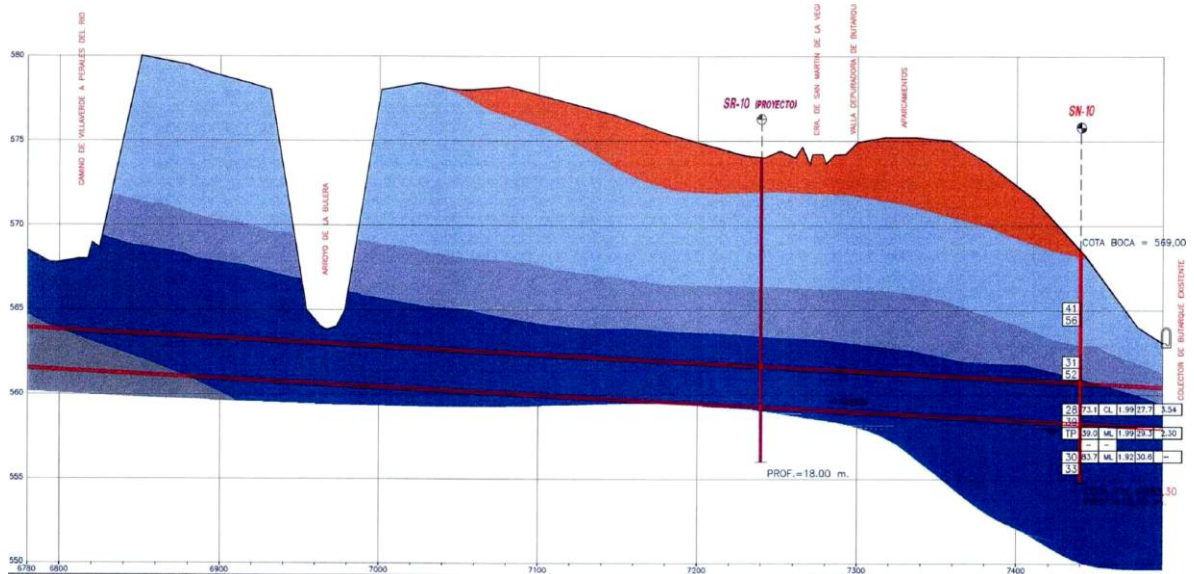
PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.



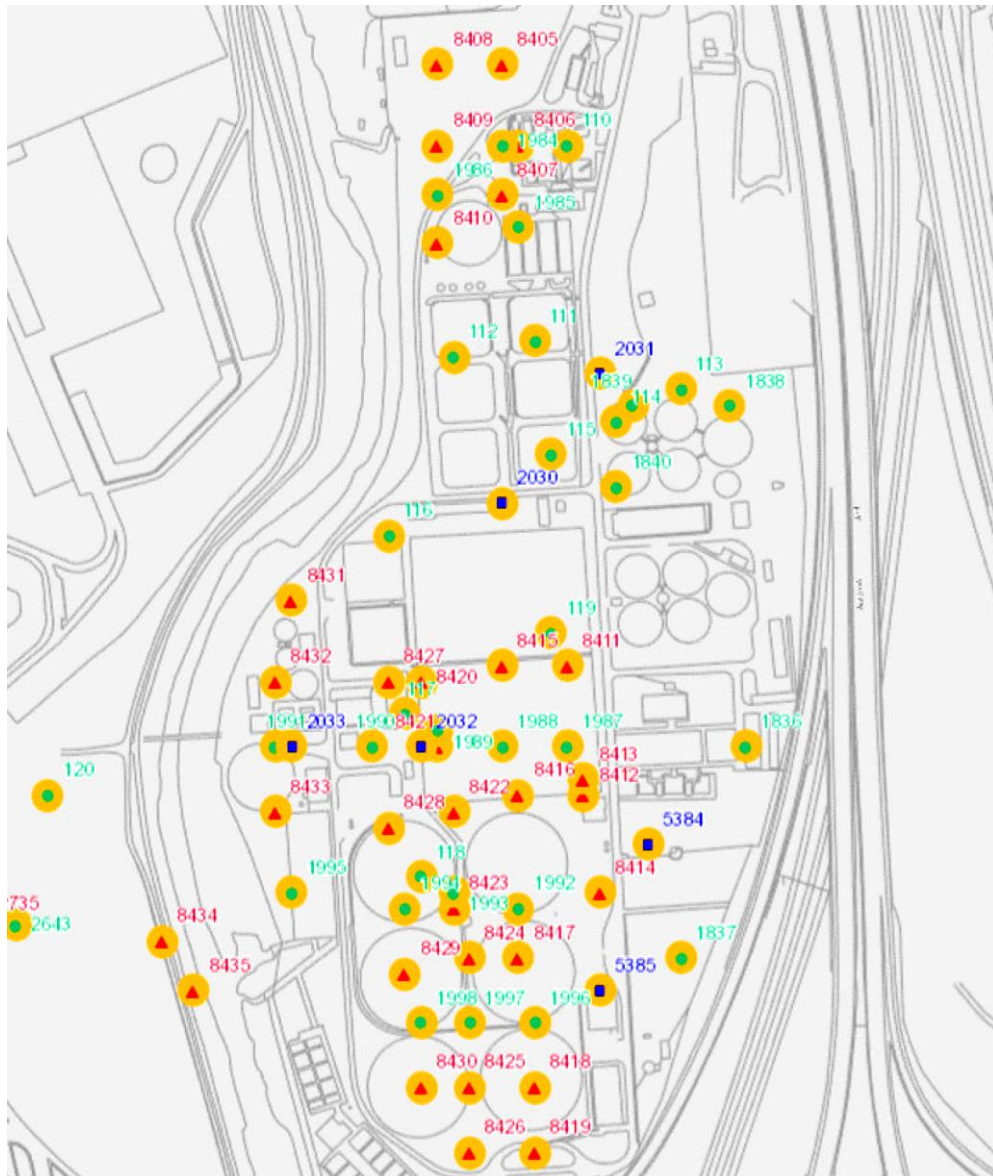
Plano geológico y perfiles Geotécnicos Oferta Técnica CYGSA



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.



Perfiles Geotécnicos de los tramos finales de los Colectores Butarque II y III junto ERAR. En ellos se muestran las columnas de los sondeos y ensayos un situ realizados al igual que los datos obtenidos en cuanto a propiedades geotécnicas de los materiales en ellos



Base de Datos Geotécnica GEOMADRID.

Planta de ensayos geotécnicos realizados para estudios y obras antecedentes, con datos recopilados y disponibles, dentro de la propia parcela de la ERAR La China.

Se trata de datos de Calicatas, Penetros Borros y sondeos.

Esta gran cantidad de datos permite, mediante su estudio, sistematización y reinterpretación definir en detalle el sustrato de la ERAR y los parámetros geotécnicos de los materiales que lo conforman.

En verde se reflejan los sondeos, en rojo los penetrómetros, y en azul las calicatas.



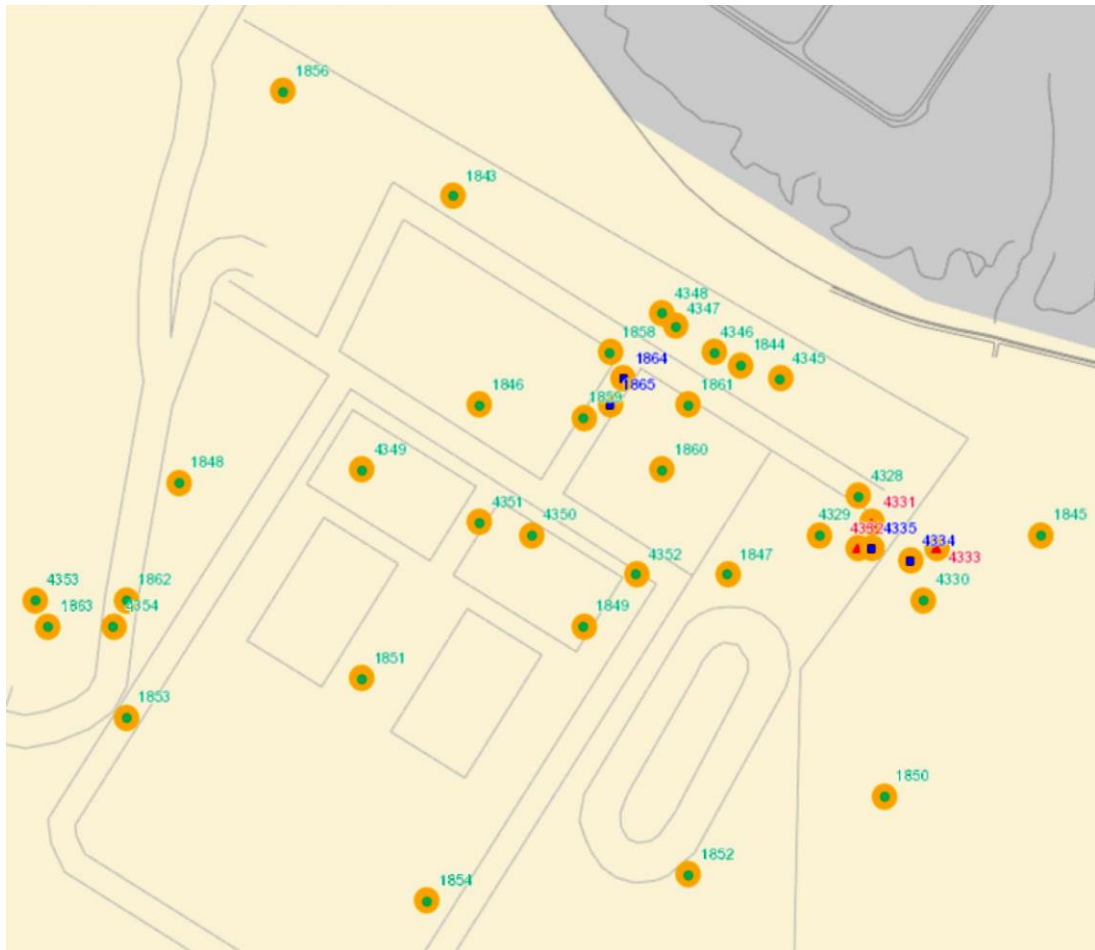
Base de Datos Geotécnica GEOMADRID.

Planta de ensayos geotécnicos realizados para estudios y obras antecedentes, con datos recopilados y disponibles, dentro de la propia parcela de la ERAR Butarque.

Se trata de datos de Calicatas, Penetros Borros y sondeos.

Esta gran cantidad de datos permite, mediante su estudio, sistematización y reinterpretación definir en detalle el sustrato de la ERAR y los parámetros geotécnicos de los materiales que lo conforman.

En verde se reflejan los sondeos, en rojo los penetrómetros, y en azul las calicatas.



Base de Datos Geotécnica GEOMADRID.

Planta de ensayos geotécnicos realizados para estudios y obras antecedentes, con datos recopilados y disponibles, dentro de la propia parcela de la ERAR SUR.

Se trata de datos de Calicatas, Penetros Borros y sondeos.

Esta gran cantidad de datos permite, mediante su estudio, sistematización y reinterpretación definir en detalle el sustrato de la ERAR y los parámetros geotécnicos de los materiales que lo conforman.

En verde se reflejan los sondeos, en rojo los penetrómetros, y en azul las calicatas.



6.1.1. Geotecnia de la carretera de circunvalación M-45

En el estudio geotécnico de la carretera de circunvalación a Madrid M-45, que cruza en sentido E-W la zona comprendida entre las ERAR de La China y la de Butarque, se realiza una descripción en función a criterios litológicos siguiendo la nomenclatura geotécnica establecida para los suelos de Madrid.

Las unidades geotécnicas diferenciadas son las siguientes, descritas de más antiguo a más moderno:

- **Margas yesíferas:** se trata de bancos de yesos macrocristalinos y yesos tableados que se intercalan con horizontes de arcillas limosas de consistencia muy dura y color gris verdoso, en ocasiones con cristales de yeso dispersos en la matriz arcillosa. El espesor de los estratos que se alternan es de entre 1 y 5 m. Son materiales de consistencia muy dura con características intermedias entre un suelo y una roca por lo que se han considerado, como en una buena parte de la literatura geotécnica, como una roca blanda. En algunos puntos el contacto con el estrato superior aparece una arcilla de tonalidades oscuras, muy reblandecida, con un espesor de hasta 2 m cuyo origen se encuentre probablemente asociado a la disolución de los yesos por corrientes de filtración. Existe una gran heterogeneidad litológica en esta unidad y diferentes grados de cementación, en algunos casos con presencia de carbonatos. En general la compresión simple varía desde valores muy elevados (propios de una roca) hasta resultados significativamente bajos.
- **Peñuelas:** en la nomenclatura geotécnica de Madrid, bajo esta denominación se incluye un conjunto muy heterogéneo de materiales entre los que se encuentran: arcillas de alta plasticidad de tonalidades marrones, grisáceas, verdosas y negras, con bancos de carbonatos intercalados (tonos blancos), sílex y arenas micáceas de tonalidades grisáceas. A lo largo de la traza de la carretera las peñuelas aparecen como arcillas plásticas de color gris-verdoso y arenas micáceas de esta misma tonalidad. Granulométricamente se trata de arcillas de alta plasticidad agrupadas en torno a la línea A de la carta de plasticidad de Casagrande.



- **Formaciones tosquizas:** se incluyen todos los materiales detríticos de origen Mioceno formados por minerales arcósicos, que comprenden una amplia gama de granulometrías, entre ellas se pueden diferenciar (en función del material que pasa por el tamiz 200):
 - Menos del 25 %, **arenas de miga**
 - Entre el 25 y el 40 %, **arenas tosquizas**
 - Entre el 40 y el 60%, **toscas arenosas**
 - Más del 60 %, **toscas**

La plasticidad de estos materiales es variable aunque pueden clasificarse mayoritariamente como de baja o media plasticidad, si bien se observan algunos puntos con plasticidades más elevadas.

- Aluvial del arroyo Butarque y del Manzanares: formado por arcillas arenosas de color marrón y consistencia media-blanda en la que se intercalan lentejones de arenas arcillosas y arenas poco arcillosas.
- Glacis del Bulevar: de origen cuaternario, formado por una arena de grano medio a grueso, muy arcillosa de color marrón claro y compacidad media-suelta, apareciendo en algunos puntos intercalaciones de arcillas arenosas. Probablemente, el origen geológico de este estrato es la erosión de las formaciones tosquizas cercanas.

6.1.2. Geotecnia de la línea 3 de Metro de Madrid

Al igual que en el Estudio Geotécnico del Proyecto de Construcción de la M-45 recogido en el epígrafe anterior, en el Estudio Geológico-Geotécnico del Proyecto de Construcción de la línea 3 de Metro de Madrid, que discurre al SW de la ERAR de La China y al NW de



la de Butarque, la descripción geológico-geotécnica se realiza adoptando la nomenclatura tradicional geotécnica de los suelos de Madrid.

De forma análoga, se recoge a continuación la descripción geológico-geotécnica descrita en dicho anejo, de más antiguo a más moderno.

- **Formaciones yesíferas:** arcillas con yesos y yesos con arcillas. Los términos arcillosos o peñuelas que aparecen interestratificados con los yesos tienen coloración gris oscura y presentan una naturaleza mineralógica fundamentalmente illítica; en ocasiones aparecen muy enriquecidos en carbonatos o componentes magnesianos. Los términos evaporíticos aparecen en forma de niveles centimétricos tableados y nodulares cuando están subordinados a las arcillas, mientras que cuando constituyen el término predominante corresponden a bancos masivos seleníticos o especulares con espesores métricos. Su naturaleza mineralógica corresponde fundamentalmente a yeso, apareciendo la anhidrita de forma muy ocasional, con participación puntual de sales cálcicas y sódicas diversas. En ocasiones, es frecuente que hacia el techo de la unidad aparezcan niveles de yeso detrítico, en forma de arena muy fina.

- **Peñuelas:** constituida por un conjunto litológico de lutitas o arcillas fuertemente litificadas por sobreconsolidación o cementaciones carbonatadas, de coloraciones fundamentalmente gris-verdoso-azulada con episodios marrones de alteración. Es frecuente la presencia de intercalaciones muy carbonatadas de color blanquecino, que reciben la denominación de “cayuelas”, junto a tablas y segregaciones nodulares de sílex, más abundantes en determinadas zonas. De forma muy subordinada aparecen lentejones y capas de arenas e incluso areniscas en las que son características las tonalidades verdosas y una fuerte presencia de micas. Son arcillas muy plásticas con límite líquido entre 50 y 90%, y su expansividad es variable dependiendo de la tipología de los filosilicatos que contengan: montmorillonita y/o sepiolita. Generalmente las peñuelas son materiales muy compactos y resistentes, aunque pueden aparecer niveles de consistencia mucho menor.

- **Depósitos cuaternarios:** son depósitos ligados a la dinámica fluvial, asociados a los arroyos y principales cauces fluviales. En líneas generales los depósitos cuaternarios suelen estar constituidos por materiales arenosos o limosos, con



mayor presencia de gravas en las terrazas de los ríos Jarama y Manzanares, algunas de las cuales suelen aparecer cementadas, sobre todo en la vertiente del primero, siendo también frecuente la aparición de niveles fangosos intercalados, ligados a una fuerte presencia de materia orgánica. Se trata de materiales con características geotécnicas muy variables y cuyo seguimiento resulta complejo en ocasiones, dada la similitud de caracteres que en ocasiones muestran con respecto al substrato, sobre todo cuando éste corresponde a las arenas de miga y los toscos.

- **Rellenos antrópicos:** constituidos por materiales de aportación artificial, fundamentalmente como consecuencia de actividades constructivas (vertederos de tierras y escombros, terraplenes controlados, etc) y, en mucha menor manera, como resultado de la actividad industrial. Las características geotécnicas de esta unidad son difícilmente resumibles, dada la fuerte heterogeneidad que estos materiales suelen presentar en cuanto a origen, compacidad, etc., destacando dos rasgos generalmente singulares para esta unidad: en primer lugar y fundamentalmente, una deformabilidad extremadamente alta (en general superior al 3% del espesor), debido a la baja compacidad y frecuente presencia de arcillas con elevados contenidos en humedad, y en segundo lugar, la posibilidad de que se alcancen altos niveles de agresividad al hormigón convencional, como consecuencia de la presencia de elementos químicos diversos, procedentes de vertidos de residuos industriales. También hay que indicar la elevada permeabilidad, lo cual genera niveles freáticos anormales no concordantes con los de las formaciones encajantes y, por otro lado, la elevada colapsabilidad al saturarse. Los rellenos se caracterizan por una consistencia muy floja.

6.1.3. Geotecnia del colector Butarque II

En los planos de documentos antecedentes presentado en el epígrafe anterior, se puede observar la cercanía del colector Butarque II con la parcela de ubicación de la ERAR de Butarque y con la de las zonas aledañas que podrían ser el objeto de ampliación o modificación de la planta. El colector discurre por el borde Norte de la parcela, en la zona del nuevo edificio de pretratamiento, del que a continuación se presentarán también datos



geotécnicos del estudio de su implantación. Por ello, la información recogida en los estudios geotécnicos del Proyecto y Anteproyecto de dicho colector han servido especialmente para completar, contrastar y confirmar la información recopilada.

En total se cuenta con la información aportada por 20 sondeos, dispuestos a lo largo del eje del túnel, sobre cuyas muestras se realizaron numerosos ensayos de laboratorio, tanto de identificación como de caracterización de propiedades resistentes.

Las unidades geotécnicas descritas en los informes geotécnicos tanto de Proyecto como de Anteproyecto, coinciden a grandes rasgos con las descritas en el resto de antecedentes, ***si bien no se describen bajo la nomenclatura típica asociada a los suelos de Madrid.***

A grandes rasgos, en los documentos geotécnicos del colector Butarque II se describen las siguientes unidades:

- Interestratificados de yesos fibrosos, masivos y cristalinos con arcillas con marrón oscuro-negruczas.
- Arcillas marrón oscuro-negras a pardas con tonos verdosos con nódulos (1-2 cm) y ocasionales niveles (0,2 - 2 cm) de yeso masivo, cristalino y/o fibroso.
- Arcillas más o menos puras o con sólo ocasionales nódulos de yeso diseminado.
- Depósitos cuaternarios compuestos por finas-medias o gravas finas con arena, sueltas y muy poco plásticas, arenas arcillosas o arcillas medianamente densas, poco plásticas y limos arcillosos o arcillas oscuras medianamente densas y plásticas.



6.1.4. GEOTECNIA DEL PROYECTO DEL NUEVO PRETRATAMIENTO DE LA ERAR DE BUTARQUE; CIMENTACIÓN DEL EDIFICIO.

En este proyecto se consideró inicialmente, como solución a las complicadas condiciones de cimentación, una sustitución de terreno de un metro de material granular, un geotextil y el hormigón de limpieza sobre el que se situaría la losa armada de 60 cm. de espesor.

Con motivo de la redacción del proyecto, se llevó a cabo la realización de un estudio geotécnico más detallado sobre el terreno donde se iba a ubicar la nueva planta y el edificio de control, ya que estas parcelas han sido utilizadas como posible vertedero de otras obras realizadas en la zona.

Asimismo se decidió estudiar las diferentes alternativas viables para la cimentación de las estructuras objeto del proyecto.

Para dicho estudio se tomó el taquimétrico de la parcela y se realizaron un total de 6 sondeos en la parcela de las obras

SONDEOS

Para la elaboración del estudio se tomó el taquimétrico de la parcela y se realizaron un total de 6 sondeos en la parcela de las obras.

Se realizaron sondeos mecánicos a rotación con recuperación a profundidades variables entre 10,00 y 10.30 metros y se realizaron ensayos in situ de S.P.T. y se obtuvieron muestras inalteradas.

De los 6 sondeos ejecutados los números 1 y 2 corresponderían a la parcela del futuro edificio de control de la depuradora mientras que los sondeos 3 al 6 corresponderían a la parcela de la ampliación de la depuradora propiamente dicha.

Con respecto al taquimétrico, se encontraron un volumen de terrenos de vertido en la parcela considerablemente mayor al previsto en proyecto. Dicho volumen se debe fundamentalmente a terrenos vertidos durante las obras de la M-45 y durante la hinca del colector del estanque de tormentas que desagua en la parcela de la depuradora



existente, comentado como antecedente previo en este mismo punto del presente informe.

Los resultados de los SPT dieron golpes siempre inferiores a 15 en los primeros 6,5 metros de terreno, encontrando a esa profundidad una capa de arenas con indicios de grava e indicios de arcilla de compacidad medianamente densa, con valores de golpeo en torno a 20. Finalmente, a una profundidad media de 9 metros con respecto a la cota de terreno, el SPT da valores de rechazo.

Debido a que los resultados obtenidos en los sondeos no eran concluyentes se decidió la realización de 16 penetrómetros dinámicos.

En planos mostrados en punto anterior se presenta la localización de los sondeos y penetros realizados.

PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Se realizaron dieciséis penetrómetros dinámicos:

- 2 en la parcela del edificio de control para completar los dos sondeos realizados previamente.
- 1 en el camino de acceso desde el edificio de control hasta la parcela de decantadores.
- 8 en la zona de decantadores primarios
- 4 en la zona del edificio de pretratamiento y desarenado-desengrasado.
- 1 en la zona de viales donde irán situadas las arquetas de reparto.

Los resultados obtenidos con estos penetrómetros nos indican lo que ya desvelaron los sondeos:

- En la zona del edificio de control, hasta aproximadamente los 9 metros no aparecían valores de rechazo, siendo en los primeros metros prácticamente nula la resistencia del terreno.
- En la zona de decantadores 1-4 los valores de rechazo aparecen a una media de 15 metros de profundidad aproximadamente.



- En la zona de decantadores 5-8 los valores de rechazo aparecen a una media de 6 metros de profundidad aproximadamente, al igual que el vial que discurre en paralelo al río.
- En la zona de pretratamiento y desarenado el rechazo aparece en profundidades entre 6 y 8 metros.

ALTERNATIVAS PROPUESTAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA EN ESTE ESTUDIO ANTECEDENTE

Una vez estudiados los resultados de los sondeos y penetrómetros, se comprobó que la propuesta de cimentación planteada en el proyecto no era adecuada por lo que se consideraron tres posibles soluciones: compactación dinámica, pilotes hincados y pilotes in situ.

Tras someter estas alternativas a juicio de la Dirección de Obra, atendiendo a los plazos, disponibilidad de maquinaria y al tipo de estructuras que se iban a ejecutar se optó por una cimentación mediante pilotes hincados.

6.1.5. ESTUDIO GEOTÉCNICO ERAR SUR; PROYECTO DE TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES.

En este estudio, se realizaron en la zona de los aparcamientos de entrada de la ERAR SUR dos sondeos y un penetrómetro dinámico por parte de la empresa Inteinco, a instancias de Nolter, en la zona donde se proyectaban las nuevas instalaciones para el tratamiento de caudales aliviados.

A continuación se presentan los datos principales obtenidos en dicho estudio geotécnico en un extracto literal del mismo, del que se desprende importante información aprovechable en el presente estudio.

5.- TRABAJOS REALIZADOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

5.1.- Análisis geológico-geotécnico e Inspección visual de los terrenos

Para alcanzar el objetivo del estudio, en primer lugar se hizo una recopilación y análisis de la documentación geológico-geotécnica general existente sobre los terrenos de la zona, complementada con una inspección del entorno.

De acuerdo con la información geológico-geotécnica existente (ver fragmento del Mapa de formaciones geotécnicas de V. Escario en el anejo I), la zona reconocida queda situada sobre terrenos correspondientes a las facies centrales de la cuenca terciaria miocena de Madrid, afectados posteriormente por la dinámica fluvial del río Manzanares.

La Cuenca de Madrid es una cuenca continental cerrada donde la sedimentación se produjo según un esquema típico en condiciones subesféricas: sedimentos detríticos en el borde y evaporíticos en el interior; con la zona intermedia en la que se produce deposición mixta de materiales detríticos e interestratificados de minerales neoformados.

Los materiales de las facies centrales, de carácter evaporítico, corresponden en general a terrenos yesíferos. Aparecen tramos rocosos yesíferos desarrollados en niveles tablaados y nodulares de magnitud centimétrica-decimétrica que alternan con arcillas (arcillas gris-verdosas o "peñuelas") o margas yesíferas duras, así como bancos métricos de textura en general selenítica que son predominantes al desplazarnos hacia el Sureste de la cuenca, aunque con notables alternancias.

Las características de las formaciones yesíferas son, en general, difíciles de analizar, debido al complejo desarrollo microstratigráfico que presentan: existen engrosamientos imprevisibles de los niveles de yeso, removilización de los mismos, contaminaciones de los estratos arcillosos, fenómenos de disolución, alteraciones estructurales, etc. Todo ello determina posibles incidencias geotécnicas y la necesidad de reconocimientos de detalle cuando estos materiales afectan directamente a las obras.

Recubriendo el sustrato terciario descrito, aparecen en la zona depósitos aluviales cuaternarios ligados al río Manzanares. Su espesor puede ser importante y muy variable, así como su naturaleza, estando constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas en muy diversas proporciones según las zonas.



Desde el punto de vista hidrogeológico, las condiciones de la zona vienen dadas por la proximidad del río, lo que implica la presencia de un nivel freático relativamente próximo a superficie y ligado a los caudales del mismo.

Por otra parte, desde el punto de vista sísmico y según la normativa sismorresistente vigente (NCSE-02), todo el entorno reconocido se encuentra situado en una zona de mínimo riesgo, por lo que no son necesarias comprobaciones en este sentido en los proyectos.

5.2.- Reconocimiento geotécnico

Para el reconocimiento del terreno en la zona de ubicación de las nuevas instalaciones se han realizado dos sondeos mecánicos (S-1 y S-2) hasta unos 6 m de profundidad, complementados con un ensayo continuo de penetración dinámica DPSH hasta rechazo. Su situación se refleja en el plano y fotografías del Anexo II. A continuación se indica la cota de boca de cada punto (estimada a partir del plano topográfico facilitado) y la profundidad alcanzada respecto a dicha boca:

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	COTA DE BOCA (m)	PROFUNDIDAD (m)
S-1	547,0	6,1
S-2	546,8	6,0
P-1	546,6	11,0

Los sondeos se han realizado a rotación con batería provista de corona de widia, con recuperación continua de testigo y un diámetro de perforación que empezó siendo de 101 mm y luego de 86 mm. Si las paredes del sondeo se mostraban inestables se procedía a la entubación del mismo antes de realizar las maniobras de avances.

Durante la perforación y en función del tipo de terreno, se realizaban ensayos normales de penetración (SPT), de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 22476-3 y tomas de muestras inalteradas con tomanuestras de pared gruesa bipartido con camisa interior de PVC. En total se han realizado en los sondeos 4 ensayos SPT y 2 tomas de muestras inalteradas, según se indica en el Cuadro 1.



CUADRO 1. MUESTRAS Y ENSAYOS EN SONDEO

SONDEO	PROF. (m)	TIPO MUESTRA	GOLPEOS	N ₆₀	TERRENO
S-1	2,00-2,60	SPT	7-8-7-7	15	Gravas y arenas
	3,50-4,10	SPT	2-3-9-5	12	Gravas y arenas
	5,50-6,10	INALT	7-8-7-9	15	Gravas y arenas
S-2	1,00-1,60	INALT	3-7-15-11	22	Rellenos de arenas arcillosas
	3,00-3,60	SPT	3-4-5-6	9	Arenas con gravas
	5,00-5,60	SPT	3-2-3-10	5	Gravas y arenas

La muestra inalterada tomada hacia el fondo del sondeo S-1, donde se apreció la presencia de niveles limoarcillosos, resultó ser de gravas y arenas, desmoronándose al intentar extraerla y saliendo el tomamuestras vacío. Por otra parte, la muestra inalterada tomada al principio del sondeo S-2, en niveles arenoarcillosos algo cohesivos, resultó corresponder a rellenos y no se consideró representativa.

El testigo recuperado en la perforación se introdujo en cajas de plástico, con separaciones longitudinales, disponiéndolo según el orden de extracción y anotando en las mismas, mediante separadores transversales, las colas de extracción y las tomas de las distintas muestras, de manera que pudiera hacerse correctamente el levantamiento de la columna litológica del terreno.

Durante la perforación de los sondeos se prestó especial atención a la posible presencia de agua. En el sondeo S-1 se detectó claramente la presencia de agua hacia 3,5 m de profundidad. Durante el resto de la perforación y una vez terminado el sondeo, el nivel de agua permaneció estable a los 3,5 m. Dada la naturaleza del terreno y las condiciones hidrogeológicas del entorno, resultaba claro que este es el nivel freático de la zona, por lo que no se consideró necesario disponer tubería piezométrica para posteriores comprobaciones. En el sondeo S-2, las condiciones fueron análogas, localizándose el nivel de agua en este caso a 3,1 m. Estos resultados son coherentes con la información facilitada por técnicos de la E.D.A.R., indicando la presencia del nivel freático en la zona en torno a los 3,5 m de profundidad.

Una vez terminados los sondeos, se procedió a taparlos, restituyendo el hormigón del aparcamiento con mortero de cemento.



Las columnas litológicas de los sondeos y toda la información referente a los mismos se recogen en los correspondientes registros, que junto a las fotografías de las cajas de testigo se incluyen en el Anejo III.

Como complemento a los sondeos se ha realizado además un ensayo continuo de penetración dinámica DPSH hasta rechazo. Este ensayo consiste en la hincada de una puntaza cónica de 50 mm de diámetro, soportada por un varillaje macizo de 32 mm de diámetro. El golpeo se produce con una maza de 63,5 kg, con altura de caída libre de 75 cm. Durante la hincada se anota el número de golpes para tramos de 20 cm de penetración, N₂₀. El ensayo se da por terminado cuando el número de golpes N₂₀ es igual o mayor de 100 (rechazo). Los resultados se muestran en un gráfico de golpes N₂₀ en función de la profundidad. El gráfico con los resultados del ensayo realizado se incluye en el Anejo IV.

6.3.- Ensayos de laboratorio

Sobre diversas muestras de suelos tomadas en los sondeos y a la vista de su naturaleza, se han realizado los ensayos de laboratorio siguientes:

- 4 Uds. de análisis granulométrico por tamizado, s/UNE 103101.
- 4 Uds. de determinación de los límites de Atterberg, s/UNE 103103 y 103104.
- 4 Uds. de determinación del contenido en sulfatos solubles, s/UNE 103201.
- 2 Uds. de determinación del contenido en materia orgánica, s/UNE 103204.

Por otra parte, sobre una muestra de agua tomada en el sondeo S-1, se realizaron las determinaciones indicadas en la EHE-08 para analizar su posible agresividad al hormigón.

En el Anejo V se incluyen los resultados de todos estos ensayos. En el Cuadro 2 adjunto se presenta un resumen de los mismos.

Para la ejecución de los ensayos "in situ" y los ensayos de laboratorio, se ha contado con la colaboración del laboratorio de Eplisa en Madrid, inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos para el Control de la Calidad de la Edificación del Ministerio de Fomento.



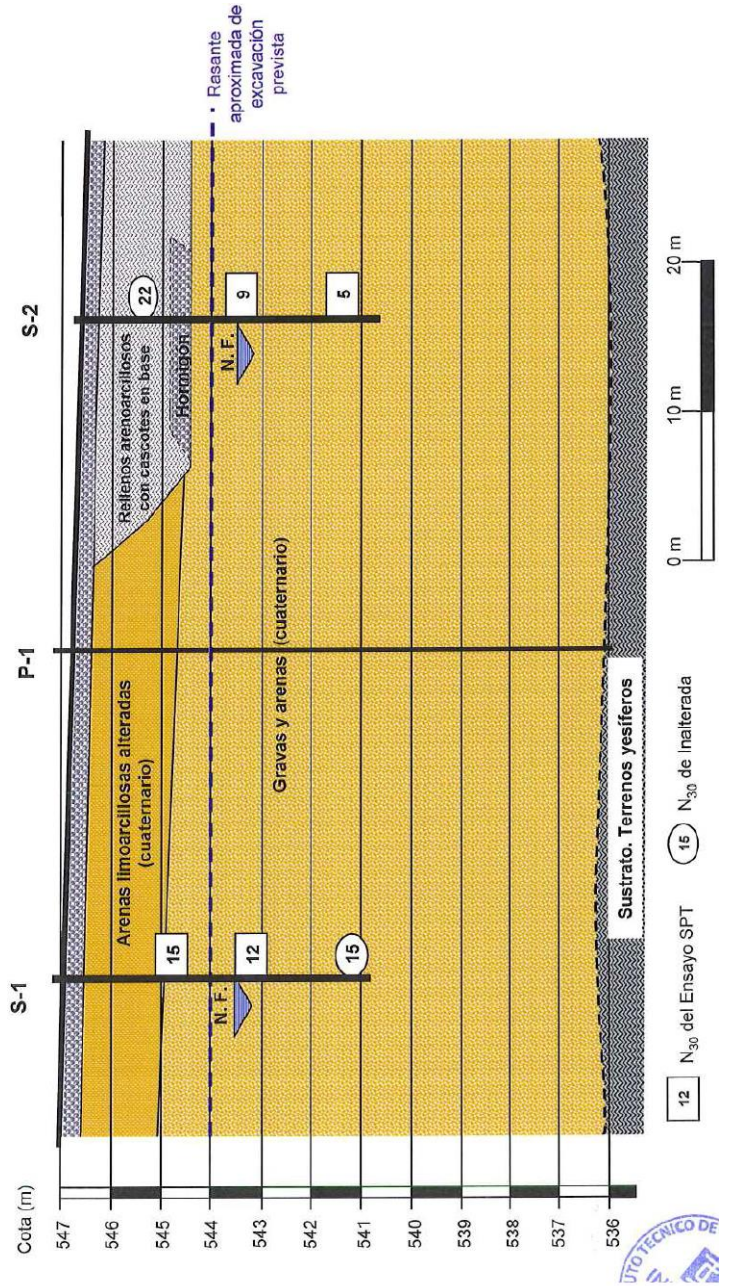
CUADRO 2. RESUMEN RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA (% pasa)				LÍMITES DE ATTERBERG			MATERIA ORGÁNICA SOLUBLES (%)	SULFATOS SOLUBLES (%)	CLASIFICACIÓN USCS
			0,080 mm	0,40 mm	2,0 mm	50 mm	L.L.	L.P.	I.P.			
S-1	2,00-2,60	SPT	3,2	10,6	36,7	100	N.P.	N.P.	0,04	0,013	GP	
S-1	3,50-4,10	SPT	2,2	8,6	35,4	100	N.P.	N.P.		0,048	SW	
S-2	3,00-3,60	SPT	0,5	6,8	44,6	100	N.P.	N.P.	0,09	0,022	SP	
S-2	5,00-5,60	SPT	9,4	13,7	24,9	100	36,6	17,5	19,1	0,021	GP-GC	

Muestra de agua S-1	pH: 7,2	Residuo seco: 3.955 mg/l	Sulfatos: 2.112 mg/l	Magnesio: 289 mg/l	CO ₂ agresivo: 4 mg/l	Amonio NH ₄ ⁺ : 0 mg/l	Agresividad (EHE-08): Ataque Medio / Qb
---------------------	---------	--------------------------	----------------------	--------------------	----------------------------------	--	---



PERFIL LITOLÓGICO ESQUEMATICO



6.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

6.1.- Naturaleza y caracterización geotécnica del terreno

A partir de los resultados de los sondeos (ver registro del Anejo III), el ensayo DPSH y los ensayos de laboratorio, se deduce que el terreno en la zona reconocida aparece constituido por diversos niveles, cuya disposición se ilustra en el perfil litológico esquemático de la figura adjunta.

Estos niveles, al margen del firme del aparcamiento de 40-30 cm de espesor, serían los siguientes:

- **Relenos arenocarcillosos y con cascotes.** En el sondeo S-2, bajo 30 cm de firme de hormigón, aparecen suelos arenocarcillosos de coloración oscura, que resultaron ser rellenos artificiales, pues hacia su base presentan abundantes cascotes de ladrillo y también apreciable olor a combustibles. Debajo de ellos se detecta una capa de hormigón de unos 40 cm de espesor. Estos rellenos no se detectan en el sondeo S-1, siendo difícil precisar si se extienden hasta la zona del ensayo P-1, aunque parece que no es así, ya que la distribución de golpes en este ensayo se corresponde más con la disposición del terreno detectada en el S-1.
- **Restos de estructuras de hormigón.** En el S-2 aparece entre 1,8 y 2,2 m de profundidad la citada capa de hormigón. Por su situación y los rellenos que la cubren, podría tratarse de una antigua estructura (depósito o similar) abandonada y soterrada.
- **Depósitos cuaternarios de arenas limocarcillosas.** En el sondeo S-1, bajo el firme del aparcamiento, aparecen arenas limocarcillosas alteradas y flojas (el testigo se comprime al perforar), que alcanzan hasta unos 2 m de profundidad. Estos suelos serían los mismos atravesados por el ensayo de penetración hasta 2,2 m de profundidad con golpes muy bajos (N_{20} de 3 a 5).

Depósitos cuaternarios de gravas y arenas. Por debajo de las profundidades indicadas de unos 2 m aparece en el sondeo S-1 este nivel de gravas y arenas. En el sondeo S-2 aparecen bajo el hormigón a 2,2 m. A esta misma profundidad estarían en la zona del ensayo P-1, a la cual se aprecia un claro contraste y aumento en los golpes N_{20} que se sitúan en 8-10 golpes. Estos depósitos granulares se extienden al menos hasta los 6 m de profundidad de los sondeos, pero los resultados del ensayo P-1 parecen indicar que lo hacen hasta los 10-11 m de profundidad. Son mezclas de gravas y arenas en proporciones algo variables según zonas, con alguna pequeña



interacción decimétrica limocarcillosa. Presentan una compactación media-baja por encima del nivel freático (N_{20} de 15 y N_{60} entre 8-10), disminuyendo claramente a compactación baja a muy baja por debajo del nivel freático (N_{20} de 12, 9 y 5 y N_{60} en general entre 2-4).

- **Sustrato terciario yesífero.** A partir de la profundidad de 10-11 m el claro aumento de la compactación del terreno nos indica la presencia del sustrato terciario. Además el rápido rechazo parece indicar la presencia de niveles rocosos de yeso.

Dejando al margen los suelos arenocarcillosos superficiales alterados detectados en el sondeo S-1 y los rellenos detectados en el S-2, que por su malo y heterogéneo comportamiento geotécnico no se ha considerado de interés ensayar, los ensayos de laboratorio se han centrado en identificar geotécnicamente el nivel de gravas y arenas, que es el de mayor implicación geotécnica para las obras previstas.

Los análisis granulométricos indican para este nivel granular porcentajes variables pero similares de gravas y arenas, con mínimos contenidos de finos limocarcillosos, resultando en general materiales no plásticos. Tan sólo una muestra con algo mayor contenido de finos limocarcillosos (9,3%) resultó con una plasticidad baja, con límite líquido de 36,6 e índice de plasticidad de 19,1. Prácticamente no contienen materia orgánica y los contenidos de sulfatos solubles son también muy escasos (inferiores a 0,05%), sin problemas de agresividad a los hormigones según los criterios de la EHE-08.

Como ya se ha indicado, se aprecia una clara disminución de la compactación de este nivel de gravas y arenas por debajo del nivel freático, lo que determina un distinto comportamiento geotécnico, que podemos traducir en distintos parámetros de resistencia al corte. Para todo el nivel debemos considerar una cohesión nula, con valores del ángulo de rozamiento interno efectivos (ϕ') variables. A partir de las correlaciones habituales con el ensayo SPT (ver por ejemplo Anejo D del documento SE-C del C.T.E.), podemos considerar $\phi' = 32^\circ$ por encima del nivel freático y $\phi' = 28^\circ$ por debajo. Por otra parte, por encima del nivel freático puede considerarse una densidad aparente de 2,0 g/cm³ y por debajo una densidad sumergida de 1,0 g/cm³.

6.2.- Aguas freáticas

Las comprobaciones realizadas en los sondeos indican que en el sondeo S-1 el nivel de agua estable está a 3,5 m de profundidad. En el sondeo S-2 el agua se estabilizó a 3,1 m. Considerando estos resultados y las cotas de boca de ambos sondeos, se puede concluir que el nivel freático en la zona se encuentra en la cota 543,5.



Los resultados del análisis en laboratorio de una muestra de agua indican que presenta un riesgo de "ataque irredio" al hormigón (ambiente Cb) por su importante contenido en sulfatos, según los criterios de la EHE-08.

7.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

7.1.- Excavaciones

De acuerdo con la información facilitada, los nuevos canales previstos se conforman con varios muros paralelos sobre una losa cuya cara superior estará a la misma cota que la del canal actual, que está en torno a la cota 544,65. Esto supone excavaciones estimadas para la ejecución de las obras hasta el terreno de la cota 544, es decir unos 2,5-3 m respecto al apareamiento actual.

Estas excavaciones afectarían al nivel superficial arenocascaloso alterado y a los rellenos artificiales y restos de antiguas instalaciones, que aparecen hasta unos 2 m de profundidad, así como a la zona superficial de gravas y arenas situada por encima del nivel freático.

En estas condiciones, las características del terreno no suponen condicionantes significativos para la ejecución de las excavaciones, que podrán realizarse en general con medios mecánicos convencionales, si bien será necesario además prever los medios adecuados para la demolición de restos de estructuras soterradas, detectadas en el sondeo S-2.

Al no existir edificaciones próximas, se considera posible la ejecución de las excavaciones ataluzadas. Considerando la disposición de los diferentes niveles de suelos superficiales y su deficiente comportamiento geotécnico, para evitar problemas de inestabilidad de los taludes, aunque sean de pequeña altura, se recomiendan para ellos pendientes no superiores a 1:1 (H:V). En la zona de gravas y arenas, dada su falta de cohesión, la pendiente estable será aún menor, en torno a 3:2.

Con las excavaciones consideradas, todavía quedaría un resguardo de 0,5 m sobre el nivel freático detectado. No debería haber problemas por presencia de agua en las excavaciones, salvo épocas muy lluviosas con caudales grandes en el río que pudieran elevar localmente el nivel freático.

Para el diseño de los muros laterales que soporten empujes del terreno, el cálculo de empujes deberá hacerse con parámetros geotécnicos acordes a las características que se prevean para el relleno de trasdós. En este sentido, las gravas y arenas procedentes de la

excavación (que cumplen los criterios de "suelos seleccionados" según el PG-3) pueden considerarse aptas para dichos rellenos compactados. Suponiendo que el relleno del trasdós se realiza con estos materiales o similares compactados, pueden considerarse los siguientes parámetros:

Cohesión efectiva (Kp/cm ²)	0,05
Ángulo de roz. interno efectivo (°)	34
Peso específico aparente (t/m ³)	2,0

7.2.- Cimentaciones

Con las excavaciones indicadas y quedando la rasante de la excavación sobre el nivel de gravas y arenas y ligeramente por encima del nivel freático, pueden considerarse factibles cimentaciones directas sobre estos suelos.

Para el diseño de cimentaciones directas sobre suelos granulares, la presión admisible para su diseño viene condicionada más que por su resistencia por la necesaria limitación de asentos. Esta presión admisible puede obtenerse, de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación (DB SE-C, apartado 4.3.3), con las siguientes expresiones:

$$q_{adm} = 12 N_{SPT} \left(1 + \frac{D}{3B} \right) \left(\frac{S_r}{25} \right) \quad \text{para } B < 1,20 \text{ m}$$

$$q_{adm} = 8 N_{SPT} \left(1 + \frac{D}{3B} \right) \left(\frac{S_r}{25} \right) \left(\frac{B + 0,3}{B} \right)^2 \quad \text{para } B \geq 1,20 \text{ m}$$

siendo "q" la presión admisible en kN/m², "N_{SPT}" el valor medio del parámetro N₆₀ del ensayo SPT en la zona de afección de la cimentación, "D" la profundidad de empotramiento de la cimentación en el terreno en metros, "S_r" el asiento total admisible en milímetros y "B" el ancho de la zapata en metros. El valor de D/3B no puede tomarse mayor de 0,3.

Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos "in situ" (SPT y DPSH), podemos considerar para la zona afectada por las cimentaciones (influiría de forma muy importante la zona sumergida) un valor medio de N_{SPT}=6. Despreciando el pequeño efecto del empotramiento en el terreno, con un asiento admisible habitual de 25 mm (1 puigade) y suponiendo zapatas de hasta 1,5 m de lado, se obtendría una presión admisible q_{adm} = 69 kN/m² (0,7 kp/cm²).





Dadas las características de la obra, es de esperar que las cimentaciones se realicen mediante zapatas corridas o losas, por lo que para garantizar asientos admisibles del conjunto las presiones medias de trabajo deben ser inferiores, recomendándose una presión de $0,5 \text{ kp/cm}^2$, pudiendo tomarse el valor anterior de $0,7 \text{ kp/cm}^2$ como el admisible para las presiones máximas en zonas locales.

En realidad, las excavaciones previas del terreno suponen una descarga que es del mismo orden de magnitud que las presiones medias que pueda transmitir la estructura, por lo que los asientos medios no serán importantes, si bien debe cuidarse que no se produzcan asientos diferenciales significativos entre zonas. En este sentido para el análisis de la interacción terreno-estructura y la distribución de asientos es habitual utilizar el modelo del coeficiente de balasto, basado en el parámetro K_{30} correspondiente a ensayos de placa de $30 \times 30 \text{ cm}$. Este es un valor de referencia que, salvo que puedan hacerse ensayos de carga con placa, suele tomarse de tablas. Por otra parte hay que señalar que variaciones importantes en el valor de este parámetro introducen sólo pequeñas variaciones en el diseño final de las cimentaciones. En nuestro caso, a partir de las características de las gravas y arenas detectadas se puede considerar $K_{30} = 4 \text{ kp/cm}^3$ (40 MN/m^3).

Finalmente hay que señalar que el agua detectada presenta problemas de agresividad a los hormigones, con un grado de agresividad medio (ambiente Qb) de acuerdo con los criterios de la Instrucción EHE-08. Por tanto será necesario tomar las medidas oportunas, en particular el empleo de cementos sulforresistentes, en los hormigones que puedan llegar a estar en contacto con el agua.

Este informe consta de quince páginas numeradas y selladas y cinco anejos de 2, 4, 5, 2, y 15 páginas respectivamente.

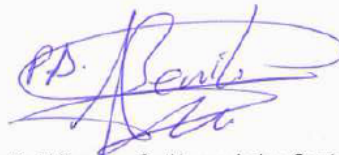
Madrid, septiembre de 2015

JEFE DEL DEPARTAMENTO
DE GEOTECNIA



José C. de Castro Gutiérrez
Ingeniero de Caminos

VºBº
DIRECTOR GENERAL



Valentín Trijueque Gutiérrez de los Santos
Ingeniero Técnico de Obras Públicas





6.1.6. BASE DE DATOS GEOTÉCNICA DE MADRID.- GEOMADRID

Como ya se ha citado en puntos previos, y se ha mostrado los datos gráficos que ofrece esta Base de Datos Geotécnica de Madrid (GEOMADRID) hay que decir que compila una gran cantidad de datos referente a ensayos sobre el terreno, como sondeos, catas, penetrómetros DPSH y sobre todo tipo Borros, etc.

Todos los reconocimientos disponibles en esta base de datos, referentes a las tres ERAR, sus parcelas de implantación y todos los presentes en sectores colindantes se han recopilado, representado en planos, estudiado y reinterpretado en muchos casos, por lo que han ofrecido una valiosa información de todas las parcelas de interés, tanto para esta fase previa, como para fases posteriores del Estudio.

Con los sondeos, se están estudiando todas las columnas litológicas, asignando cada nivel descrito y muestreado a la columna geotécnica tipo adoptada para este estudio, y se están situando en planos de detalle de las tres ERAR cada sondeo para poder realizar perfiles geológicos geotécnicos de detalle.

Esta caracterización de niveles geológico-geotécnicos se amplía y correlaciona con datos de ensayos in situ de resistencia realizados y compilados en GEOMADRID, básicamente penetrómetros tipo Borros, que previamente han sido analizados y recalculados en términos de capacidad portante del terreno para cimentación de estructuras.

Como datos básicos, esta Base GEOMADRID aporta una situación por coordenadas y planos de todos los ensayos que comprende, de modo que ya sea en un cuadrante de coordenadas o en el plano llave de situación de los citados ensayos, se pueden seleccionar éstos.

Con su nomenclatura y denominación que ofrece la Base para los mismos, se puede entonces consultar en fichas tabuladas los parámetros y datos geotécnicos del terreno obtenidos.

Se trata básicamente de datos de sondeos, calicatas y penetrómetros (la mayoría de éstos dinámicos tipo Borros) de los que se obtiene la columna litológica, con descripción

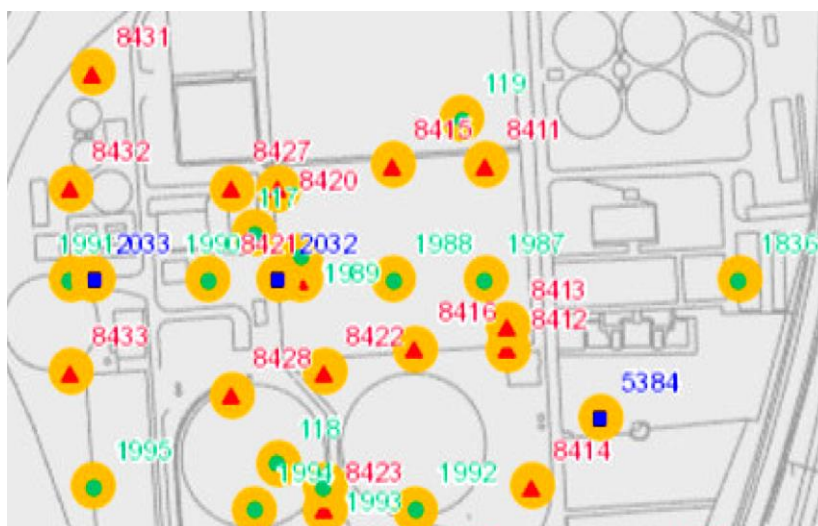


PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

de los materiales atravesados en cada ensayo, y de los datos de penetración dinámica obtenidos en diferentes cotas del terreno a una profundidad concreta, con los que se correlaciona.

No se ofrece el registro completo de estos penetrómetros en los pertinentes escalones de golpeo / 20 cm., pero se pueden asimilar tramos cortos de golpeo similar a lo largo de toda la columna, de modo que se agrupan tramos de igual golpeo con distintas profundidades de ensayo, pudiéndose obtener una columna algo menos detallada pero válida en cuanto a la distribución clara de cada uno de los niveles de resistencia distinta definibles.

Como ejemplo de la información disponible, se muestra un pequeño sector de la ERAR de La China, en el que se muestra el plano con todos los reconocimientos geotécnicos situados en la parcela, en verde sondeos, en rojo penetrómetros dinámicos y en azul calicatas. De todos y cada uno de ellos se dispone de fichas individualizadas, con los datos completos del ensayo por cotas y los parámetros principales obtenidos. Se presenta el registro correspondiente al Sondeo N°-1836, el situado más al Este en el plano siguiente





PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

INFORMACIÓN GENERAL						
Número	CoordX	CoordY	CoordZ	Hoja Plano	Año Realización	Tipo
1836	442,46	4.468,67	564,6	559-3-4	1980	SONDEO
Título Estudio			Observaciones			
DEPURADORA "LA CHINA"						
Realizado			Propiedad			
Rodio, Cimentaciones Especiales.			Ayuntamiento de Madrid.			
Localización			Recopilador			
Ayuntamiento de Madrid.			Mercedes Echegaray Giménez.			

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO						
Prof. (m)	Niv. Agua. (m)	Diam. (mm)	GR	Naturaleza	Color	Observaciones
						Tamaño
						Compacidad
0,5		76	11	Suelos orgánicos (Cuaternario).		
				TV	Suelo o tierra vegetal	- Sin datos
				--	Sin datos	- Sin datos
4,0		76	12	Arcillas y Margas del Cuaternario.		
				AC(ILI*AR)	Arcilla con intercalaciones de limo con mezcla de Arena	- Sin datos
				PF	Marrón obscuro	- Sin datos
4,7	3,5	76	13	Arcillas, limos y Arenas del Cuaternario.		
				AR(ILI*AC)	Arena con intercalaciones de limo con mezcla de Arcilla	F De grano fino
				PI	Marrón	- Sin datos
5,5	3,5	76	14	Arenas, gravillas y gravas del Cuaternario.		
				AR(IGR)	Arena con intercalaciones de grava	M De grano medio
				GI	Gris	- Sin datos
6,2	3,5	38	29	Arcillas con intercalaciones de niveles de Yeso.		
				AC.YE	Arcilla y Yeso	- Sin datos
				GV	Gris verdoso	- Sin datos
10,6	3,5	38	31	Yesos masivos o Yesos con Arcillas y Carbonatos.		
				YE.AC	Yeso y Arcilla	- Sin datos
				--	Sin datos	- Sin datos

GLANULOMETRÍA ATTERBERG										
Prof. (m)	Diam 10%	Diam 30%	Diam 60%	Tamiz 200(%)	Inf.2n(%)	L.L.	I.P.	I.R.	C.Casag.	Observaciones
1,9				60.0	14.0	39	22		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja.
3,3				68.0	12.0	45	29		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja.
4,8				18.0		31	20		SC	Arena arcillosa.
6,2				88.0		61	33		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.

ENSAYO ENDOMÉTRICO								
Prof. (m)	Tip. Mue.	Diam. (mm)	I. Comp	I. Esp.	Md. End. (Kg/cm ²)	Intervalo Carga	Pres. Precons. (Kg/cm ²)	Observaciones
3,3	Inalterada	53	0.174	0.024	75.4	0.1 - 8.0		



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

DATOS CLASIFICACIONES			
Prof. (m)	H.R.B.	GR	Observaciones
1,9		12	Arcillas y Margas del Cuaternario.
3,3		12	Arcillas y Margas del Cuaternario.
4,8		14	Arenas, gravillas y gravas del Cuaternario.
6,2		29	Arcillas con intercalaciones de niveles de Yeso.
7,5		31	Yesos masivos o Yesos con Arcillas y Carbonatos.
9,0		31	Yesos masivos o Yesos con Arcillas y Carbonatos.
10,5		31	Yesos masivos o Yesos con Arcillas y Carbonatos.

PROPIEDADES ELEMENTALES						
Prof. (m)	Tip. Mue.	Diam. (mm)	Humed. (%)	Densid. Seca (gr/cm ³)	Peso Espec. (gr/cm ³)	EA. Observaciones
1,9	Inalterada	55	21.0	1.53		
3,3	Inalterada	55	24.0	1.55	2.64	
4,8	Inalterada	55	27.0	1.6		
6,2	Inalterada	28	20.0	1.61		

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE						
Prof. (m)	Tip. Mue.	Diam. (mm)	Carga Rotura (Kg/cm ²)	Altura (mm)	Deform (%)	Observaciones
3,3	Inalterada	56	0.72			
6,2	Inalterada	28	3.02			

ENSAYO DE PENETRACIÓN								
Prof. (m)	S.P.T.	Borros	Tip. Ens.	Altura (cm)	Maza (Kg)	Penet. (cm)	Golpes	Observaciones
1,9	-	-	Dinamico	76	64	20	5 N	Otros: Hince del tomanuestras.
3,3	-	-	Dinamico	76	64	20	7 N	Otros: Hince del tomanuestras.
4,8	-	-	Dinamico	76	64	20	13 N	Otros: Hince del tomanuestras.
6,2	-	-	Dinamico	76	64	20	50 N	Otros: Hince del tomanuestras.
7,5	70 N	-					-	Otros: Hince del tomanuestras.
9,0	70 N	-					-	Otros: Hince del tomanuestras.
10,5	70 N	-					-	Otros: Hince del tomanuestras.

COMPOSICIÓN QUÍMICA						
Prof. (m)	CO ₂	SO ₃	Mat. Org.	SiO ₂	Mg	Otros Elem. Quims.
6,2	-	3.3	-	-	-	-

CONTENIDO MINERAL									
Prof. (m)	Yeso	ClNa	Carb.	Bent.	Mica	Mont.	Dolo.	Otros Min.	Observaciones
1,9	-	-	X	-	-	-	-		
3,3	X	-	X	-	-	-	-		
6,2	X	-	-	-	-	-	-		
7,5	X	-	-	-	-	-	-		
9,0	X	-	-	-	-	-	-		
10,5	X	-	-	-	-	-	-		



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

En el caso de sondeos, se dispone de datos de Nspt, datos de los ensayos de laboratorio de las muestras alteradas e inalteradas obtenidas, análisis químicos de contenidos en sales del material o agua, columna litológica, etc.

En el caso de calicatas la descripción litológica y geotécnica de los materiales atravesados,.

En cuanto a penetrómetros, se han recopilado todos y cada uno de los registros de golpeo y penetración de los ensayos tipo Borros que esta Base de Datos GEOMADRID ofrece y muestra situados en las parcelas de las tres ERAR, o sus inmediaciones, al igual que cualquier otro ensayo disponible fuera de esta Base de Datos; todos han sido han sido reinterpretados y recalculados.

Se ha asignado a la simple columna de golpes / 20 cm. que proporciona el ensayo, todos los parámetros geotécnicos que este reconocimiento es capaz de aportar, y que anteriormente no se tenían.

ENSAYO DE PENETRACIÓN								
Prof. (m)	S.P.T.	Borros	Tip. Ens.	Altura (cm)	Maza (Kg)	Penet. (cm)	Golpes	Observaciones
0,8	-	37 N					-	
1,0	-	17 N					-	
2,0	-	6 N					-	
3,0	-	13 N					-	
3,2	-	6 N					-	
4,4	-	4 N					-	
5,2	-	14 N					-	
6,0	-	18 N					-	
6,8	-	8 N					-	
7,6	-	23 N					-	
8,2	-	8 N					-	
9,2	-	15 N					-	
10,8	-	5 N					-	
11,0	-	R					-	

Modelo de Datos de penetrómetro tipo Borros aportado por la Base de Datos Geotécnica GEOMADRID; en este caso el n°-8405 de la ERAR de La China



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

Para ello, se calcula a cada cota con el golpeo del Borros la resistencia dinámica (Rd) con la denominada “Fórmula de los Holandeses”, se le aplica la aproximación a capacidad portante (C.P.-F.S.-1), y posteriormente la corrección a C.P.-F.S.-3.

Con dicha Rd se calcula la resistencia en punta (Rp), y con ésta el N_{spt} equivalente al valor del N_{Borros}. Igualmente se aproxima un Módulo de def. (E), y una Resistencia al corte sin drenaje o Cu, en el caso de suelos cohesivos.

Por último, con el N_{spt} obtenido equivalente al valor del N_{Borros} se aproxima un valor de capacidad portante, o carga admisible con las formulación de Terzaghi para suelos granulares y/o cohesivos, comparándola con la carga neta que ejercerán los elementos posiblemente proyectados. Todo ello se presenta en próximos puntos.

$$R_d = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e(M + n \cdot P)}$$

ESTIMACIÓN CAPACIDAD PORTANTE	
Rd / 20 (Kp/cm ²)	F.S.- 3 Rd / 60 (Kp/cm ²)

$$N_{SPT} = \frac{R_p}{\mu}$$

Terzaghi granular a partir N_{SPT} :

B ≤ 1.3 m : $q_a = \frac{R_p}{8 \cdot \mu}$

B > 1.3 m : $q_a = R_p \cdot \left(1 + \frac{1}{3.3 \cdot B}\right)^2 \cdot \frac{1}{12 \cdot \mu}$

Asientos máximos admisibles para estas fórmulas : 2.54 cm

Terzaghi con factor de forma, cohesivos :

$$q_{adm} = \frac{5.14 \cdot \left(1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot C_u}{F} + \gamma_h \cdot D$$

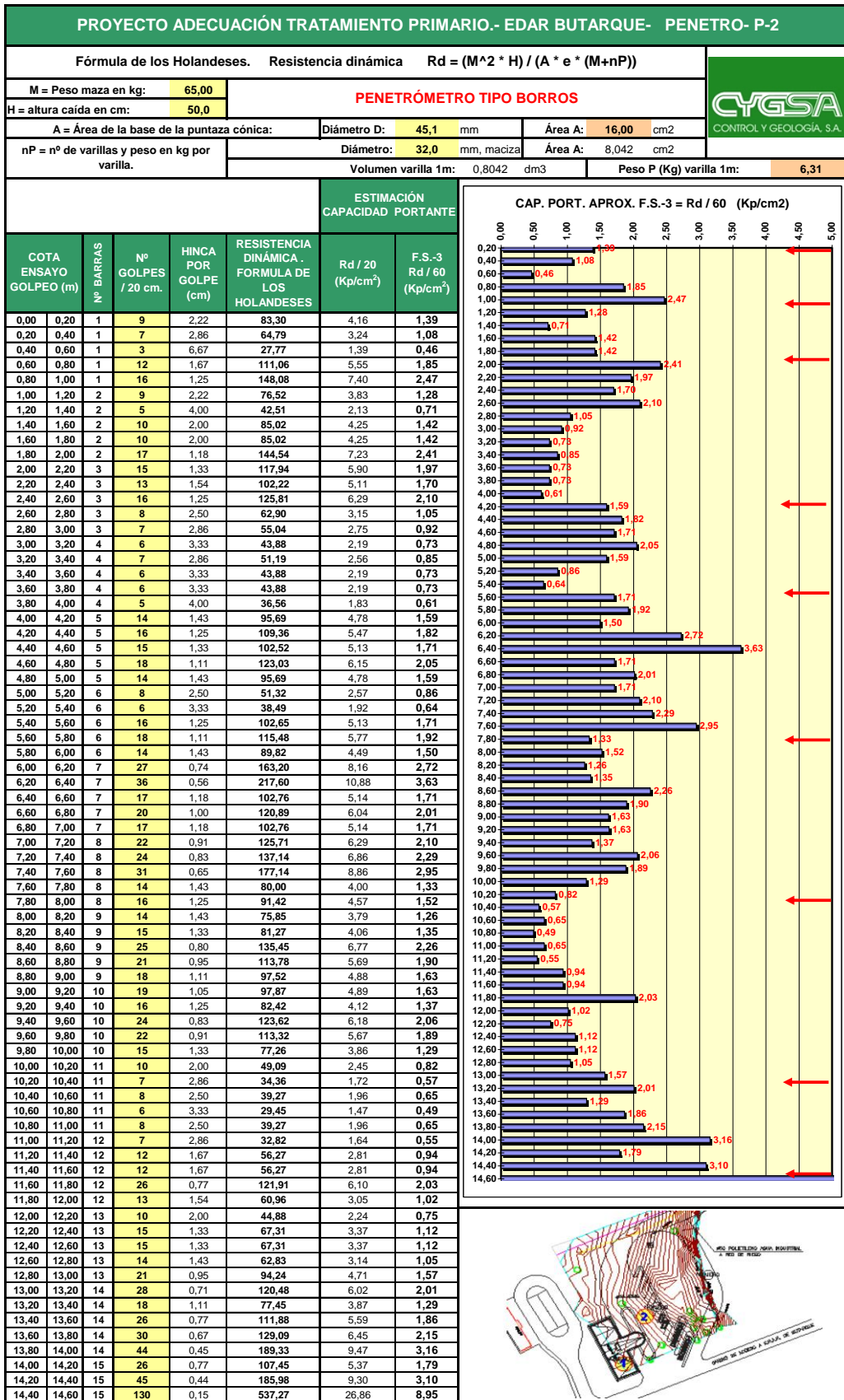
Esfuerzo vertical σ_z a profundidad z :

$$\sigma_{z \text{ media}} = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B + z \cdot \text{tag } \alpha) \cdot (L + z \cdot \text{tag } \alpha)}$$

En los dos cuadros siguientes se muestra un ejemplo concreto de el tratamiento que se le han dado a todos los datos de ensayos de penetración antecedentes disponibles, tanto de la Base de Datos de GEOMADRID, como de cualquier otra fuente.



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.





PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

PRETRAT. EDAR SUR: PENETRO P-1 INTEINCO-APARCAMIENTO										Datos para suelos cohesivos:					
PENETROMETRO TIPO D.P.S.H.										Densidad del terreno (γ):	1,80	gr/cm ³	0,0018	kg/cm ³	
Terzaghi granular a partir N _{SPT} : $B \leq 1.3m : q_a = \frac{R_p}{8 \cdot \mu}$ $B > 1.3m : q_a = R_p \cdot \left(1 + \frac{1}{3.3 \cdot B}\right)^2 \cdot \frac{1}{12 \cdot \mu}$ Asientos máximos admisibles para estas fórmulas : 2.54 cm $N_{SPT} = \frac{R_p}{\mu}$										Profundidad ciment. (D):	6,00	m	600	cm	
										Ancho de la zapata (B):	40,00	m	4000	cm	
Características de la máquina de ensayo Peso maza (M): 63,5 kg Altura caída maza (H): 75 cm Sección punta (A): 20 cm ² Peso de una barra (P): 6,31 kg $R_d = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e(M + n \cdot P)}$										Largo de la zapata (L):	40,00	m	4000	cm	
										Factor seguridad (F):	3				
$\sigma_{z\ media} = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B + z \cdot \text{tag} \alpha) \cdot (L + z \cdot \text{tag} \alpha)}$										Esfuerzo vertical σ _z a profundidad z :					
										Terzaghi con factor de forma, cohesivos :					
$q_{adm} = \frac{5.14 \cdot \left(1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot C_u}{F} + \gamma_h \cdot D$										Carga admisible (q _{adm}):	0,74	kg/cm ²	Otra metod.		
										Angulo α (°):	30			Valor μ	
Barra (n)	Prof. golpeo (m)	N D.P.S.H. (N ₂₀)	Rd (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	N _{SPT} Bowles	Carga admisible (kg/cm ²) (1)	Carga admisible (kg/cm ²) (2)	Cota cero:	Profund. final:	Fórmula a tener en cuenta:	Carga transmitida según ángulo (kg/cm ²)	Carga admisible usada (kg/cm ²)	Carga admisible (kg/cm ²)
1	0,00	8,02	56,00	33,60	67,20	0,56	10	0,81	2,24			1,00	0,74		0,93
1	0,20	1	10,83	6,50	13,00	0,11	2	0,16	1,30						0,18
1	0,40	1	10,83	6,50	13,00	0,11	2	0,16	1,30						0,18
1	0,60	15	162,45	97,47	194,94	1,63	28	2,36	4,43						2,71
1	0,80	9	97,47	58,48	116,96	0,98	17	1,41	3,09						1,62
1	1,00	5	54,15	32,49	64,98	0,54	9	0,79	2,20						0,90
2	1,20	4	39,73	23,84	47,68	0,40	7	0,58	1,90						0,66
2	1,40	3	29,80	17,88	35,76	0,30	5	0,43	1,70						0,50
2	1,60	3	29,80	17,88	35,76	0,30	5	0,43	1,70						0,50
2	1,80	3	29,80	17,88	35,76	0,30	5	0,43	1,70						0,50
2	2,00	4	39,73	23,84	47,68	0,40	7	0,58	1,90						0,66
3	2,20	4	36,69	22,01	44,03	0,37	6	0,53	1,84						0,61
3	2,40	10	91,72	55,03	110,06	0,92	16	1,33	2,97						1,53
3	2,60	9	82,55	49,53	99,06	0,83	14	1,20	2,78						1,38
3	2,80	8	73,38	44,03	88,05	0,74	13	1,06	2,60						1,22
3	3,00	9	82,55	49,53	99,06	0,83	14	1,20	2,78						1,38
4	3,20	9	76,68	46,01	92,01	0,77	13	1,11	2,66						1,28
4	3,40	1	8,52	5,11	10,22	0,09	1	0,12	1,26						0,14
4	3,60	2	17,04	10,22	20,45	0,17	3	0,25	1,43						0,28
4	3,80	3	25,56	15,34	30,67	0,26	4	0,37	1,61						0,43
4	4,00	4	34,08	20,45	40,90	0,34	6	0,49	1,78						0,57
5	4,20	3	23,86	14,32	28,64	0,24	4	0,35	1,57						0,40
5	4,40	3	23,86	14,32	28,64	0,24	4	0,35	1,57						0,40
5	4,60	4	31,82	19,09	38,18	0,32	5	0,46	1,74						0,53
5	4,80	4	31,82	19,09	38,18	0,32	5	0,46	1,74						0,53
5	5,00	3	23,86	14,32	28,64	0,24	4	0,35	1,57						0,40
6	5,20	3	22,38	13,43	26,85	0,22	4	0,32	1,54		0,20	NO	0,74	0,32	0,37
6	5,40	2	14,92	8,95	17,90	0,15	3	0,22	1,39		0,40	NO	0,73	0,22	0,25
6	5,60	2	14,92	8,95	17,90	0,15	3	0,22	1,39		0,60	NO	0,73	0,22	0,25
6	5,80	4	29,84	17,90	35,80	0,30	5	0,43	1,70		0,80	NO	0,72	0,43	0,50
6	6,00	3	22,38	13,43	26,85	0,22	4	0,32	1,54		1,00	NO	0,72	0,32	0,37
7	6,20	3	21,07	12,64	25,28	0,21	4	0,31	1,52		1,20	NO	0,72	0,31	0,35
7	6,40	4	28,09	16,85	33,71	0,28	5	0,41	1,66		1,40	NO	0,71	0,41	0,47
7	6,60	3	21,07	12,64	25,28	0,21	4	0,31	1,52		1,60	NO	0,71	0,31	0,35
7	6,80	9	63,20	37,92	75,84	0,63	11	0,92	2,39		1,80	NO	0,70	0,92	1,05
7	7,00	10	70,22	42,13	84,26	0,71	12	1,02	2,53		2,00	NO	0,70	1,02	1,17
8	7,20	6	39,80	23,88	47,76	0,40	7	0,58	1,90		2,20	NO	0,70	0,58	0,66
8	7,40	3	19,90	11,94	23,88	0,20	3	0,29	1,49		2,40	NO	0,69	0,29	0,33
8	7,60	2	13,27	7,96	15,92	0,13	2	0,19	1,35		2,60	NO	0,69	0,19	0,22
8	7,80	3	19,90	11,94	23,88	0,20	3	0,29	1,49		2,80	NO	0,68	0,29	0,33
8	8,00	4	26,53	15,92	31,84	0,27	5	0,38	1,63		3,00	NO	0,68	0,38	0,44
9	8,20	5	31,43	18,86	37,71	0,32	5	0,46	1,73		3,20	NO	0,68	0,46	0,52
9	8,40	4	25,14	15,08	30,17	0,25	4	0,36	1,60		3,40	NO	0,67	0,36	0,42
9	8,60	5	31,43	18,86	37,71	0,32	5	0,46	1,73		3,60	NO	0,67	0,46	0,52
9	8,80	3	18,86	11,31	22,63	0,19	3	0,27	1,47		3,80	NO	0,67	0,27	0,31
9	9,00	4	25,14	15,08	30,17	0,25	4	0,36	1,60		4,00	NO	0,66	0,36	0,42
10	9,20	3	17,92	10,75	21,50	0,18	3	0,26	1,45		4,20	NO	0,66	0,26	0,30
10	9,40	2	11,94	7,17	14,33	0,12	2	0,17	1,33		4,40	NO	0,65	0,17	0,20
10	9,60	3	17,92	10,75	21,50	0,18	3	0,26	1,45		4,60	NO	0,65	0,26	0,30
10	9,80	17	101,52	60,91	121,83	1,02	17	1,47	3,18		4,80		0,65	1,47	1,69
10	10,00	28	167,21	100,33	200,66	1,68	29	2,43	4,53		5,00		0,64	2,43	2,79
11	10,20	9	51,20	30,72	61,43	0,51	9	0,74	2,14		5,20		0,64	0,74	0,85
11	10,40	10	56,88	34,13	68,26	0,57	10	0,82	2,25		5,40		0,64	0,82	0,95
11	10,60	21	119,46	71,67	143,35	1,20	20	1,73	3,55		5,60		0,63	1,73	1,99
11	10,80	42	238,91	143,35	286,70	2,40	41	3,46	6,01		5,80		0,63	3,46	3,98
11	11,00	100	568,84	341,30	682,61	5,71	98	8,25	12,83		6,00		0,63	8,25	9,48

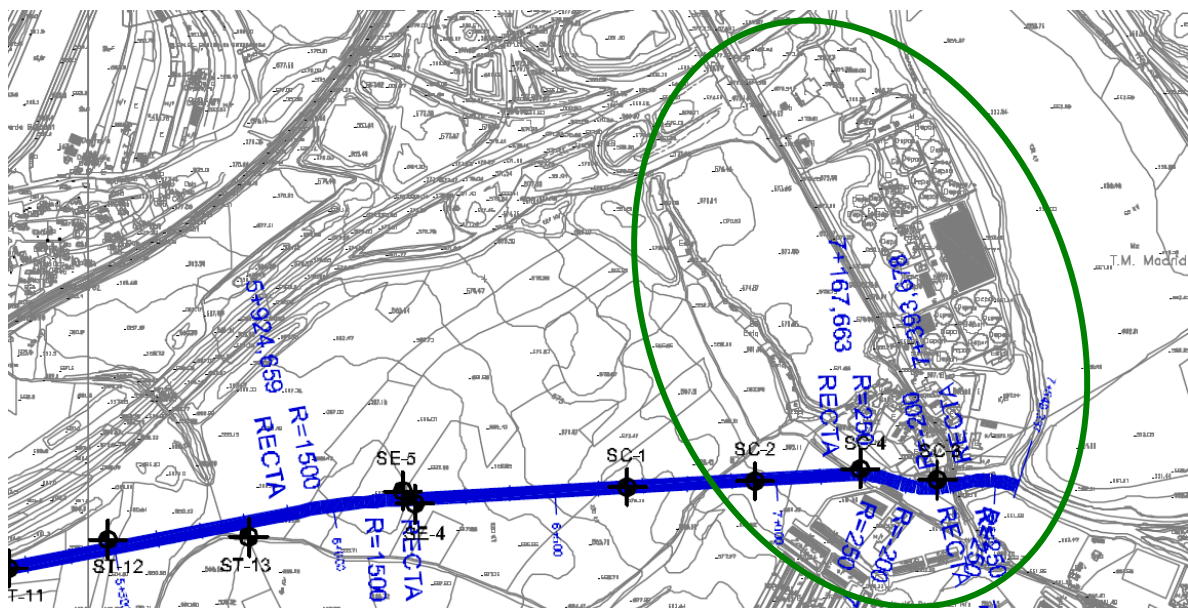


6.1.7. campaña geotécnica DEL PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL arroyo butarque.- COLECTOR BUTARQUE III

Este proyecto contemplaba la ejecución de una serie de obras para encauzar el arroyo Butarque mediante una colector que discurría parcialmente en túnel.

El trazado de esta infraestructura en proyecto finalizaba en el sector comprendido entre las ERAR de Butarque y la ERAR SUR, ya que terminaba desaguando en el río Manzanares, en su margen derecha en un tramo del cauce comprendido entre dichas dos ERAR.

La información disponible de los terrenos afectados por dicha obra es ingente, y toda es aprovechable en el presente Estudio, por lo que los datos obtenidos y analizados del citado Proyecto serán aplicables y utilizables en el presente estudio de Fase-I y en siguientes.



Trazado Colector Butarque III junto a la ERAR Butarque, en el sector entre ésta y la ERAR Sur

Los trabajos incluidos en la campaña geotécnica de este Proyecto de encauzamiento del Arroyo Butarque (Colector Butarque III) se planificaron de manera que se pudiera confeccionar, a partir de ellos, un perfil geológico-geotécnico ajustado a la realidad a lo largo del trazado y en la localización de los elementos singulares de la obra, considerando adicionalmente la información aportada por los estudios geotécnicos antecedentes.



Dicha campaña incluye sondeos mecánicos con recuperación continua de testigo, calicatas mecánicas, penetrómetros dinámicos y una serie de ensayos mediante sísmica de refracción (tomografía sísmica).

Adicionalmente, se realizaron ensayos “in situ” en el interior de los sondeos y se tomaron una serie de testigos parafinados para su ensayo en laboratorio.

La distribución de todos los reconocimientos en planta se adjunta en los planos 3 y 4.

➤ **CAMPAÑA DE SONDEOS Y ENSAYOS EN INTERIOR DE PERFORACIONES**

Para el estudio de los materiales donde se localizaba el encauzamiento del arroyo Butarque, se ha realizado una amplia campaña de campo compuesta por un total de 35 sondeos ejecutados a rotación con recuperación continua de testigo.

La nomenclatura seguida para la denominación de los sondeos se correspondía con el elemento del trazado que se pretende definir con la información aportada por ellos, así:

- SB fueron los sondeos destinados al estudio de la balsa de decantación. Su profundidad se proyectó el doble de la altura de la balsa.
- SE fueron los sondeos destinados al estudio de los emboquilles de los sondeos y al estudio del cruce del encauzamiento con la A-42, zona en la que el recubrimiento es menor. Su profundidad fue la necesaria para atravesar con holgura las cotas de clave y solera del túnel.
- ST son los sondeos destinados al estudio del trazado en túnel. Su profundidad es tal que se conozcan los materiales infrayacentes al túnel hasta un diámetro y medio bajo la solera del mismo.
- SC son los sondeos destinados al estudio del encauzamiento en falso túnel con morfología de canal. Son los menos profundos, y su longitud se estableció de manera que se atravesaran los materiales de apoyo del canal.
- SP son los sondeos destinados al estudio de las zonas donde se localizan los pozos de ventilación. Como se puede ver en el trazado en planta, muchos de los pozos proyectados cuentan con la información aportada por sondeos ST, no existiendo por tanto un sondeo SP por cada pozo proyectado.



- SET son los sondeos destinados al estudio de las zonas de emplazamiento de los estanques de tormentas de regulación de la cuenca. Su profundidad es la suficiente para conocer las características de cimentación de las balsas. Por otro lado, estos sondeos permiten estudiar la secuencia típica de los suelos de Madrid (arena de miga, tosco, peñuela, unidad yesífera) a lo largo del curso del arroyo Butarque.

En el interior de los sondeos se realizaron dos tipos de ensayos “in situ”, por un lado ensayos de penetración estándar (**SPT**) y, por otro, ensayos presiométricos. El objetivo fue conocer las características resistentes y deformacionales de los materiales ensayados. A continuación se describe con detalle cada uno de los ensayos “in situ” realizados.

El Ensayo de Penetración Estándar (SPT), consiste en la toma de muestras del subsuelo, mediante la penetración por golpeo de un tubo hueco estandarizado de 45 cm de longitud. Para la realización del ensayo se emplea un dispositivo hidráulico, automático, que permite la caída de una maza de 63,5 kg de peso, con una altura de caída de 75 cm y cadencia normalizada. Esta hincas se realiza en tres tandas sucesivas de 15 cm cada una, anotándose el número de golpes preciso para lograr cada una de estas penetraciones parciales. Con la suma de los golpes realizados en las dos últimas tandas se obtiene un valor de resistencia a la penetración estándar (N_{30}), indicativo de la capacidad portante del terreno en el que se realiza el ensayo.

Se considera que se ha obtenido rechazo (R) cuando se alcanza un golpeo superior a 50 en una tanda de 15 cm ($N_{15} > 50$), en este caso, se da por finalizado el ensayo.

Los ensayos de penetración estándar (SPT) se ejecutaron siguiendo las especificaciones de la Norma UNE 103800/92. Este ensayo permite obtener una muestra representativa del terreno para su identificación, aunque con su estructura alterada.

En total se realizaron en este Proyecto antecedente del Encauzamiento del Arroyo Butarque (colector Butarque III) 223 ensayos SPT en el interior de los sondeos. Los resultados obtenidos en la totalidad de los reconocimientos se resumen en las siguientes tablas, de los que cuales tienen interés para nuestro Estudio los realizados en sondeos próximos a las ERAR de Butarque y ERAR SUR, que son los ubicados al Este de la M-45: **ST-11, ST-12, ST-13, SE-5, SC-1, SC-2, SC-3 y SC-4.**



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

SONDEO	UNIDAD	TIPO MUESTRA	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO / 15 cm			GOLPEO N ₃₀
					15	15	15	
SB-1	QAL	SPT-1	3,25-3,70	3,48	9	7	8	15
SB-1	P	SPT-2	6,00-6,45	6,23	7	12	13	25
SB-1	P	SPT-3	9,00-9,45	9,23	8	10	12	22
SB-1	P	SPT-4	12,00-12,45	12,23	12	15	19	34
SB-1	P	SPT-5	15,00-15,45	15,23	10	18	26	44
SB-1	FY A+Y	SPT-6	18,00-18,10	18,05	50	--	--	R
SB-1	FY Y+A	SPT-7	21,05-21,15	21,10	50	--	--	R
SE-1	RA	SPT-1	3,00-3,45	3,23	3	5	6	11
SE-1	QAL	SPT-2	6,00-6,45	6,23	6	8	11	19
SE-1	P	SPT-3	9,00-9,45	9,23	9	16	24	40
SE-1	P	SPT-4	12,00-12,45	12,23	10	18	22	40
SE-2	RA	SPT-1	3,00-3,45	3,23	6	8	11	19
SE-2	P	SPT-2	6,10-6,55	6,33	11	16	22	38
SE-2	P	SPT-3	9,20-9,65	9,43	7	10	14	24
SE-2	P	SPT-4	12,15-12,60	12,38	10	14	16	30
SE-2	P	SPT-5	15,20-15,65	15,43	18	23	31	54
SE-2	FY A+Y	SPT-6	18,15-18,60	18,38	21	30	39	69
SE-6	QAL	SPT-1	3,35-3,80	3,58	4	5	8	13
SE-6	P	SPT-2	6,00-6,45	6,23	8	14	20	34
SE-6	P	SPT-3	9,05-9,50	9,28	12	18	29	47
SE-6	P	SPT-4	12,00-12,45	12,23	10	16	23	39
SE-6	PY	SPT-5	15,00-15,45	15,23	24	24	31	55
SE-6	FY A+Y	SPT-6	18,00-18,25	18,13	18	50	--	R
SE-6	FY A+Y	SPT-7	19,80-20,25	20,03	14	23	40	63
SE-3	QAL	SPT-1	2,85-3,25	3,05	7	10	11	21
SE-3	P	SPT-2	6,05-6,50	6,28	7	12	15	27
SE-3	P	SPT-3	9,40-9,85	9,63	8	13	18	31
SE-3	P	SPT-4	12,70-13,15	12,93	10	12	14	26
SE-3	P	SPT-5	15,70-16,15	15,93	12	14	16	30
SE-3	PY	SPT-6	18,70-19,15	18,93	10	18	48	66
SE-3	FY A+Y	SPT-7	21,35-21,75	21,55	30	41	50	R
ST-1	P	SPT-1	5,00-5,45	5,23	11	14	18	32
ST-1	P	SPT-2	10,40-10,85	10,60	10	13	14	27
ST-1	P	SPT-3	15,20-15,65	15,43	17	23	35	58
ST-1	FY A+Y	SPT-4	17,60-17,85	17,73	35	50	--	R
ST-1	FY A+Y	SPT-5	20,80-21,25	21,03	18	23	31	54



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

SONDEO	UNIDAD	TIPO MUESTRA	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO / 15 cm			GOLPEO N ₃₀
					15	15	15	
ST-1	P	SPT-6	25,30-25,56	25,43	33	50	--	R
ST-14	QAL	SPT-1	2,40-2,82	2,61	28	27	50	R
ST-14	QAL	SPT-2	6,35-6,80	6,57	11	13	14	27
ST-14	P	SPT-3	9,55-10,00	9,77	9	13	15	28
ST-14	P	SPT-4	12,80-13,25	13,02	16	18	22	40
ST-14	P	SPT-5	15,60-16,05	15,82	26	31	38	69
ST-14	FY A+Y	SPT-6	18,20-18,65	18,42	20	33	43	76
ST-14	FY A+Y	SPT-7	23,10-23,20	23,05	9	50	--	R
ST-15	QAL	SPT-1	6,30-6,75	6,53	11	12	12	24
ST-15	PY	SPT-2	9,70-10,15	9,93	6	6	7	13
ST-15	PY	SPT-3	12,10-12,55	12,33	14	13	14	27
ST-15	PY	SPT-4	14,80-14,90	14,85	50	--	--	R
ST-15	P	SPT-5	19,00-19,45	19,23	26	33	36	69
ST-15	FY A+Y	SPT-6	22,20-22,32	22,26	50	--	--	R
ST-15	FY A+Y	SPT-7	25,70-25,75	25,73	50	--	--	R
ST-2	QAL	SPT-1	3,00-3,45	3,22	6	7	10	17
ST-2	QAL	SPT-2	5,90-6,35	6,13	8	14	10	24
ST-2	P	SPT-3	9,30-9,75	9,53	14	20	18	38
ST-2	P	SPT-4	10,50-10,95	10,72	16	27	34	61
ST-2	FY A+Y	SPT-5	15,10-15,55	15,32	23	31	39	70
ST-2	FY A+Y	SPT-6	17,80-18,00	17,90	42	50	--	R
ST-2	P	SPT-7	21,00-21,14	21,07	50	--	--	R
ST-2	P	SPT-8	27,00-27,45	27,22	22	34	47	81
ST-2	P	SPT-9	29,00-29,23	29,11	36	50	--	R
ST-3	P	SPT-1	5,90-6,35	6,13	22	19	40	59
ST-3	P	SPT-2	9,40-9,85	9,63	7	9	12	21
ST-3	P	SPT-3	12,30-12,75	12,53	10	12	24	36
ST-3	FY Y+A	SPT-4	15,20-15,65	15,43	22	33	40	73
ST-3	FY A+Y	SPT-5	18,00-18,45	18,23	17	40	35	75
ST-3	FY A+Y	SPT-6	20,60-21,04	20,82	39	45	50	R
ST-3	FY Y+A	SPT-7	23,60-23,68	23,64	50	--	--	R
ST-3	FY Y+A	SPT-8	26,80-27,24	27,02	23	39	50	R
ST-3	P	SPT-9	29,80-30,25	30,03	23	33	45	78
ST-4	RA	SPT-1	3,25-3,70	3,48	8	11	12	23
ST-4	P	SPT-2	6,35-6,80	6,58	18	15	18	33
ST-4	P	SPT-3	9,40-9,85	9,63	6	10	12	22
ST-4	P	SPT-4	12,25-12,65	12,45	6	17	50	R



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

SONDEO	UNIDAD	TIPO MUESTRA	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO / 15 cm			GOLPEO N ₃₀
					15	15	15	
ST-4	FY Y+A	SPT-5	15,30-15,40	15,35	50	--	--	R
ST-4	PY	SPT-6	18,50-18,95	18,73	16	23	35	58
ST-4	FY A+Y	SPT-7	22,30-22,55	22,43	34	50	--	R
ST-4	PY	SPT-8	25,65-25,75	25,70	50	--	--	R
SP-1	RA	SPT-1	3,05-3,50	3,23	7	5	6	11
SP-1	P	SPT-2	9,45-9,90	9,68	2	6	9	15
SP-1	FY A+Y	SPT-3	15,20-15,40	15,30	19	50	--	R
SP-1	PY	SPT-4	21,50-21,70	21,60	41	50	--	R
SP-1	FY Y+A	SPT-5	27,10-27,35	27,23	24	50	--	R
ST-16	RA	SPT-1	3,25-3,70	3,48	10	13	14	27
ST-16	QAL	SPT-2	6,00-6,45	6,23	11	12	14	26
ST-16	QAL	SPT-3	11,00-11,45	11,23	10	10	12	22
ST-16	FY A+Y	SPT-4	16,00-16,25	16,13	19	50	--	R
ST-16	P	SPT-5	22,00-22,45	22,23	17	27	35	62
ST-16	FY Y+A	SPT-6	26,60-26,85	26,73	50	--	--	R
ST-16	FY Y+A	SPT-7	30,50-30,75	30,63	30	50	--	R
ST-16	P	SPT-8	35,25-35,70	35,48	23	34	49	83
ST-5	QAL	SPT-1	6,25-6,70	6,48	4	4	4	8
ST-5	QAL	SPT-2	9,25-9,70	9,48	3	3	5	8
ST-5	FY A+Y	SPT-3	12,40-12,65	12,53	20	50	--	R
ST-5	FY Y+A	SPT-4	15,00-15,10	15,05	50	--	--	R
ST-5	FY A+Y	SPT-5	20,00-20,45	20,23	15	24	30	54
ST-5	FY A+Y	SPT-6	25,00-25,10	25,05	50	--	--	R
ST-5	FY A+Y	SPT-7	28,00-28,25	28,13	39	50	--	R
ST-5	P	SPT-8	31,50-31,95	31,73	15	25	38	63
ST-5	P	SPT-9	34,80-35,25	35,03	19	30	47	77
ST-5	P	SPT-10	37,40-37,65	37,53	40	50	--	R
ST-6	QAL	SPT-1	3,40-3,85	3,62	12	19	23	42
ST-6	P	SPT-2	6,00-6,45	6,22	14	21	30	51
ST-6	P	SPT-3	9,45-9,90	9,67	15	20	29	49
ST-6	FY A+Y	SPT-4	13,35-13,80	13,57	15	3	14	17
ST-6	FY Y+A	SPT-5	15,50-15,60	15,55	50	--	--	R
ST-6	FY Y+A	SPT-6	18,50-18,60	18,55	50	--	--	R
ST-6	FY A+Y	SPT-7	21,50-21,95	21,72	15	20	33	53
ST-6	FY Y+A	SPT-8	24,80-24,90	24,85	50	--	--	R
ST-6	FY Y+A	SPT-9	28,50-28,60	28,55	50	--	--	R
ST-6	FY Y+A	SPT-10	31,50-31,90	31,70	17	25	50	R



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

SONDEO	UNIDAD	TIPO MUESTRA	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO / 15 cm			GOLPEO N ₃₀
					15	15	15	
ST-6	P	SPT-11	35,35-35,80	35,57	19	32	42	74
ST-6	P	SPT-12	39,50-39,95	39,72	20	35	48	83
ST-7	P	SPT-1	6,00-6,45	6,22	7	10	10	20
ST-7	FY Y+A	SPT-2	8,90-8,97	8,93	50	--	--	R
ST-7	FY Y+A	SPT-3	12-20-12,28	12,24	50	--	--	R
ST-7	FY A+Y	SPT-4	16,20-16,63	16,41	23	31	50	81
ST-7	FY Y+A	SPT-5	21,00-21,05	21,02	50	--	--	R
ST-7	P	SPT-6	27,35-27,80	27,57	32	41	46	87
ST-7	P	SPT-7	30,40-30,86	30,63	29	37	46	83
ST-7	P	SPT-8	33,30-33,80	33,55	28	39	49	88
ST-7	P	SPT-9	36,40-36,68	36,54	46	50	--	R
ST-7	FY A+Y	SPT-10	42,35-42,42	42,38	50	--	--	R
ST-8	QAL	SPT-1	6,00-6,45	6,22	3	4	6	10
ST-8	FY Y+A	SPT-2	8,55-8,65	8,60	50	--	--	R
ST-8	FY A+Y	SPT-3	11,90-12,35	12,12	20	26	39	65
ST-8	FY A+Y	SPT-4	14,90-15,15	15,02	42	50	--	R
ST-8	FY A+Y	SPT-5	17,70-17,80	17,75	50	--	--	R
ST-8	FY A+Y	SPT-6	20,70-20,80	20,75	50	--	--	R
ST-8	P	SPT-7	23,40-23,85	23,62	19	31	42	73
ST-8	P	SPT-8	26,65-27,10	26,88	13	20	33	53
ST-8	P	SPT-9	31,65-32,10	31,87	25	35	41	76
ST-8	P	SPT-10	34,50-34,94	34,72	28	37	50	R
ST-9	PY	SPT-1	5,80-6,25	6,02	8	12	15	27
ST-9	FY A+Y	SPT-2	9,00-9,25	9,12	30	50	--	R
ST-9	FY A+Y	SPT-3	12,15-12,40	12,27	40	50	--	R
ST-9	FY A+Y	SPT-4	15,15-15,40	15,27	26	50	--	R
ST-9	P	SPT-5	18,15-18,60	18,37	13	20	28	48
ST-9	P	SPT-6	21,50-21,95	21,72	16	24	33	57
ST-9	P	SPT-7	24,40-24,85	24,62	14	24	31	55
ST-9	P	SPT-8	27,00-27,45	27,22	18	27	35	62
ST-9	P	SPT-9	30,00-30,45	30,22	14	22	32	54
ST-9	P	SPT-10	34,65-34,75	34,70	50	--	--	R
ST-10	QAL	SPT-1	6,25-6,70	6,47	4	3	2	5
ST-10	P	SPT-2	8,70-9,15	8,92	7	12	19	31
ST-10	P	SPT-3	11,85-12,20	12,02	12	15	20	35
ST-10	P	SPT-4	14,70-15,15	14,92	11	16	21	37
ST-10	P	SPT-5	18,00-18,45	18,22	9	13	18	31



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

SONDEO	UNIDAD	TIPO MUESTRA	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO / 15 cm			GOLPEO N ₃₀
					15	15	15	
ST-10	PY	SPT-6	21,30-21,75	21,52	14	22	35	57
ST-10	FY A+Y	SPT-7	25,15-25,25	25,20	50	--	--	R
ST-10	FY Y+A	SPT-8	28,15-28,25	28,20	50	--	--	R
ST-10	FY Y+A	SPT-9	33,00-33,05	33,02	50	--	--	R
ST-10	FY Y+A	SPT-10	36,00-36,05	36,02	50	--	--	R
SP-2	FY Y+A	SPT-1	3,10-3,20	3,15	50	--	--	R
SP-2	P	SPT-2	9,50-9,95	9,70	10	15	24	39
SP-2	PY	SPT-3	15,00-15,45	15,23	11	18	30	48
SP-2	FY Y+A	SPT-4	21,20-21,45	21,33	35	50	--	R
ST-11	P	SPT-1	3,15-3,60	3,37	7	9	12	21
ST-11	PY	SPT-2	5,95-6,40	6,17	8	16	31	47
ST-11	PY	SPT-3	8,90-9,30	9,10	14	23	32	55
ST-11	PY	SPT-4	15,00-15,45	15,22	8	13	17	30
ST-11	FY Y+A	SPT-5	21,00-21,05	21,02	50	--	--	R
ST-11	FY Y+A	SPT-6	28,50-28,60	28,55	50	--	--	R
ST-12	FY Y+A	SPT-1	3,00-3,07	3,03	50	--	--	R
ST-12	FY A+Y	SPT-2	6,05-6,50	6,27	19	23	39	62
ST-12	FY A+Y	SPT-3	9,30-9,75	9,52	15	25	49	74
ST-12	PY	SPT-4	12,90-13,05	12,97	50	--	--	R
ST-12	PY	SPT-5	16,00-16,40	16,20	34	42	50	R
ST-12	FY A+Y	SPT-6	19,00-19,11	19,05	50	--	--	R
ST-13	FY Y+A	SPT-1	3,00-3,40	3,20	44	17	50	R
ST-13	FY A+Y	SPT-2	6,30-6,75	6,52	12	15	20	35
ST-13	FY A+Y	SPT-3	9,85-10-10	9,97	29	50	--	R
ST-13	FY A+Y	SPT-4	13,00-13,25	13,12	38	50	--	R
ST-13	FY Y+A	SPT-5	16,00-16,40	16,20	25	46	50	R
ST-13	FY A+Y	SPT-6	19,00-19,10	19,05	50	--	--	R
SC-1	QAL	SPT-1	3,00-3,14	3,07	50	--	--	R
SC-1	QAL	SPT-2	6,00-6,41	6,02	24	39	50	R
SC-1	FY A+Y	SPT-3	9,20-9,65	9,42	19	16	14	30
SC-1	FY Y+A	SPT-4	12,00-12,13	12,06	50	--	--	R
SC-1	FY Y+A	SPT-5	15,00-15,11	15,05	50	--	--	R
SC-1	FY Y+A	SPT-6	18,00-18,10	18,05	50	--	--	R
SC-1	FY Y+A	SPT-7	19,60-19,74	19,67	50	--	--	R
SC-2	QAL	SPT-1	3,00-3,45	3,22	5	7	9	16
SC-2	QAL	SPT-2	6,00-6,45	6,22	2	2	2	4
SC-2	FY A+Y	SPT-3	9,00-9,45	9,22	11	17	22	39



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

SONDEO	UNIDAD	TIPO MUESTRA	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO / 15 cm			GOLPEO N ₃₀
					15	15	15	
SC-2	FY Y+A	SPT-4	11,40-11,53	11,46	50	--	--	R
SC-2	FY Y+A	SPT-5	15,80-15,89	15,84	50	--	--	R
SC-2	FY Y+A	SPT-6	18,00-18,12	18,06	50	--	--	R
SC-2	FY Y+A	SPT-7	20,90-21,11	21,00	50	--	--	R
SC-4	QAL	SPT-1	1,10-1,55	1,33	3	4	6	10
SC-4	FY A+Y	SPT-2	6,20-6,55	6,34	26	38	31	69
SC-4	FY Y+A	SPT-3	12,10-12,20	12,15	50	--	--	R
SC-3	RA	SPT-1	2,00-2,45	2,22	2	3	5	8
SC-3	QAL	SPT-2	5,20-5,60	5,40	9	21	50	R
SC-3	FY A+Y	SPT-3	8,30-8,45	8,37				
SC-3	FY A+Y	SPT-4	11,10-11,51	11,30	19	27	50	R
SE-4	PY	SPT-1	2,90-3,35	3,12	10	13	14	27
SE-4	PY	SPT-2	5,90-6,35	6,12	15	11	16	27
SE-4	PY	SPT-3	8,80-9,25	9,02	21	30	42	72
SE-4	PY	SPT-4	12,25-12,70	12,47	15	28	30	59
SE-4	FY Y+A	SPT-5	15,15-15,40	15,27	30	50	--	R
SE-4	FY A+Y	SPT-6	18,30-18,40	18,35	50	--	--	R
SE-5	PY	SPT-1	3,00-3,40	3,20	8	20	50	R
SE-5	PY	SPT-2	6,25-6,70	6,47	17	8	17	25
SE-5	PY	SPT-3	9,00-9,45	9,22	16	19	21	40
SE-5	PY	SPT-4	12,05-12,30	12,17	20	50	--	R
SE-5	PY	SPT-5	15,10-15,35	15,22	30	50	--	R
SE-5	FY A+Y	SPT-6	18,10-18,35	18,22	30	50	--	R
SET-1	TA	SPT-1	3,30-3,75	3,53	12	15	19	34
SET-1	TA	SPT-2	6,40-6,85	6,63	14	23	30	53
SET-1	TA	SPT-3	9,40-9,85	9,63	17	27	43	70
SET-2	TA	SPT-1	3,00-3,45	3,23	13	19	20	39
SET-2	TA	SPT-2	6,20-6,65	6,43	14	19	25	44
SET-2	TA	SPT-3	10,00-10,45	10,23	20	32	34	66
SET-3	QAL	SPT-1	3,00-3,45	3,23	4	5	5	10
SET-3	T	SPT-2	6,30-6,75	6,53	11	19	25	44
SET-3	T	SPT-3	8,30-8,75	8,53	12	15	18	33
SET-3	T	SPT-4	11,00-11,45	11,23	14	19	30	49
SET-4	RA	SPT-1	3,00-3,45	3,23	3	4	4	8
SET-4	P	SPT-2	6,10-6,55	6,33	14	22	40	62
SET-4	P	SPT-3	9,10-9,50	9,3	17	28	50	78
SET-4	P	SPT-4	12,10-12,55	12,33	15	21	25	46
SET-5	QAL	SPT-1	3,00-3,45	3,23	5	5	5	10



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

SONDEO	UNIDAD	TIPO MUESTRA	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO / 15 cm			GOLPEO N ₃₀
					15	15	15	
SET-5	P	SPT-2	6,00-6,45	6,23	12	24	32	56

Resumen de ensayos SPT. RA: relleno antrópico; QAL: cuaternario aluvial; P: unidad peñuelas; PY: unidad peñuelas yesíferas; FY: unidad formación yesífera (A+Y arcillas con contenidos hasta el 50% de yesos, Y+A arcillas con contenidos en yeso superiores al 50%), TA tosco arenoso, T tosco.



Ensayos Presiométricos en sondeos: El objetivo de la realización de ensayos presiométricos en el interior de los sondeos es medir la deformabilidad del terreno y estimar las subsidencias creadas por la perforación del túnel.

Este ensayo se realiza en el interior de un sondeo y consiste en aplicar escalonadamente una presión radial mediante una sonda dilatante en el interior del sondeo, midiendo el desplazamiento que se introduce en el terreno circundante. La presión se aplica a través de una camisa de caucho por medio de agua o gas.

Dependiendo del tipo y características del terreno ensayado se obtiene la curva de presión-deformación en la que se distingue una fase inicial o de puesta en contacto de la sonda con las paredes del sondeo, una fase elástica lineal que representa el comportamiento elástico del suelo, y una plástica o de deformación irre recuperable hasta llegar a la rotura del suelo.

A partir de esa curva se calcula la presión de fluencia o presión a la que el material deja de comportarse elásticamente y la presión límite que es la presión a la que el terreno se cizalla, no admitiendo ningún incremento de presión.

El equipo empleado en los presiómetros realizados en este Proyecto antecedente de encauzamiento del Arroyo Butarque fue una sonda SUNDA-APAGEO, cuyas características se resumen a continuación:

- Diámetro de la sonda (mm.): 60
- Volumen inicial de la sonda (cm³): 535

En total se realizaron 32 ensayos presiométricos, dos por sondeo para caracterización del trazado en túnel a profundidades aproximadamente coincidentes con las cotas de clave y túnel.

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos en los ensayos presiométricos realizados, de los que son especialmente interesantes los referentes a los sondeos próximos a las ERAR Butarque y ERAR SUR, que son los ubicados al Este de la M-45: **ST-11, ST-12, ST-13, SE-5, SC-1, SC-2, SC-3 y SC-4.**



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

SONDEO	PROF. (m)	UNIDAD GEOTÉCNICA	PRESIÓN LÍMITE (bar)	PRESIÓN NETA (bar)	MÓDULO PRESIOMÉTRICO (bar)	OBSERVACIONES
ST-1	11,40	P	30,2	26,70	202,69	--
ST-1	18,30	FY A+Y	--	--	1.233,31	Rotura
ST-2	11,35	P	38,7	35,20	719,23	--
ST-2	18,30	FY A+Y	>48	>45,2	956,48	--
ST-3	17,20	FY A+Y	>52	>49,2	1.137,97	--
ST-3	24,60	FY Y+A	>52	>49,9	3.761,24	--
ST-4	18,00	PY	>52	>49,2	713,94	--
ST-4	25,35	FY A+Y	>52	>49,9	1.656,65	--
ST-5	24,30	FY A+Y	>52	>49,8	1.352,96	--
ST-5	31,20	P	45,6	44,10	694,02	--
ST-6	28,15	FY A+Y	>52	>46,2	2.007,90	--
ST-6	35,00	P	>52	>50,9	814,04	--
ST-7	28,30	P	>52	>50,2	2.318,23	--
ST-7	35,10	P	54,9	53,80	2.473,80	--
ST-8	26,15	P	36,5	34,50	514,61	--
ST-8	31,10	P	36,3	34,80	776,52	--
ST-9	26,50	P	26,3	24,30	306,39	rotura.
ST-9	34,20	P	>50	>48,8	1.361,44	--
ST-10	22,80	FY A+Y	>54	>51,7	2.196,60	--
ST-10	30,05	FY Y+A	>52	>50,4	4.465,90	--
ST-11	20,00	FY Y+A	>40	>37,5	4.944,64	Rotura
ST-11	28,20	FY Y+A	>50	>48,2	3.809,12	--
ST-12	12,40	PY	>52	>48,7	844,49	--
ST-12	20,20	FY A+Y	>52	>49,40	1.971,06	--
ST-13	11,15	FY A+Y	>44	>43	649,04	--
ST-13	18,00	PY	21,20	19,90	436,75	--
ST-14	12,50	P	28,00	24,70	634,49	--
ST-14	19,40	FY A+Y	>48	>45,4	1.026,76	--
ST-15	16,10	PY	>52	>49	1.223,08	--
ST-15	23,50	FY A+Y	>50	>49,8	1.704,53	--
ST-16	20,30	P	>52	>49,4	1.423,10	--
ST-16	30,20	FY Y+A	>52	>50,4	1.527,25	--

Resumen ensayos presiométricos. RA: relleno antrópico; QAL: cuatern. aluvial; P: unidad peñuelas; PY: unidad peñuelas yesíferas; FY: unidad formación yesífera (A+Y arcillas con contenidos hasta el 50% de yesos, Y+A arcillas con contenidos en yeso superiores al 50%).

Ensayos de Permeabilidad: En los sondeos ejecutados en este proyecto antecedente se midió el nivel freático en distintas fechas con el fin de obtener una idea aproximada de



la posición del nivel freático una vez que se ha estabilizado puesto que durante la perforación de los sondeos se introduce agua para refrigerar el elemento de corte y las primeras mediciones podrían dar lugar a posiciones del nivel freático no representativas.

Las últimas mediciones se realizaron varios meses después de finalizar la campaña geotécnica pudiendo a partir de ellas establecer la posición del nivel freático.

Los resultados de estas mediciones se recogen en la tabla siguiente de características de los sondeos realizados, de los que son especialmente interesantes los referentes a los sondeos próximos a las ERAR Butarque y ERAR SUR, que son los ubicados al Este de la M-45: **ST-11, ST-12, ST-13, SE-5, SC-1, SC-2, SC-3 y SC-4.**

Es especialmente relevante el dato de posición del freático en dichos sondeos próximos a las dos ERAR, sobre todo a la de Butarque; el nivel se ubica en estos 8 sondeos entre 2,70 y 4,00 m. de profundidad del emboquille de la perforación.

En relación a dicha cota de emboquille, el nivel medido no es un nivel común ya que muchos niveles están a cota absoluta por encima del emboquille de sondeos próximos; lo que si indica es que el agua está saturando un nivel superficial de rellenos, vertidos o aluviones permeable que tiene una base impermeable, confinando el agua. El inconveniente de este esquema es que afecta directamente a los elementos constructivos que se proyecten en el marco de este Estudio.

Para tener una idea de la permeabilidad de los materiales atravesados, se realizaron tres ensayos de permeabilidad tipo Gilg-Gavard (en los sondeos ST-11, ST-12 y ST-16, los dos primeros muy interesantes al estar directamente en nuestra zona de Estudio).

Los ensayos se realizaron a nivel variable, introduciendo agua en el pozo de sondeo hasta la boca del mismo y posteriormente se midiendo el nivel de agua en intervalos de tiempo sucesivos. De esta manera se puede estimar la permeabilidad de los materiales ensayados, mediante la expresión:



$$k = \frac{(1,308 \cdot d^2 \Delta h)}{\Delta h_m \Delta t}$$

Donde: k es la permeabilidad y se mide en cm/s

- d es el diámetro del sondeo
- Δh (m) es el descenso del nivel de agua para el intervalo Δt (min)
- h_m es la altura media del nivel de agua en el intervalo Δt (m)

En los sondeos ST-11 y ST-16, se han obtenido resultados similares, que son permeabilidades del orden de 10^{-6} cm/s, mientras que en el sondeo ST-12 no ha habido descenso alguno del nivel de agua en la duración del ensayo, lo que indica una fuerte impermeabilidad. Como se observa en la siguiente tabla (Terzaghi y Peck 1967), los materiales atravesados por el túnel pueden considerarse suelos de muy bajo grado de permeabilidad.

Grado de permeabilidad	Valor de k (cm.seg)
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	10^{-1} – 10^{-3}
Baja	10^{-3} – 10^{-5}
Muy baja	10^{-5} – 10^{-7}
Prácticamente impermeable	Menor de 10^{-7}

Según Terzaghi y Peck, 1967.

Clasificación de los suelos según sus coeficientes de permeabilidad (Mecánica de suelos. T. Willian Lambe & Robert V. Whitman)

En resumen, en total, en este Proyecto Antecedente de Encauzamiento del Arroyo Butarque (Colector Butarque III), dentro de la campaña de sondeos mecánicos, se realizaron 35 sondeos, con una longitud total perforada de 997,64 m.



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

Se ejecutaron en el interior de dichos sondeos 223 ensayos de penetración tipo SPT, y 32 ensayos presiométricos a distintas cotas y tres ensayos de permeabilidad tipo Gilg-Gavard.

Se tomaron asimismo 65 testigos parafinados para su posterior ensayo en laboratorio.

De todo lo realizado en este Proyecto antecedente se han obtenido los datos, y se dispone de los referentes a todos los reconocimientos realizados en las inmediaciones de las ERAR de Butarque y Sur, que serán tenidos en cuenta en el presente Estudio.

En la siguiente tabla se recogen las características de los sondeos con información disponible, de los que son especialmente interesantes los referentes a los sondeos próximos a las ERAR Butarque y ERAR SUR, que son los ubicados al Este de la M-45: **ST-11, ST-12, ST-13, SE-5, SC-1, SC-2, SC-3 y SC-4:**



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

DENOMINACIÓN	SITUACION (P.K.)	COORDENADAS			OBJETO	Dist. al eje (m)	PROF. (m)	FECHA		SONDA	TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS IN SITU				NIVEL FREÁTICO	
		X	Y	Z				INICIO	FIN		SPT	TP	PRESIÓMETRO	GILG-GAVARD	PROF. (m)	FECHA
SB-1	BALSA	438.821,62	4.467.098,66	606,75	BALSA	24	29,50	4-dic-07	4-dic-07	CIBELES C-60	7	2	0	0	5,70	06/05/08
SE-1	0+270 CRUCE A-42	438.705,92	4.467.280,23	603,51	CRUCE A-42	--	15,40	28-nov-07	28-nov-07	ROLATEC RL 48L	4	2	0	0	5,10	06/05/08
SE-7	0+327 CRUCE A-42	438.738,00	4.467.221,00	603,50	CRUCE A-42	24	8,35	29-jul-08	29-jul-08	ISSA GM	0	0	0	0	--	--
SE-6	0+373,39 CRUCE A-42	438.805,13	4.467.221,68	606,36	CRUCE A-42	0	20,25	28-nov-07	29-nov-07	CIBELES C-60	7	2	0	0	5,10	06/05/08
SE-2	0+460,32 CRUCE A-42	438.820,40	4.467.134,97	605,57	CRUCE A-42	0	30,00	29-nov-07	30-nov-07	ROLATEC RL 48L	6	2	0	0	5,60	06/05/08
SE-3	EMBOQUILLE	438.821,62	4.467.098,66	606,80	EMBOQUILLE	0	30,35	30-nov-07	4-dic-07	CIBELES C-60	7	2	0	0	5,70	06/05/08
ST-1	0+200	438.897,92	4.466.901,12	606,37	TÚNEL	0	30,00	27-nov-07	28-nov-07	ROLATEC RL 48L	6	5	2	0	8,20	06/05/08
ST-14	0+380	439.001,81	4.466.774,55	606,80	TÚNEL	0	30,00	3-dic-07	4-dic-07	ROLATEC RL 48L	7	2	2	0	9,30	06/05/08
ST-2	0+573	439.085,79	4.466.600,69	603,35	TÚNEL	0	29,23	26-nov-07	27-nov-07	ROLATEC RL 48L	7	6	2	0	6,50	06/05/08
ST-15	1+211	439.174,71	4.465.968,00	610,00	TÚNEL	15,63	34,70	22-nov-07	27-nov-07	ROLATEC RL 48L	8	5	2	0	8,40	06/05/08
ST-3	1+443	439.156,80	4.465.730,61	610,00	TÚNEL	16,24	33,90	5-nov-07	7-nov-07	ROLATEC RL 48L	9	5	2	0	7,10	06/05/08
ST-4	1+622	439.150,91	4.465.544,89	611,00	TÚNEL	13,74	40,75	26-oct-07	6-nov-07	CIBELES C-60	8	1	2	0	6,40	06/05/08
SP-1	1+730	439.149,64	4.465.446,93	611,00	POZO	16	32,40	23-abr-08	24-abr-08	CIBELES C-60	5	0	0	0	6,70	06/05/08
ST-16	1+958	439.067,68	4.465.220,61	615,00	TÚNEL	31	40,80	10-dic-07	12-dic-07	CIBELES C-60	8	1	2	1	13,80	06/05/08
ST-5	2+215	439.098,99	4.464.927,47	614,78	TÚNEL	49,13	43,60	6-nov-07	8-nov-07	CIBELES C-60	10	2	2	0	10,20	06/05/08
ST-6	2+528	439.342,90	4.464.737,84	614,36	TÚNEL	0	46,00	26-nov-07	29-nov-07	CIBELES C-60	12	1	2	0	13,00	06/05/08
ST-7	3+220	439.906,45	4.464.329,48	614,00	TÚNEL	0	45,60	27-nov-07	29-nov-07	ROLATEC RL 48L	10	3	2	0	6,30	06/05/08
ST-8	3+269	439.951,31	4.464.320,79	612,30	TÚNEL	11,35	43,80	12-nov-07	14-nov-07	CIBELES C-60	10	2	2	0	5,00	06/05/08
ST-9	3+529	440.203,57	4.464.280,63	611,60	TÚNEL	0	45,00	14-nov-07	21-nov-07	CIBELES C-60	10	2	2	0	6,50	06/05/08
ST-10	4+137	440.811,91	4.464.279,93	609,00	TÚNEL	0	44,50	21-nov-07	23-nov-07	CIBELES C-60	10	1	2	0	4,60	06/05/08
SP-2	4+414	441.086,46	4.464.283,52	604,00	POZO	0	30,00	23-abr-08	24-abr-08	CIBELES C-60	4	0	0	0	2,60	06/05/08
ST-11	5+262	441.930,00	4.464.348,67	595,10	TÚNEL	0	37,20	14-dic-07	18-dic-07	CIBELES C-60	6	2	2	1	2,70	06/05/08
ST-12	5+494	442.153,86	4.464.413,76	591,84	TÚNEL	10	32,00	5-dic-07	10-dic-07	CIBELES C-60	6	2	2	1	3,00	06/05/08
ST-13	5+806	442.470,84	4.464.418,64	591,00	TÚNEL	35,26	38,80	23-oct-07	25-oct-07	CIBELES C-60	6	1	2	0	4,00	06/05/08



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

DENOMINACIÓN	SITUACION (P.K.)	COORDENADAS			OBJETO	Dist. al eje (m)	PROF. (m)	FECHA		SONDA	TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS IN SITU				NIVEL FREÁTICO	
		X	Y	Z				INICIO	FIN		SPT	TP	PRESIÓMETRO	GILG-GAVARD	PROF. (m)	FECHA
SE-4	6+190	442.844,70	4.464.493,01	588,88	EMBOQUILLE	12,38	30,10	17-oct-07	20-oct-07	CIBELES C-60	6	1	0	0	2,00	06/05/08
SE-5	6+163	442.816,96	4.464.522,54	591,00	EMBOQUILLE	18,52	30,55	22-oct-07	23-oct-07	CIBELES C-60	6	2	0	0	2,70	06/05/08
SC-1	6+591	443.236,00	4.464.527,17	577,05	CANAL	0	19,74	22-nov-07	23-nov-07	ROLATEC RL 48L	7	1	0	0	3,80	06/05/08
SC-2	6+956	443.609,19	4.464.545,44	569,00	CANAL	0	21,11	21-nov-07	21-nov-07	ROLATEC RL 48L	7	5	0	0	3,50	06/05/08
SC-4	7+200	443.846,95	4.464.572,39	560,00	CANAL	13	17,10	21-abr-08	21-abr-08	CIBELES C-60	3	0	0	0	2,60	06/05/08
SC-3	7+369	444.020,57	4.464.547,66	559,40	CANAL	0	11,51	20-nov-07	21-nov-07	ROLATEC RL 48L	4	1	0	0	4,00	06/05/08
SET-1	ESTANQUE TORMENTAS	431.788,00	4.467.833,00	670,80	ESTANQUE	--	11,50	23-jul-08	23-jul-08	ISSA GM	3	1	0	0	--	--
SET-2	ESTANQUE TORMENTAS	432.466,00	4.467.726,00	608,31	ESTANQUE	--	10,45	24-jul-08	24-jul-08	ISSA GM	3	2	0	0	--	--
SET-3	ESTANQUE TORMENTAS	435.531,00	4.467.050,00	632,00	ESTANQUE	--	11,45	23-jul-08	23-jul-08	ISSA GM	4	0	0	0	--	--
SET-4	ESTANQUE TORMENTAS	437.356,00	4.467.044,00	613,00	ESTANQUE	--	12,55	21-jul-08	22-jul-08	ISSA GM	4	1	0	0	--	--
SET-5	ESTANQUE TORMENTAS	437.990,00	4.467.276,00	605,00	ESTANQUE	--	9,45	21-jul-08	21-jul-08	ISSA GM	3	0	0	0	--	--
							TOTAL	997,64			223	65	32	3,00		

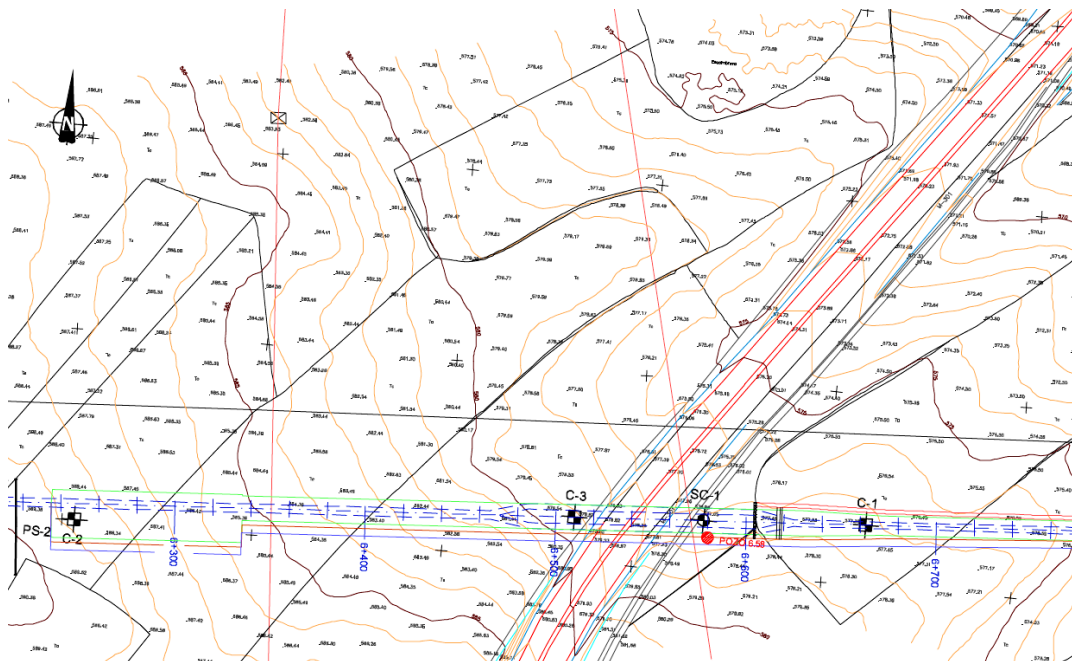
Resumen de la campaña de sondeos realizada en el Proyecto Antecedente de Encauzamiento del Arroyo Butarque (Colector Butarque III).

Campaña de Calicatero.

En este Proyecto antecedente del Encauzamiento del Arroyo Butarque (Colector Butarque III), la realización de calicatas en la zona de Proyecto en la que el trazado es en túnel no tenía sentido, puesto que la profundidad máxima que se puede alcanzar es en torno a 4 m. Por este motivo, la campaña de calicatas se ha centrado fundamentalmente en la zona donde el encauzamiento se construirá a cielo abierto (PP.KK. 6+200-7+554), que es precisamente la zona de interés en el presente Estudio, la zona superficial comprendida entre el sector sur de la ERAR de Butarque y zona Norte de la ERAR Sur..

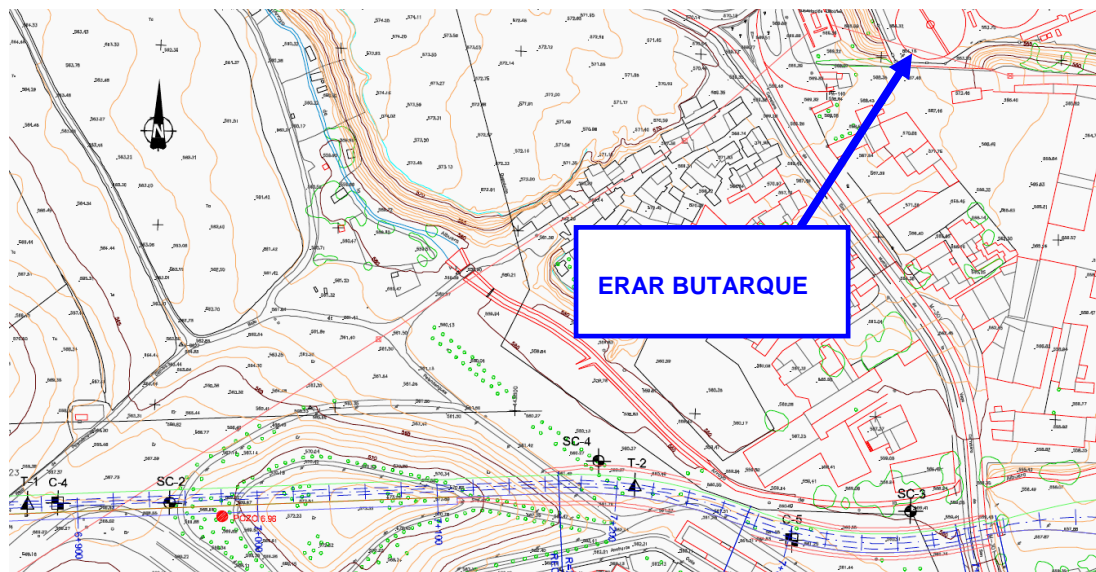
El objetivo fue determinar la naturaleza de los materiales donde se estudiaba el trazado del canal final de incorporación al río Manzanares, información apoyada por los sondeos destinados a este fin, la obtención de muestras alteradas para su posterior ensayo en laboratorio y la determinación de excavabilidad de los materiales y estabilidad de las paredes de la zanja.

Las calicatas realizadas se recogen en la siguiente tabla, estando todas en el entrono de la la ERAR de Butarque:





PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.



DENOMIN.	SITUACION (P.K.)	COORDENADAS			PROFUNDIDAD (m)
		X	Y	Z	
C-1	6+583	443.321,02	4.464.531,72	577	3,2
C-2	6+719	442.906,49	4.464.500,52	588	3,2
C-3	6+507	443.168,17	4.464.523,33	578	1,3
C-4	6+697	443547,17	4464544,26	567	3,6
C-5	7+271	443.954,91	4.464.530,64	561	3,9
C-6	7+500	444.142,40	4.464.451,03	562	3,9

Resumen de la campaña de calicatas antecedentes en el Proyecto de Encauzamiento del Arroyo Butarque (Colector Butarque III).

Como puede observarse, la profundidad alcanzada ha variado entre 1 y 4 m, excavándose siempre hasta rechazo por lo que se puede establecer a dichas profundidades la existencia del “sustrato rocoso”.

Durante la ejecución de las calicatas se ha reconocido la excavabilidad de los materiales como excavabilidad media-fácil y en ningún caso se ha detectado la presencia de nivel freático. La información obtenida está a disposición del presente Estudio.



Penetrómetros Dinámicos D.P.S.H.

En el comentado Proyecto antecedente de Encauzamiento del Arroyo Butarque (Colector Butarque III), la realización de penetrómetros dinámicos tipo DPSH tuvo como objetivo la obtención de un perfil resistente continuo del terreno.

El ensayo se ejecuta haciendo caer en caída libre una maza de 63,5 kg de peso sobre una puntaza cuadrada de sección 40 x 40 mm. desde una altura de 75 cm. Contabilizando el número de golpes necesarios para hacer penetrar la sarta de penetración en tramos de 20 cm se puede estimar la resistencia a la penetración de los materiales.

Si son necesarios más de 100 golpes para hincar los 20 cm de varilla, se considera rechazo y se da por terminado el ensayo.

En total se realizaron seis ensayos de penetración dinámica de cuyos registros se dispone y serán reinterpreados para obtener información aprovechable para el presente Estudio.

Se resumen en la siguiente tabla:

DENOMIN.	SITUACION (P.K.)	COORDENADAS			PROFUNDIDAD RECHAZO (m)
		X	Y	Z	
T-1	6+697	443.530,27	4.464.543,33	568	5,60
T-2	7+195	443.867,22	4.464.559,06	560	3,80
T-3	CRUCE A-42	438.722,41	4.467.263,99	603	14,00
T-4	CRUCE A-42	438.811,47	4.467.178,44	602	16,20
T-5	BALSA	438.844,09	4.467.114,31	605	16,60
T-6	0+194	438.885,66	4.466.919,95	606	15,20

***Resumen de la campaña de penetrómetros DPSH realizada en el Proyecto
antecedente de Encauzamiento del Arroyo Butarque; (Colector Butarque III).***

Reconocimientos Geofísicos

En el Proyecto antecedente comentado se realizaron un total de 3 extendimientos geofísicos de 60 m de longitud mediante tomografía sísmica.

La tomografía sísmica de ondas P consiste en determinar la velocidad de propagación en el terreno de las ondas sísmicas compresionales (ondas P). El procedimiento para realizar este tipo de prospección consiste en situar varios detectores de señales sísmicas (geófonos) a distancias conocidas y alineados con el lugar en el que se genera una fuente de energía. Determinando los tiempos de llegada de las ondas P a cada geófono se puede determinar la velocidad de transmisión de las ondas P a través de las diferentes capas de terreno. A partir de este dato se puede obtener un perfil geofísico que aporta una idea de la estratigrafía infrayacente, además de definir la excavabilidad de los materiales mediante tablas empíricas que correlacionan la velocidad de ondas P con la excavabilidad, clasificando los materiales como excavables, ripables, marginales o no ripables tal y como representa la siguiente figura:

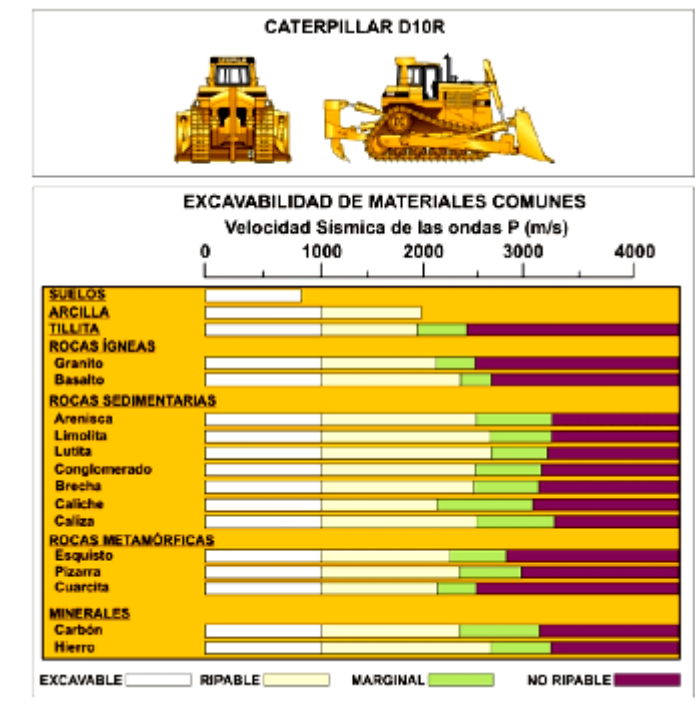
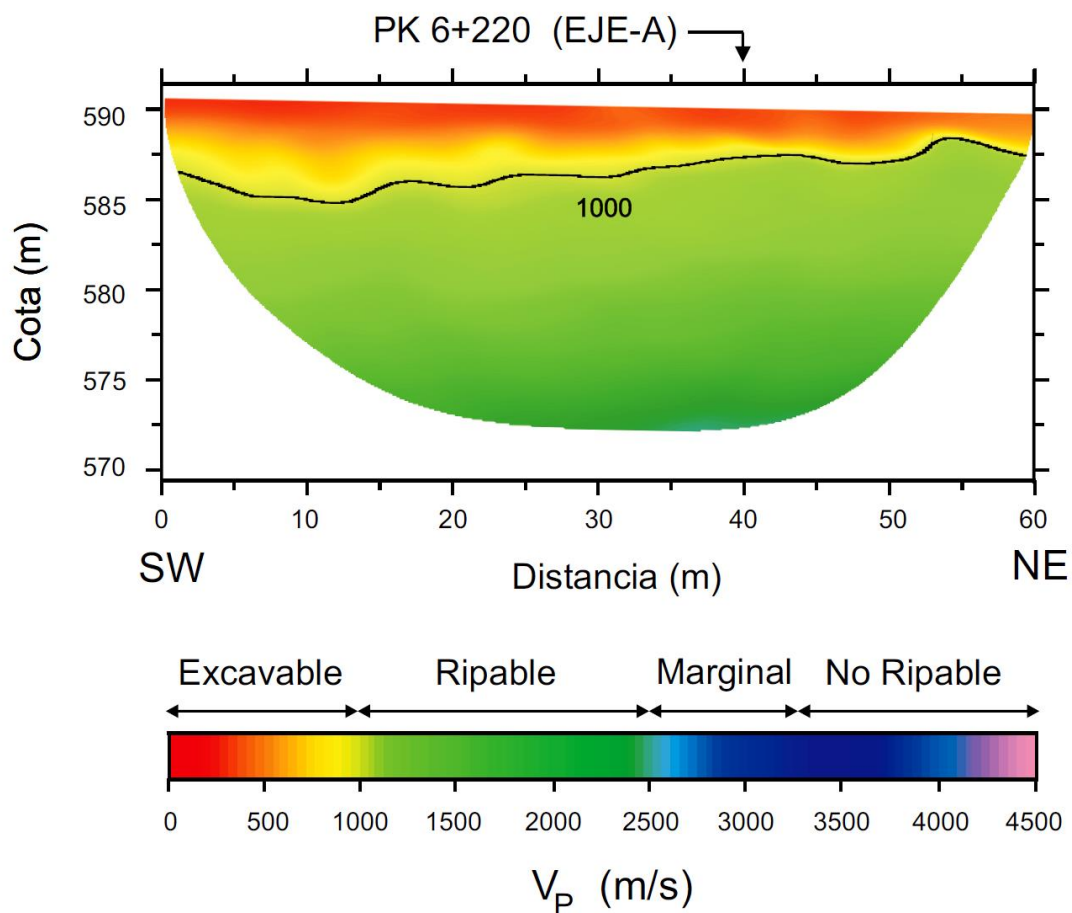


Tabla de ripabilidad basada en la máquina D-10R de Caterpillar.- (Geotechnical Engineering Techniques and Practices, Hunt, Roy E., McGraw-Hill Book Company, 1986).

En total se realizaron tres extendimientos geofísicos:

- el primero entre los PP.KK. 0+120 y 0+180 longitudinalmente al eje del cruce bajo la A-42
- el segundo en la zona de emboquille de salida del túnel de encauzamiento, aproximadamente en el P.K. 0+016, perpendicularmente al eje del trazado.
- El tercero, en la zona de nuestro interés, al ESE de la ERAR de Butarque, en la zona de emboquille de entrada del encauzamiento en túnel, aproximadamente en el P.K. 6+179, perpendicular al eje del trazado.

Los resultados sobre la excavabilidad de los materiales ensayados en este tercer perfil de nuestro interés se muestra a continuación con cada unidad geotécnica diferenciada.



Perfil de tomografía Sísmica realizado en el Proyecto Antecedente de Encauzamiento del Arroyo Butarque (Colector Butarque III) en la zona ESE de la ERAR de Butarque.

Ensayos de Laboratorio

En este comentado Proyecto antecedente de Encauzamiento del Arroyo Butarque (Colector Butarque III), la realización de ensayos de laboratorio sobre muestras tomadas



en el interior de los sondeos (bien la muestra del ensayo SPT o los testigos parafinados), se intensificó en la franja de terreno correspondiente a la rasante del túnel y su zona de influencia, considerándose fundamental la buena caracterización de los materiales de localización del túnel.

En aquellas zonas donde el recubrimiento era pequeño se procuró caracterizar, cuando fue posible, los recubrimientos de origen cuaternario. La cantidad total de ensayos realizados a lo largo del tramo se resume en la siguiente tabla, y de todos se poseen y se han recopilado y analizado los datos para su aplicación al presente Estudio:

DENOMINACIÓN	Nº ENSAYOS
Ensayos de granulometría por tamizado, según UNE 103,101	79
Ensayos de det. de los límites de Atterberg, según UNE 103103 y 103104	79
Ensayos para det. la humedad natural secado en estufa, según UNE 103300	42
Ensayos para determinar el peso específico de las partículas	6
Ensayos de contenido en materia orgánica de un suelo, según UNE 103204	11
Determinación cuantitativa de carbonatos de un suelo, según UNE 103200	1
Determinación cuantitativa de sulfatos de un suelo según UNE 103201	41
Ensayos de corte directo CU	7
Ensayos triaxial CU	10
Ensayos de compresión simple de un suelo, según UNE 103601	31
Expansividad por el método Lambe, según UNE 103600	4
Determinación de la presión de hinchamiento en edómetro	14
Ensayo de hinchamiento libre en edómetro, según UNE103601	6
Ensayo de consolidación en edómetro, según UNE 103405	6
Determinación índice abrasividad Cerchar	2
Ensayo de determinación del índice Schymazek	1

***Resumen de ensayos de laboratorio realizados en el Proyecto antecedente de
Encauzamiento del Arroyo Butarque (Colector Butarque III)***

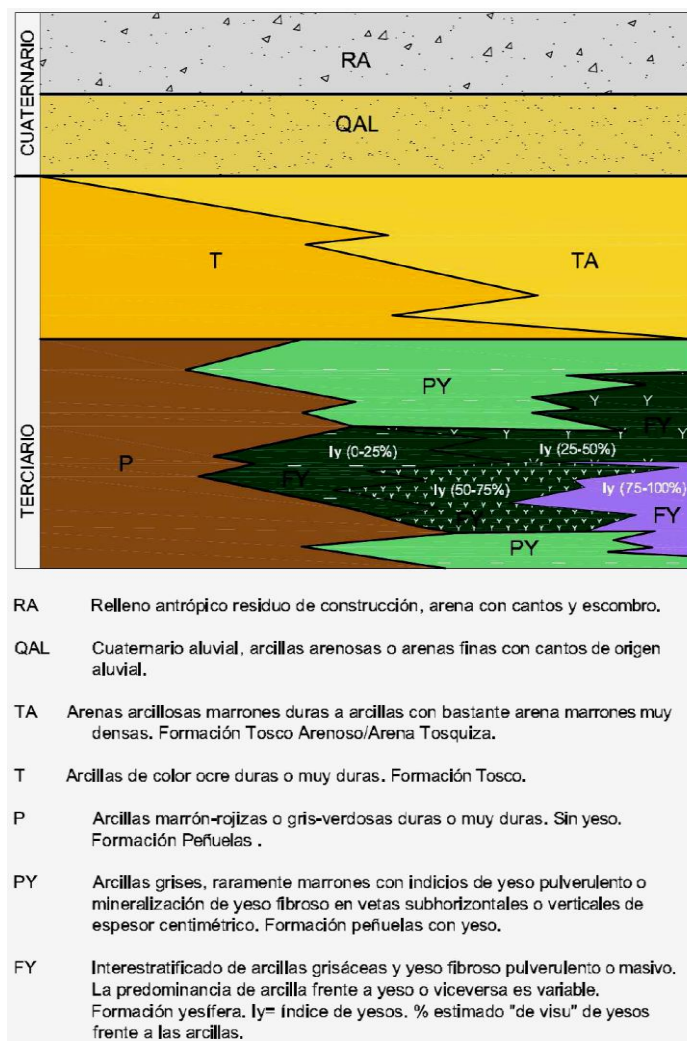
Todos los datos de estos ensayos se han recopilado y analizado, sistematizándose para aplicarlos como antecedente al presente Estudio.

En los epígrafes siguientes, se realiza una descripción geotécnica de cada una de las unidades diferenciadas en todos estos estudios antecedentes, y su aplicación y adopción en las áreas de las parcelas de las tres ERAR de interés, y sus zonas aledañas: La China, Butarque y Sur.

7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE LAS ERAR DE LA CHINA, BUTARQUE Y SUR, Y SECTORES ALEDAÑOS.

7.1. INTRODUCCIÓN; COLUMNA GENERAL ADOPTADA

En el este apartado se exponen las características geotécnicas de los niveles diferenciados, y la columna general adoptada, para referir a ella los horizontes y terrenos presentes en las tres ERAR. Todo ello en base a los datos disponibles de los trabajos antecedentes expuestos anteriormente, y de todas las investigaciones e información elaborada para el presente Estudio de Soluciones y Anteproyectos de Actuación de Saneamiento y Depuración de las Aglomeraciones Urbanas de La China, Butarque y Sur. En la columna adoptada en el presente Estudio para las unidades geotécnicas, se ha conservado la denominación geotécnica típica de los suelos de Madrid, mostrada en la siguiente columna tipo, para que se pueda contrastar con otros trabajos geotécnicos.



Las unidades mayores consideradas se dividen, de más moderno a más antiguo en:



CUATERNARIO

- **RA. Relleno Antrópico.** Compuesto por arenas arcillosas con restos de construcción (ladrillo, asfalto, hormigón, etc.).
- **QAL. Cuaternario Aluvial.** Compuesto por arenas limosas de color marrón-verdoso, medianamente densas y secas, producto de la dinámica fluvial del arroyo Butarque y del río Manzanares.

TERCIARIO

- **TA Tosco arenoso.** Esta unidad está compuesta por arenas arcillosas a arcillas con bastante arena de color marrón muy densas que conforman la transición entre la unidad Tosco infrayacente y la unidad superior (arena de miga) que no ha sido detectada. En función del contenido en finos pueden denominarse arenas tosquizas.
- **T o Tosco.** Se trata de arcillas duras a muy duras con intercalaciones de arcillas arenosas de color marrón-ocre. Se diferencian del tosco arenoso por el contenido en arenas que suele ser inferior al 30%.
- **P o Formación Peñuelas.** Esta unidad está compuesta por arcillas de distintas coloraciones, predominantemente marrones, en ocasiones gris-verdosas a negruzcas, generalmente de alta plasticidad y duras a muy duras.
- **PY o Formación Peñuela Yesífera.** Se trata de arcillas generalmente de color gris oscuro-negruzco duras a muy duras que contienen yeso bien en nódulos de carácter pulverulento, bien en vetas subverticales de yeso fibroso de espesor centimétrico. La diferencia con la unidad anterior es únicamente el contenido en yeso ya que, respecto al resto de características, son similares.
 - **FY Formación Yesífera.** Se trata de un interestratificado de arcillas gris-verdosas-negruzcas y yesos masivos o sacaroideos en distintas proporciones pudiendo ser mayoritaria la fracción arcillosa o ser mayoritaria la fracción yesífera.



Esta unidad se ha subdividido en función del contenido en yesos en: arcillas con yesos y yesos con arcillas.

7.1.1. RA. Relleno Antrópico

En esta unidad tradicionalmente incluye los materiales residuos de urbanización y construcción de infraestructuras de aportación artificial. Está compuesta por arenas arcillosas con restos de construcción (ladrillo, asfalto, hormigón, etc.). Las propiedades geotécnicas de estos materiales son difícilmente resumibles dada su heterogeneidad. El golpeo N_{spt} en general varía entre 8 y 27 por su ya comentada heterogeneidad, y la presencia de bolos y vertidos de construcción. Como media, se considera un golpeo N_{30} del SPT de 15 golpes como un valor de medio-alto.

En cuanto a los parámetros geotécnicos a adoptar, se recogen los parámetros utilizados en la práctica habitual en infraestructuras de tipologías similares, obtenidos a partir de bibliografía técnica especializada. Por otra parte, en lo que se lleva analizado y estudiado en esta Fase-I, los golpes N_{20} del DPSH obtenidos para la unidad RA son muy inferiores a 20 en la mayoría de los casos, habiendo valores muy bajos en las propias parcelas de las ERAR, algunas veces hasta profundidades de hasta 9,00 m. a veces es frecuente valores inferiores 5 de N_{20} en la mayoría del ensayo.

En cuanto a los datos disponibles de ensayos realizados sobre muestras de esta unidad, los resultados son muy heterogéneos, al igual que la naturaleza de los vertidos antrópicos. En la siguiente tabla se resumen los resultados disponibles:

UNIDAD	HUM. NAT. (%)	LÍM. ATTERBERG			GRANULOMETRÍA % QUE PASA POR EL TAMIZ					CLASIFICACIONES		
		LL	LP	IP	#20	#5	#2	#0,4	#0,08	AASHTO	CASAGRANDE	ÍNDICE DE GRUPO
RA	11,56	32,8	16,0	16,8	100	100	96,3	53,7	30,4	A-6	SC	0
RA	19,60	38,0	19,2	18,8	100	100	100	78,2	69,0	A-6	CL	11
RA	11,39	N.P.	N.P.	N.P.	84,6	84,6	84,0	80,6	31,2	--	SM	0
RA	9,44	N.P.	N.P.	N.P.	100	100	100	100	99,0	A-4	CL	0

Dada la dificultad de caracterizar estos depósitos, los parámetros geotécnicos que se adoptarán, son los recomendados en la bibliografía especializada asumiendo que son lo suficientemente conservadores como para ser característicos de este tipo de materiales:



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

- Peso específico aparente = 18,0 KN/m³
- Cohesión C'= 0 KN/m²
- Ángulo de rozamiento interno ϕ' =28°
- Módulo de deformación E=80-100 bar
- Coeficiente de Poisson ν =0,35
- Coeficiente de Balasto K=2.000 t/m³

Los ensayos geofísicos realizados en la zona de estudio, han aportado valores para las ondas P en estos materiales entre 0 y 500 m/s por lo que se consideran materiales excavables con medios mecánicos convencionales.

7.1.2. QAL. Cuaternario aluvial

Se trata de depósitos asociados a la dinámica fluvial tanto del río Manzanares y de los cauces tributarios pro ambas márgenes en el tramos del mismo comprendido entre las ERAR de La China, al Norte, hacia aguas arriba del cauce, y la ERAR SUR, al sur y hacia aguas abajo del Manzanares.

Estos materiales están compuestos por arenas limo-arcillosas de color marrón-verdoso, medianamente densas y secas, aunque se identifican también materiales predominantemente arcillosos y de alta plasticidad. Esta variabilidad composicional tiene su explicación en la arquitectura estratigráfica de estos depósitos, con abundantes cambios laterales de facies relacionados con el sistema de deposición de cada litología .

Geotécnicamente, los valores de resistencia que ofrecen los ensayos SPT sobre estos materiales en los datos disponibles, de N₃₀ son variables entre 4 y rechazo, a diferentes cotas, tal y como representa la tabla siguiente.

UNIDAD	PROF. MEDIA	GOLPEO			GOLPEO N ₃₀
		15	15	15	
QAL	3,48	9	7	8	15
QAL	6,23	6	8	11	19

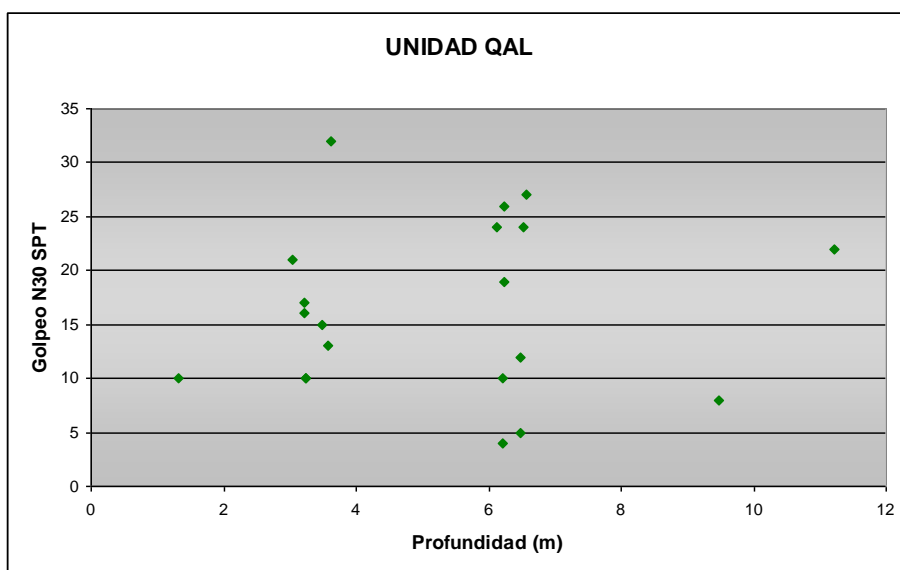


PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

UNIDAD	PROF. MEDIA	GOLPEO			GOLPEO N ₃₀
		15	15	15	
QAL	3,58	4	5	8	13
QAL	3,05	7	10	11	21
QAL	6,57	11	13	14	27
QAL	6,53	11	12	12	24
QAL	3,22	6	7	10	17
QAL	6,125	8	14	10	24
QAL	6,23	11	12	14	26
QAL	11,23	10	10	12	22
QAL	6,48	4	4	4	8
QAL	9,48	3	3	5	8
QAL	3,62	12	19	23	42
QAL	6,22	3	4	6	10
QAL	6,5	4	3	2	5
QAL	3,22	5	7	9	16
QAL	6,22	2	2	2	4
QAL	1,33	3	4	6	10
QAL	3,23	4	5	5	10
QAL	3,23	5	5	5	10
MEDIA DEL GOLPEO N ₃₀ PARA LA UNIDAD QAL					16

**Resumen de datos disponibles de ensayos SPT realizados
sobre materiales de la unidad QAL.**

Para poder establecer y adoptar un golpeo medio de la unidad aluvial, se han eliminado los valores mayores disponibles (101 o, lo que es lo mismo, rechazo en los primeros tramos del ensayo), considerando que los golpes mayores pudieran deberse al golpeo de la puntaza sobre cantos o bolos incluidos en los depósitos aluviales. De este modo, la media asignable a la unidad QAL para el golpeo N₃₀ del SPT se encuentra en torno a 16.



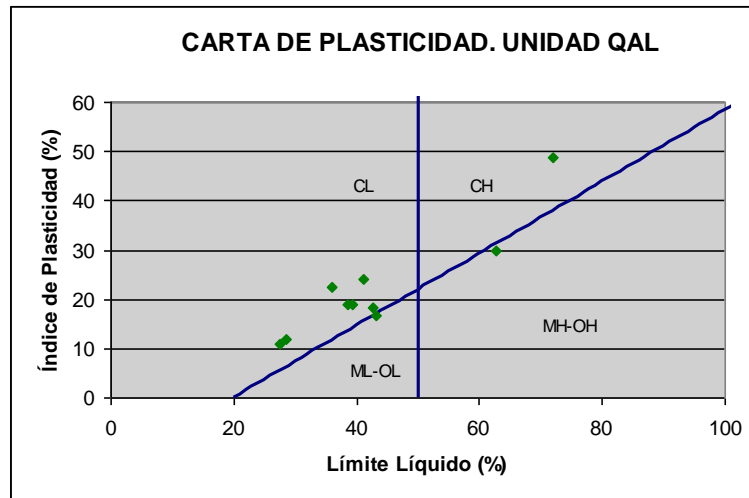
N₃₀ SPT vs. profundidad del ensayo. Unidad QAL.

En cuanto a las características composicionales de estos materiales, los ensayos de laboratorio disponibles sobre muestras de esta unidad arrojan los siguientes datos generales:

- Granulométricamente se trata en su mayoría de arenas con matriz arcillosa o limosa clasificadas según Casagrande como SM o SC en función de la plasticidad de sus finos. Algunas de las muestras son suelos mayoritariamente finos y de alta plasticidad, clasificados según Casagrande como CL o MH-OH.
- La plasticidad de los finos que contienen las muestras arenosas es una plasticidad generalmente media, aunque hay muestras en las cuales la plasticidad es nula. Los valores medios para el límite líquido están en torno al 47% e índices de plasticidad medios en torno al 21%. Por otra parte, los materiales arcillosos arrojan valores para el límite líquido del orden del 41% y para el índice de plasticidad en torno al 23%. A continuación se recoge la carta de plasticidad de los finos que contienen las muestras disponibles:



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.



Carta de plasticidad. Unidad QAL.

- La humedad natural ha variado entre el 32,5 y el 5%, con una media del 16% aproximadamente.
- No es frecuente la presencia de materia orgánica, por lo que los ensayos disponibles arrojan datos muy bajos o nulos en este parámetro.

PROF. (M)	UNIDAD	HUM. NAT. (%)	LÍM. ATTERBERG (%)			GRANULOMETRÍA % QUE PASA POR EL TAMIZ					CLASIFICACIONES			ENSAYOS QUÍMICOS	
			LL	LP	IP	#20	#5	#2	#0,4	#0,08	AASHTO	CASAGRANDE	ÍNDICE DE GRUPO	M.O. (%)	SO ₃ (%)
3,35-3,80	QAL	16,72	39,3	20,5	18,8	100	98,9	88,8	49,5	30,3	A-6	SC	0		
2,40-2,82	QAL	14,25	43,2	26,4	16,8	100	100	100	100	98,9	A-7-6	ML-OL	20	0	
6,35-6,80	QAL	32,53	62,8	32,9	29,9	100	100	100	100	99	A-7-5	MH-OH	37		
3,00-3,45	QAL	20,75	42,6	24,2	18,4	100	100	100	100	98,9	A-7-6	CL	21		
5,90-6,35	QAL	15,12	38,6	19,7	18,9	87,8	81,5	72,7	37,1	26,3	A-6	CL	0		
6,00-6,45	QAL	12,32	27,5	16,5	11	100	98,6	84,3	19,3	10,5	A-6	SC	0		
11,00-11,45	QAL	12,24	28,5	16,5	12	100	98,7	85	44,2	25,5	A-6	SC	0		
3,40-3,85	QAL	12,94	N.P.	N.P.	N.P.	100	100	100	80,8	28,3	--	SM	0		
3,00-3,45	QAL	16,63	72,1	23,4	48,7	100	100	99,4	76,9	54,4	A-7-6	SC	22		
6,00-6,45	QAL	5,17	N.P.	N.P.	N.P.	100	81,1	62,8	21,7	11,2	A-4	SM	0		
2,00-2,45	QAL	13,78	41,1	17,1	24	100	98,1	89,8	58,4	34,8	A-7-6	SC	3		
3,00-3,45	QAL	15,04	N.P.	N.P.	N.P.	100	100	98,9	79,9	31,0	A-2-4	SM	0		0
3,00-3,45	QAL	21,46	36	13,7	22,3	100	99,3	89,5	38	21,7	A-2-6	SC	1		0

Tabla Resumen de Datos geotécnicos de caracterización de la Ud.- QAL

Los ensayos geofísicos realizados en la zona de estudio, han aportado valores para las ondas P en estos materiales entre 500 y 1.000 m/s por lo que se consideran materiales excavables con medios mecánicos convencionales.



A efectos de cálculo, se ha optado por asignar a estos materiales, valores característicos recogidos en bibliografía técnica especializada los cuales son los siguientes:

- Peso específico aparente = $20,0 \text{ KN/m}^3$
- Cohesión $C' = 0 \text{ KN/m}^2$
- Ángulo de rozamiento interno $\phi' = 32^\circ$
- Módulo de deformación $E = 1.000 - 1.500 \text{ t/m}^2$
- Coeficiente de Poisson $\nu = 0,32$
- Coeficiente de Balasto $K = 5.000 \text{ t/m}^3$

7.1.3. TA.- Tosco Arenoso

Esta unidad está compuesta por arenas arcillosas a arcillas con bastante arena de color marrón muy densas que conforman la transición entre la unidad Tosco infrayacente y la unidad superior (arena de miga) que no ha sido descrita y atravesada con tanta frecuencia en los Estudios antecedentes en el sector de las tres ERAR. En función del contenido en finos pueden denominarse arenas tosquizas. Únicamente ha sido identificada en algunas zonas de localización de los estanques de tormentas de la zona constituyendo el horizonte de cimentación de ambos.

De estos materiales se dispone de datos de 6 ensayos SPT de la zona y de multitud de datos en fase de elaboración de la Base de Datos de Geotecnia GEOMADRID, en los que se han obtenido sobre ellos valores característicos de arenas densas y muy densas, con golpes N_{30} variables entre 34 y 70, con un golpeo medio en torno a 50.

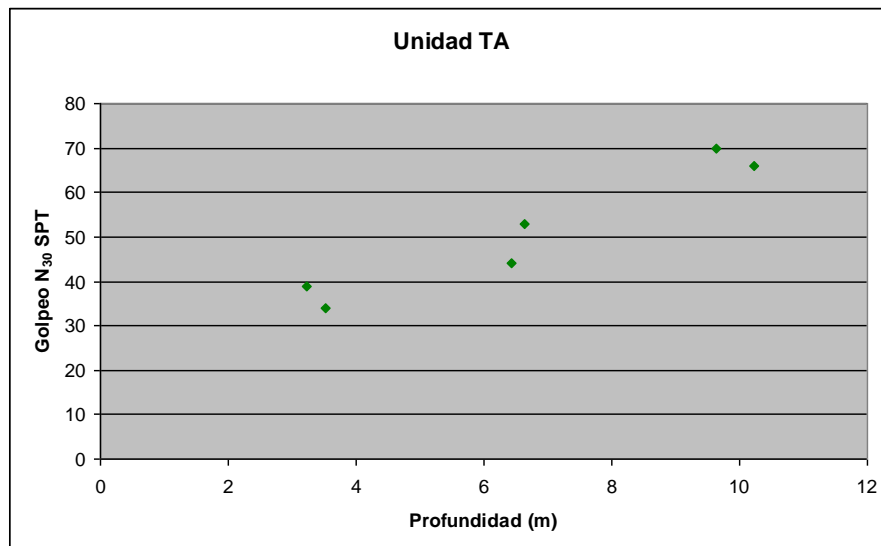
Tal y como recoge el gráfico y la tabla siguiente, parece existir una relación de proporcionalidad directa entre el golpeo del ensayo (propia de materiales granulares) y la profundidad, siendo mayores los golpes realizados a mayores profundidades.



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

UNIDAD	PROF. MEDIA	GOLPEO			GOLPEO N ₃₀
		15	15	15	
TA	3,53	12	15	19	34
TA	6,63	14	23	30	53
TA	9,63	17	27	43	70
TA	3,23	13	19	20	39
TA	6,43	14	19	25	44
TA	10,23	20	32	34	66
MEDIA DEL GOLPEO N ₃₀ PARA LA UNIDAD TA					51

Resumen de ensayos SPT realizados sobre materiales de la unidad TA.



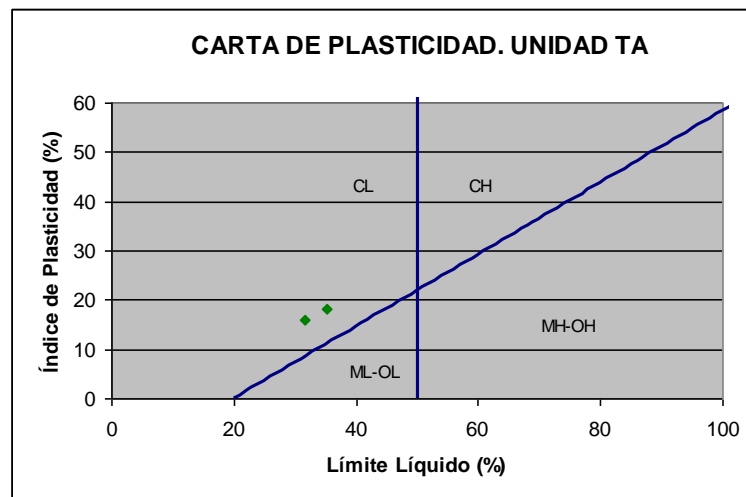
N₃₀ SPT vs. profundidad del ensayo. Unidad TA.

En cuanto a las características composicionales de estos materiales, se han realizado diversos ensayos de laboratorio sobre muestras de esta unidad.

Los datos obtenidos en los ensayos han sido comparados con aquellos aportados por la bibliografía existente, comprobándose efectivamente la coherencia entre ambos. Se han obtenido los siguientes resultados:

- Granulométricamente se trata de arenas con matriz arcillosa clasificadas según Casagrande como SC.

- La plasticidad de los finos que contienen las muestras arenosas es una plasticidad generalmente media. Los valores medios para el límite líquido están en torno al 33% e índices de plasticidad medios en torno al 17%. A continuación se recoge la carta de plasticidad de los finos que contienen las muestras ensayadas:



Carta de plasticidad. Unidad TA.

- La humedad natural suele variar entre el 11 y el 12,7% con una media en torno al 11,4%.
- Los módulos presiométricos típicos que se reflejan en la bibliografía se encuentran en torno a los 900 kp/cm², variando entre un máximo de 2.500 kp/cm² y un mínimo de 300 kpcm².

Por último, en cuanto a sus parámetros resistentes que se reflejan en la bibliografía, el ángulo de rozamiento varía entre 47,8° y 29°, con una media en torno a 20°, mientras que la cohesión efectiva varía entre 200 KPa y 0 KPa, con una media en torno a 40 KPa, y la compresión simple media se encuentra en torno a 250 KPa.

A efectos de cálculo se considerarán los siguientes parámetros geotécnicos los cuales son los utilizados en el cálculo de numerosas infraestructuras similares en la Comunidad de Madrid:



ASIGNACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LOS PROYECTOS DEL METROSUR (5-11-1999)

TIPO DE SUELO	PESO ESPECÍFICO APARENTE γ (t/m^3)	COHESIÓN c' (t/m^2)	ÁNGULO DE ROZAM. INTERNO ϕ' ($^\circ$)	MÓDULO DE DEFORM. (Subsid.) E (t/m^2)	COEFIC. DE POISSON ν	COEFIC. DE BALASTO K (t/m^3)
Arenas tosquizas	2,05	1,0 - 1,5	33	8.000-10.000	0,30	15.000-20.000
Toscas arenosas	2,08	2,0 - 2,5	32,5	13.000	0,30	25.000-35.000

Parámetros de cálculo recomendados de la unidad TA.

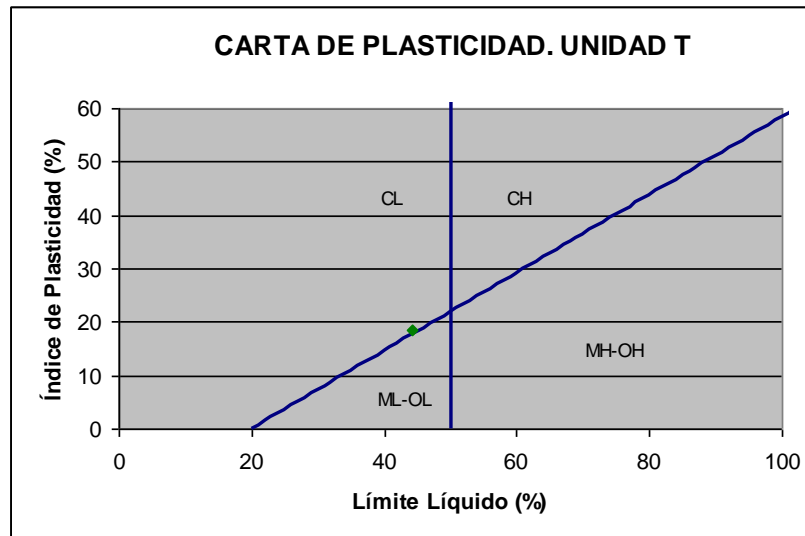
7.1.4. T.- Tosco

Se trata de arcillas duras a muy duras con intercalaciones de arcillas arenosas de color marrón-ocre. Se diferencian de la unidad TA por el contenido en arenas que suele ser inferior al 30%.

Del mismo modo que ocurre con la unidad TA, los datos disponibles procedentes de ensayos de laboratorio realizados en estudios antecedentes sobre esta unidad se han comparado con los datos aportados por la bibliografía existente, comprobándose la coherencia entre ambos.

A partir de los datos obtenidos en laboratorio y los datos bibliográficos se puede concluir que:

- Granulométricamente se trata de arcillas arenosas de plasticidad media clasificadas según Casagrande como CL.
- La plasticidad es generalmente media. El valor obtenidos para el límite líquido está en torno al 44% e índice de plasticidad en torno al 18,5%. A continuación se recoge la carta de plasticidad de la muestra ensayada:



Carta de plasticidad. Unidad T.

- La humedad natural está en torno al 19,3%. Según datos bibliográficos la humedad natural oscila normalmente entre el 8 y el 22%.
- Los módulos presiométricos típicos que se reflejan en la bibliografía se encuentran en torno a 800-1000 Kp./cm².
- La bibliografía refleja una resistencia a compresión simple que varía entre 50 y 1000 KPa, con una media en torno a 250 KPa.
- En cuanto al ángulo de rozamiento, se recogen valores entre 49 y 10°, con una media en torno a 28°, mientras que la cohesión efectiva varía entre 242 y 0 KPa con una media en torno a 42 KPa.

A efectos de cálculo se considerarán los siguientes parámetros geotécnicos los cuales son los utilizados en el cálculo de numerosas infraestructuras similares en la Comunidad de Madrid:

ASIGNACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LOS PROYECTOS DEL METROSUR (5-11-1999)						
TIPO DE SUELO	PESO ESPECÍFICO APARENTE γ (t/m ³)	COHESIÓN c' (t/m ²)	ÁNGULO DE ROZAM. INTERNO ϕ' (°)	MÓDULO DE DEFORM. (Subsid.) E (t/m ²)	COEFIC. DE POISSON ν	COEFIC. DE BALASTO K (t/m ³)
Toscas	2,10	3,0 - 4,0	30	15.000-18.000	0,30	30.000- 40.000



Parámetros de cálculo recomendados de la unidad T.

7.1.5. P.- Peñuelas

Esta unidad está compuesta en toda la región por arcillas de distintas coloraciones, predominantemente marrones, en ocasiones gris-verdosas a negruzcas, generalmente de alta plasticidad, y duras de carácter masivo o con laminación milimétrica (observada al cortar longitudinalmente el testigo en las perforaciones).

En ocasiones se han identificado tramos más limosos y cuando la coloración es negruzca o gris es frecuente apreciar un abundante contenido en micas.

Presentan numerosos lisos constituidos por planos de fracturación claramente estriados, que parecen indicar pequeñas fallas en las que se acusa el movimiento relativo de un lado con relación al otro.

Estos lisos pueden ser consecuencia de los movimientos tectónicos asociados al macizo del Guadarrama.

El aspecto que presentan estos materiales se puede observar en las siguientes fotografías:



***Detalle de cambio en la coloración de los materiales de la unidad Peñuelas,
de grises-azuladas a rojiza.***



Detalle de liso en la formación Peñuelas.



Microlaminación en la formación P.

De esta Unidad Peñuelas (Unidad P en la columna tipo adoptada), se dispone de multitud de datos de golpeo de ensayos SPT en el interior de los sondeos, tanto de estudios antecedentes como de los que están en elaboración procedentes de la Base de Datos de Geotecnia GEOMADRID.

En general, y sobre esta formación, los valores medios para el N_{30} están entre 18 y rechazo, con una media en torno a 45 golpes.

Una muestra de los resultados disponibles de estos ensayos se recogen en la tabla y gráfico siguientes:

UNIDAD	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO	GOLPEO N_{30}
--------	--------------------	--------	--------------------



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

		15	15	15	
P	6,23	7	12	13	25
P	9,23	8	10	12	22
P	12,23	12	15	19	34
P	15,23	10	18	26	44
P	9,23	9	16	24	40
P	12,23	10	18	22	40
P	6,33	11	16	22	38
P	9,43	7	10	14	24
P	12,38	10	14	16	30
P	15,43	18	23	31	54
P	6,23	8	14	20	34
P	9,28	12	18	29	47
P	12,23	10	16	23	39
P	6,28	7	12	15	27
P	9,63	8	13	18	31
P	12,93	10	12	14	26
P	15,93	12	14	16	30
P	5,23	11	14	18	32
P	10,60	10	13	14	27
P	15,43	17	23	35	58
P	25,43	33	50	--	101
P	9,77	9	13	15	28
P	13,02	16	18	22	40
P	15,82	26	31	38	69
P	19,23	26	33	36	69
P	9,53	14	20	18	38
P	10,72	16	27	34	61
P	21,07	50	--	--	101
P	27,22	22	34	47	81
P	29,11	36	50	--	101
P	6,13	22	19	40	59
P	9,63	7	9	12	21
P	12,53	10	12	24	36
P	30,03	23	33	45	78
P	6,58	18	15	18	33
P	9,63	6	10	12	22
P	12,45	6	17	50	101
P	9,68	2	6	9	15
P	6,23	11	12	14	26



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

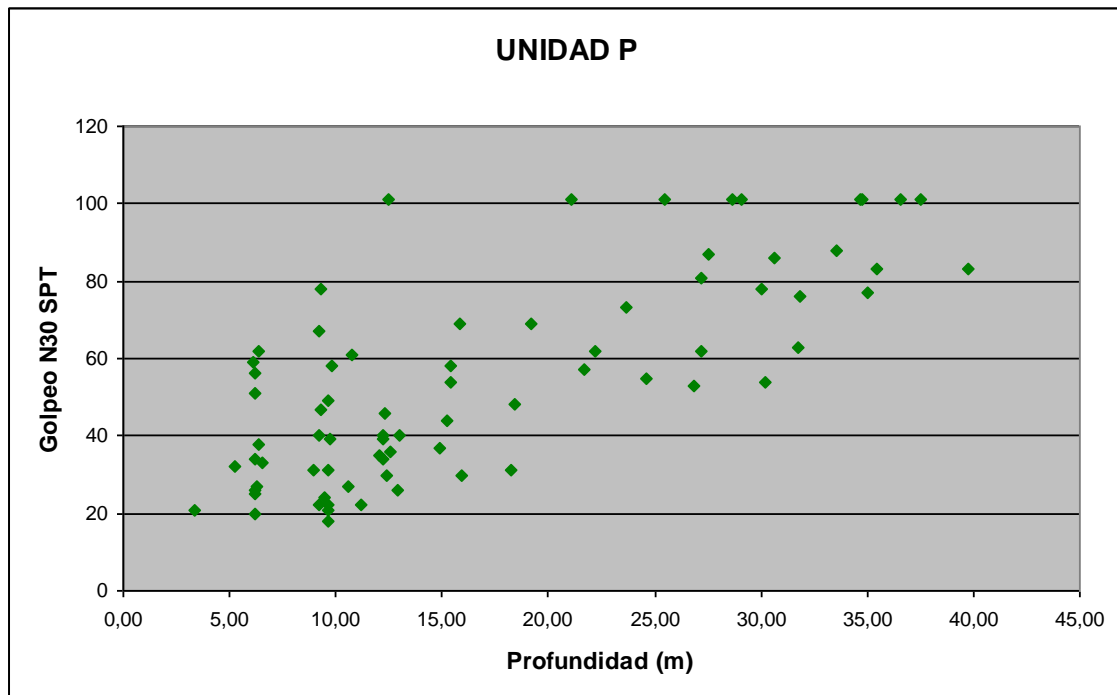
UNIDAD	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO			GOLPEO N ₃₀
		15	15	15	
P	11,23	10	10	12	22
P	22,23	17	27	35	62
P	35,48	23	34	49	83
P	31,73	15	25	38	63
P	35,03	19	30	47	77
P	37,53	40	50	--	101
P	6,22	14	21	30	51
P	9,67	15	20	29	49
P	35,57	19	32	42	74
P	39,72	20	35	48	83
P	6,22	7	10	10	20
P	27,57	32	41	46	87
P	30,63	29	37	46	83
P	33,55	28	39	49	88
P	36,54	46	50	--	101
P	23,60	19	31	42	73
P	26,90	13	20	33	53
P	31,90	25	35	41	76
P	34,70	28	37	50	101
P	18,37	13	20	28	48
P	21,72	16	24	33	57
P	24,62	14	24	31	55
P	27,22	18	27	35	62
P	30,22	14	22	32	54
P	34,70	50	--	--	101
P	8,90	7	12	19	31
P	12,00	12	15	20	35
P	14,90	11	16	21	37
P	18,20	9	13	18	31
P	9,70	10	15	24	39
P	3,37	7	9	12	21
P	6,3	14	22	40	62
P	9,3	17	28	50	78
P	12,3	15	21	25	46
P	6,2	12	24	32	56
P	9,2	16	28	39	67



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

UNIDAD	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO			GOLPEO N_{30}
		15	15	15	
MEDIA DEL GOLPEO N_{30} PARA LA UNIDAD P					55

Valores medios de ensayos SPT realizados sobre materiales de la unidad P.



N_{30} SPT vs. profundidad del ensayo. Unidad P.

A la vista del gráfico anterior, donde se representan los golpes obtenidos frente a la profundidad del ensayo, se puede intuir que existe cierta relación entre la profundidad y el número de golpes, siendo N_{30} mayor cuanto mayor es la profundidad de realización del ensayo, por lo que se puede concluir que la resistencia de los materiales de la unidad P parece aumentar con la profundidad.

De los datos disponibles de ensayos presiométricos realizados en estudios antecedentes sobre arcillas oscuras de esta Unidad Peñuelas (P), podemos extraer los siguientes:

PROFUNDIDAD	UNIDAD	PRESIÓN	PRESIÓN	MÓDULO
-------------	--------	---------	---------	--------



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

	GEOTÉCNICA	LÍMITE (bar)	NETA (bar)	PESIMÉTRICO (bar)
11,40	P	30,2	26,70	202,69
11,35	P	38,7	35,20	719,23
31,20	P	45,6	44,10	694,02
35,00	P	>52	>50,9	814,04
28,30	P	>52	>50,2	2.318,23
35,10	P	54,9	53,80	2.473,80
26,15	P	36,5	34,50	514,61
31,10	P	36,3	34,80	776,52
26,50	P	26,3	24,30	306,39
34,20	P	>50	>48,8	1.361,44
12,50	P	28,00	24,70	634,49
20,30	P	>52	>49,4	1.423,10
MÓD. PRESIMÉTRICO MEDIO.- UNIDAD P (bar)				1.019,88

Datos de ensayos presiométricos realizados sobre materiales de la unidad P.

Como se puede observar, los valores que esta unidad tiene en referencia al Módulo Presiométrico oscilan entre 2.400 y 200 bares.

Para poder establecer un módulo presiométrico característico de la unidad, se han eliminado los valores mayores y menores de entre los datos recopilados, de forma que no se produjera una desviación de la media hacia valores poco representativo del conjunto de materiales.

De esta manera, el Módulo Presiométrico medio que antes se situaba en torno a 1.000 bar de media, pasa a ser de 867 bar, como se recoge en la siguiente tabla:

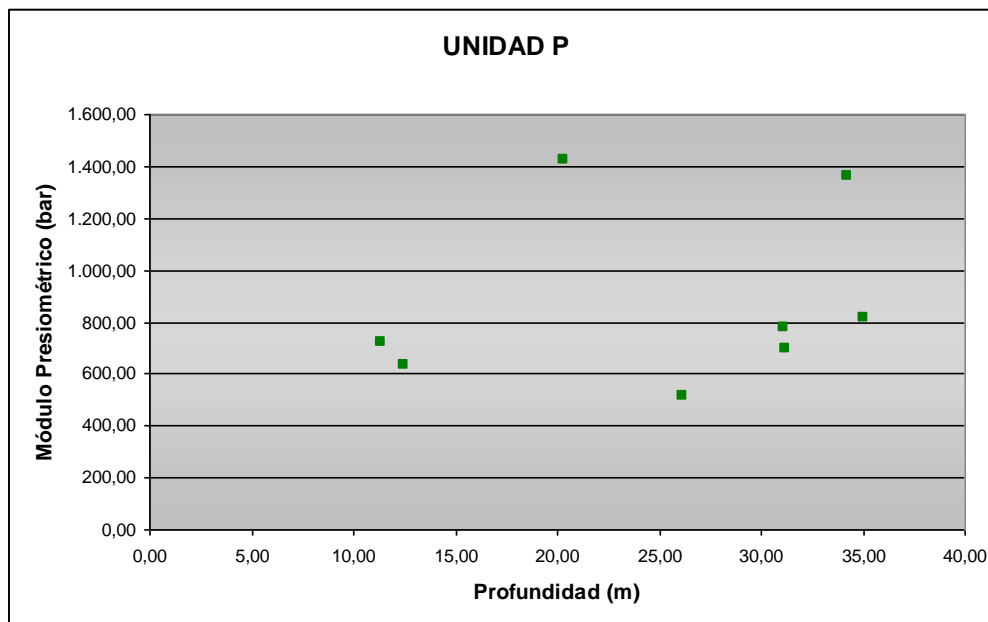
PROFUNDIDAD	UNIDAD GEOTÉCNICA	PRESIÓN LÍMITE (bar)	PRESIÓN NETA (bar)	MÓDULO PESIMÉTRICO (bar)
11,35	P	38,7	35,20	719,23
31,20	P	45,6	44,10	694,02
35,00	P	>52	>50,9	814,04



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

26,15	P	36,5	34,50	514,61
31,10	P	36,3	34,80	776,52
34,20	P	>50	>48,8	1.361,44
12,50	P	28,00	24,70	634,49
20,30	P	>52	>49,4	1.423,10
MÓD. PRESIOMÉTRICO MEDIO.-UNIDAD P (bar)				867,18

Ajuste de datos de ensayos presiométricos realizados sobre materiales de la unidad P para establecimiento de un módulo presiométrico representativo.

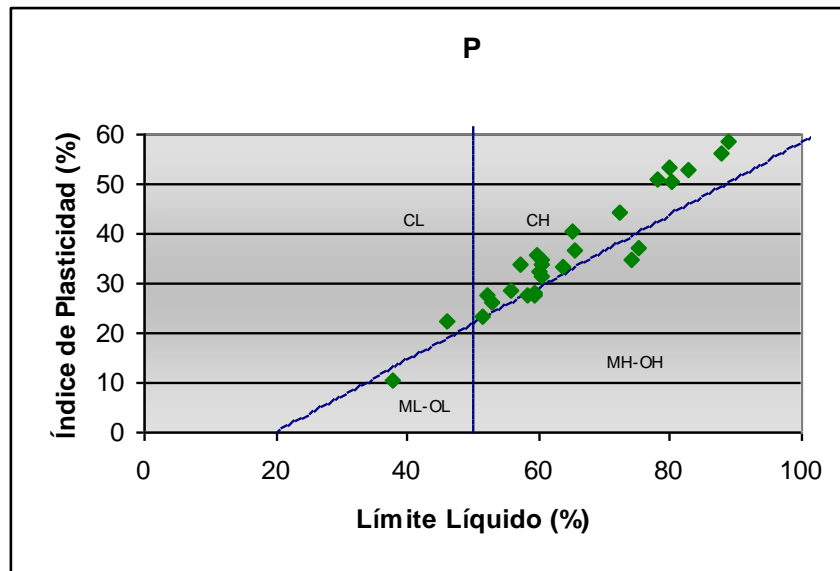


Módulo presiométrico vs. profundidad del ensayo. Unidad P.

De los numerosos datos de ensayos de laboratorio disponibles realizados en estudios antecedentes y los recopilados para el presente Estudio sobre la unidad P, se pueden concluir las siguientes propiedades:

- Según la clasificación de Casagrande los materiales de la unidad P son limos inorgánicos o arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, (la mayor parte de ellos se denominarían según dicha clasificación como CH, el resto MH).
- Por otro lado, todas las muestras presentan elevada plasticidad. Los valores para al límite líquido oscilan entre 89 y 38 %, con un valor medio para del 64%. En

cuanto al índice de plasticidad, se obtienen valores en el intervalo 10-58 %, con una media en torno al 36%. A continuación se muestra la carta de plasticidad de Casagrande con las muestras de la unidad Peñuelas (P) disponibles:



Carta de plasticidad. Unidad P.

- La densidad seca obtenida en los ensayos de laboratorio para las muestras de la unidad P, varía entre un máximo de $17,4 \text{ KN/m}^3$ y un mínimo de 14 KN/m^3 , con una media en torno a 15 KN/m^3 .
- El peso específico de las partículas se ha determinado en 4 muestras, obteniéndose una media de $2,63 \text{ g/cm}^3$.
- La humedad natural de las muestras ensayadas oscila entre el 33 y el 17%, con una humedad media en torno al 25%.
- Respecto al contenido en componentes accesorios, se han recopilado los datos referentes a contenido en materia orgánica y contenido en sulfatos solubles. El contenido en materia orgánica varía entre 0,4 y 0,7%, con una media en torno a 0,5%. En cuanto a los sulfatos, es más variable, habiendo muestras exentas y otras que “de visu” presentan algo de yeso visible; si es notorio son PY.
- La resistencia de la peñuela es muy variable, y depende mucho de la humedad natural que presentan, así como del índice de consistencia. Los valores recopilados varían entre 140 y 700 KN/m^2 , como normales, habiendo otros muy



superiores, pero que por infrecuentes no se consideran. La resistencia media característica de la unidad P resulta finalmente 485 KN/m^2 .

- Para definir las características resistentes de la formación P, se ha recopilado información de ensayos triaxiales (CU) y ensayos de corte directo (CU). Las cohesiones efectivas varían entre 135 y 13 KN/m^2 , la cohesión efectiva media se encuentra en torno a 60 KN/m^2 .
- Por otra parte, los ángulos de rozamiento efectivo suelen oscilar entre 12 y 35° , habiendo a veces valores anómalamente altos, de más de 40° . Sin considerar estos valores altos, el ángulo de rozamiento interno medio es de aproximadamente 28° .
- La expansividad de las peñuelas se ha considerado, recopilando datos de ensayos de expansividad Lambe, ensayos de hinchamiento libre y ensayos de determinación de la presión de hinchamiento. La presión de hinchamiento ha aportado en los datos recopilados valores comprendidos entre 30 y 100 KN/m^2 , con una media situada en torno a los 66 KN/m^2 . Por otra parte, los ensayos de expansividad tipo Lambe, tienen índices de hinchamiento variables, desde $0,00$ y cambios potenciales de volumen no críticos, a valores algo superiores. Por último, el hinchamiento libre suele ser inferior al 3% , con una media en torno al 2% valor que habitual de hinchamiento libre de las peñuelas típicas de los suelos de Madrid.

En la tabla siguiente se muestran datos de ensayos de laboratorio recopilados y elaborados sobre muestras de la unidad Peñuelas (P).

Bajo esta denominación se describen arcillas de distintas coloraciones: pardas, marrones y negras, duras a muy duras que presentan mineralización de yeso de carácter secundario, fibroso o pulverulento, bien en vetas subverticales de tamaño centimétrico, bien en forma de pequeños nódulos.

El contenido aproximado de yeso en las arcillas es generalmente inferior al 10%. El aspecto que presentan testigos de sondeo de estos materiales se puede observar en las siguientes fotografías:



Dos fotos de testigos de la PY. En la inferior, el testigo de la derecha, es un detalle de veta de yeso en la formación Peñuelas yesíferas (PY). A la izquierda y foto superior, la formación yesífera (FY).

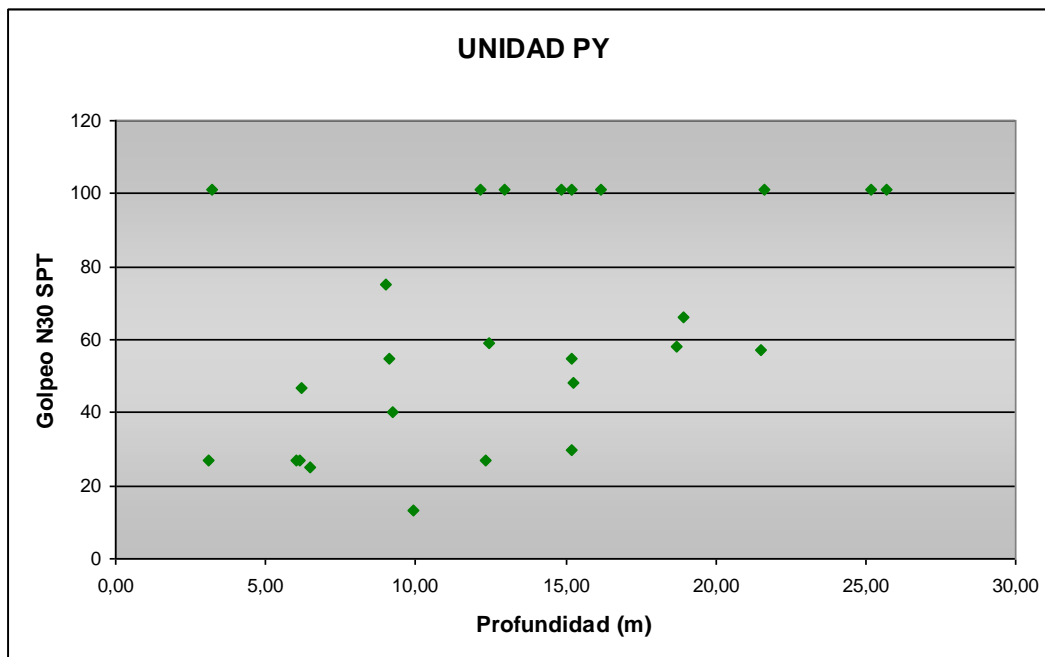
De los datos de ensayos de penetración tipo SPT disponibles de antecedentes, sobre materiales de la unidad PY, los valores representativos son los de la siguiente tabla:



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

Unidad	Prof. Media (m)	Golpeo			Golpeo N ₃₀
		15	15	15	
PY	15,23	24	24	31	55
PY	18,93	10	18	48	66
PY	9,93	6	6	7	13
PY	12,33	14	13	14	27
PY	14,85	50	--	--	101
PY	18,73	16	23	35	58
PY	25,70	50	--	--	101
PY	21,60	41	50	--	101
PY	6,02	8	12	15	27
PY	21,52	14	22	35	57
PY	15,23	11	18	30	48
PY	6,17	8	16	31	47
PY	9,1	14	23	32	55
PY	15,22	8	13	17	30
PY	12,97	50	--	--	101
PY	16,2	34	42	50	101
PY	3,12	10	13	14	27
PY	6,12	15	11	16	27
PY	9,02	21	30	42	72
PY	12,47	15	28	30	59
PY	3,2	8	20	50	101
PY	6,47	17	8	17	25
PY	9,22	16	19	21	40
PY	12,17	20	50	--	101
PY	15,22	30	50	--	101
MEDIA DEL GOLPEO N ₃₀ PARA LA UNIDAD PY					63

Resumen de ensayos SPT realizados sobre materiales de la unidad PY.



N₃₀ SPT vs. profundidad del ensayo. Unidad PY.

Como puede observarse, el golpeo N₃₀ del ensayo SPT varía entre 13 y 101, con un golpeo medio en torno a 63, algo mayor que el de la unidad P. La heterogeneidad de resultados probablemente se deba a la existencia de mineralización yesífera dispersa o dispuesta de modo no uniforme en el seno de las arcillas.

En este caso también parece existir una relación de proporcionalidad directa entre la resistencia al golpeo y la profundidad a la que se realiza el ensayo.

Al igual que en el caso de las Peñuelas (P), se dispone de datos sobre los materiales de la unidad PY, de ensayos presiométricos. El módulo presiométricos es en esta unidad variable entre 400 y 1.200 bares, con una media en torno a 800 bares como recoge la siguiente tabla:

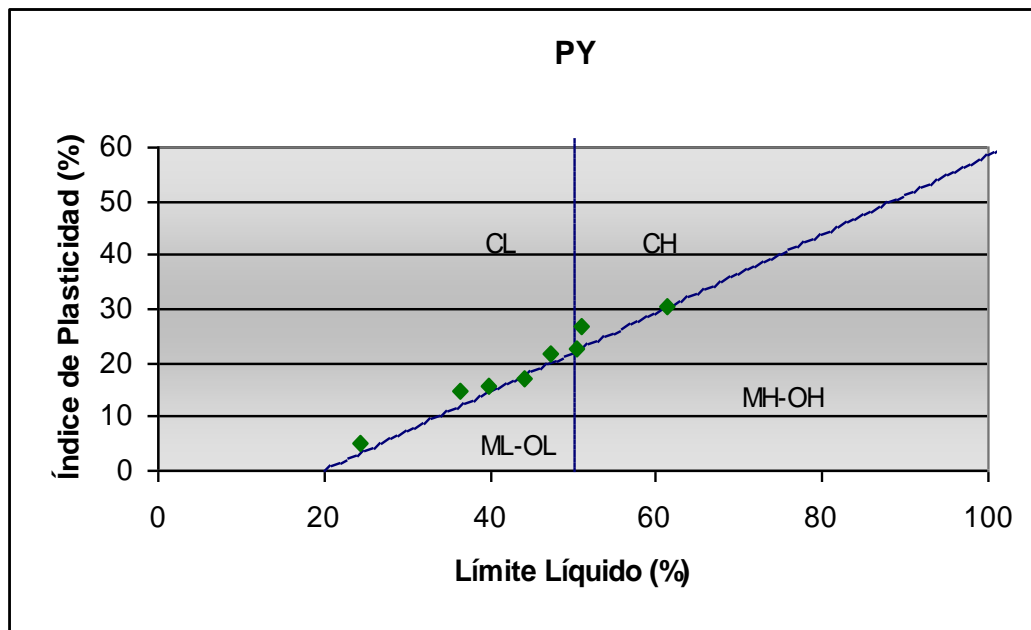


SONDEO	PROFUNDIDAD	UNIDAD GEOTÉCNICA	PRESIÓN LÍMITE (bar)	PRESIÓN NETA (bar)	MÓDULO PESIMÉTRICO (bar)
ST-4	18,00	PY	>52	>49,2	713,94
ST-12	12,40	PY	>52	>48,7	844,49
ST-13	18,00	PY	21,20	19,90	436,75
ST-15	16,10	PY	>52	>49	1.223,08
MÓDULO PRESIMÉTRICO EN LA UNIDAD PY (bar)					804,57

Resumen de ensayos presiométricos realizados sobre materiales de la unidad P.

A partir de los resultados recopilados obtenidos en los ensayos de laboratorio, se pueden establecer las siguientes propiedades geotécnicas para esta unidad Peñuelas Yesífera (PY):

- Granulométricamente se trata de arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, clasificadas según Casagrande como CL, aunque tres de las muestras han resultado arcillas de alta plasticidad clasificadas como CH.
-
- El límite líquido ha variado entre 8 y 61%, con un LL medio en torno al 44%. En cuanto al índice de plasticidad, los resultados obtenidos han variado entre un máximo del 30% y un mínimo del 5% con una media en torno al 19%, los resultados obtenidos varían entre 19 y 27%, con una media situada en torno al 24%. A continuación se muestra la carta de plasticidad de Casagrande con las muestras de la unidad PY ensayadas:



Carta de plasticidad de la unidad PY.

- La humedad natural es variable, pero oscila entre 14 y 27%, a veces condicionado por la profundidad de la muestra tomada. Se puede establecer una humedad natural media del 22%.
- En lo referente a peso específico y densidad seca, se puede establecer que los materiales de la unidad PY tienen una densidad seca media de 17 KN/m³ y un peso específico de 2,6 g/cm³.
- Se han recopilado valores del contenido en materia orgánica, en carbonatos y en sulfatos. El contenido en materia orgánica varía entre 1,44 % de máxima y 0,5% de mínima, con una media en torno al 1%. El contenido en carbonatos es también variable, entorno a un porcentaje de 5,50% en peso. Por último, el contenido en sulfatos solubles da valores tan variables como un porcentaje en yesos del 0% (N.C. no contiene) y un valor del 14% en peso. No es significativo calcular una media característica de la unidad ya que como se ha observado la heterogeneidad del contenido en yeso es notable.
- La resistencia a compresión simple de estos materiales oscila entre 225 y 659, con una media de 442 KN/m².



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

- Peso aparente: 21 KN/m³
- Cohesión aparente C'=80 KN/m³
- Ángulo de rozamiento ϕ' =30°
- Módulo de deformación: 25.000 t/m²
- Coeficiente de Poisson ν =0,27
- Módulo de balasto K=40.000 – 55.000 t/m³

7.1.7. FY. Formación yesífera

Bajo esta nomenclatura se agrupan arcillas y yesos interestratificados con contenidos mayoritarios de arcilla o yeso variables tanto en la vertical como en la horizontal.

Se identifican en el sector de las tres ERAR, La China, Butarque y Sur, dos tipologías de mineralización, incluidas ambas bajo la denominación de formación yesífera pero distinguidas en la columna tipo adoptada para el presente Estudio.

La primera se trata de un interestratificado de arcillas gris-verdosas y yesos masivos o sacaroideos en distintas proporciones, con espaciados centimétricos a métricos. Otra posibilidad es encontrar los cristales de yeso incluidos en una matriz arcillosa con tamaños de cristal centimétricos, siendo siempre predominante la fracción arcillosa.

Para facilitar la diferenciación de estos dos litotipos, se considera el índice de contenido en yesos (I_y %) como la proporción aproximada, diferenciada “de visu”, de yesos en las arcillas.

En la caracterización y descripción geotécnica que se realiza a continuación, en base a todos los datos de la zona recopilados, se han agrupado los materiales en dos subunidades: arcillas con yesos (A+Y) y yesos con arcillas (Y+A), de forma que se puedan asignar unos valores característicos a los materiales de la unidad FY.



La diferenciación entre ambas unidades se ha realizado a partir del índice de yesos, considerándose **arcillas con yesos (A+Y)** los materiales que presentan un índice de yesos (I_y) entre 0 y 50%, y **yesos con arcilla (Y+A)** los materiales con un índice de yesos mayor del 50%. Hay que destacar que, como es de esperar, la variabilidad de resultados en general está relacionada con un mayor o menor contenido de mineralización evaporítica.

Como se puede observar en la columna adoptada, en la mayoría de los casos es posible, dentro de la unidad FY, la discriminación de más tipos de materiales en función del índice de yesos, siendo I_y más fina, habiéndose diferenciado cuatro intervalos: 0-25%, 25-50%, 50-75% y 75-100%.

A continuación se describen las características de cada una de las subunidades diferenciadas dentro de la unidad FY.

1.1.1.11.- A+Y. Arcillas con yeso.

Se trata de arcillas generalmente de color gris oscuro-negro en las que se observa una baja-media proporción de mineralización de yeso. El yeso se presenta en forma de cristales centimétricos, en forma de niveles pulverulentos de espesor y espaciado milimétrico o en forma de niveles masivos.

El índice de yesos definido en esta unidad suele variar entre el 10 y el 50 % (por encima de un 50% se consideran yesos con arcillas, como se comenta en el epígrafe anterior).

El aspecto que presentan las arcillas con yeso se puede observar en las siguientes fotografías de testigos de sondeos en la zona de las ERAR:



Arcillas con yeso en un sondeo junto a la ERAR Butarque. Se puede observar la microlaminación entre arcillas y yeso pulverulento.



Detalle de mineralización de cristales de yeso en las arcillas grises de la formación yesífera.

Las arcillas con yeso se diferencian de las peñuelas yesíferas por la tipología de mineralización del yeso dentro de las arcillas así como por su abundancia relativa. En el



caso de las arcillas con yeso de la formación yesífera, el yeso es de carácter cristalino, masivo o pulverulento, y se encuentra claramente interestratificado con la arcilla, pudiendo existir una microlaminación con ella cuando es de tipo pulverulento muy llamativa debido al contraste de colores; mientras que las peñuelas yesíferas, como se ha comentado, presentan mineralización únicamente en vetas de yeso fibroso o en pequeños nódulos de yeso pulverulento, aportando asimismo mucha menor proporción que en el caso de los materiales de la unidad FY.

Se han recopilado gran cantidad de datos de ensayos de penetración SPT realizados en sondeos sobre los materiales de esta subunidad geotécnica A+Y en estudios antecedentes o en la Base de Datos Geotécnica GEOMADRID, cuyos valores se resumen en una parte de ellos en la siguiente tabla:

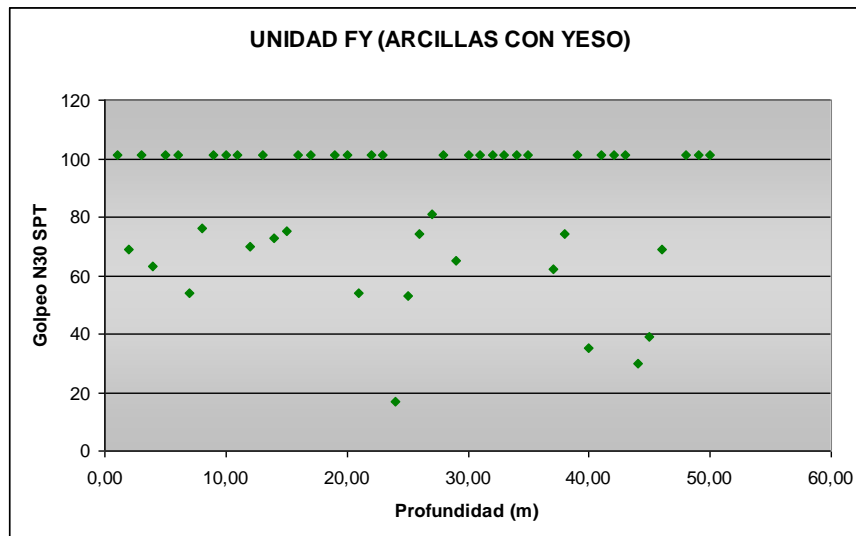
UNIDAD	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO			GOLPEO N ₃₀
		15	15	15	
FY A+Y	18,05	50	--	--	101
FY A+Y	18,38	21	30	39	69
FY A+Y	18,13	18	50	--	101
FY A+Y	20,03	14	23	40	63
FY A+Y	21,55	30	41	50	101
FY A+Y	17,73	35	50	--	101
FY A+Y	21,03	18	23	31	54
FY A+Y	18,42	20	33	43	76
FY A+Y	23,05	9	50	--	101
FY A+Y	22,26	50	--	--	101
FY A+Y	25,73	50	--	--	101
FY A+Y	15,32	23	31	39	70
FY A+Y	17,9	42	50	--	101
FY Y+A	15,43	22	33	40	73
FY A+Y	18,23	17	40	35	75
FY A+Y	20,82	39	45	50	101
FY A+Y	22,43	34	50	--	101
FY A+Y	15,30	19	50	--	101
FY A+Y	16,13	19	50	--	101
FY A+Y	12,53	20	50	--	101
FY A+Y	20,23	15	24	30	54
FY A+Y	25,05	50	--	--	101
FY A+Y	28,13	39	50	--	101



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

UNIDAD	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO			GOLPEO N ₃₀
		15	15	15	
FY A+Y	13,57	15	3	14	17
FY A+Y	21,72	15	20	33	53
FY A+Y	16,41	23	31	50	81
FY A+Y	42,38	50	--	--	101
FY A+Y	12,1	20	26	39	65
FY A+Y	15,02	42	50	--	101
FY A+Y	17,75	50	--	--	101
FY A+Y	20,8	50	--	--	101
FY A+Y	9,12	30	50	--	101
FY A+Y	12,27	40	50	--	101
FY A+Y	15,27	26	50	--	101
FY A+Y	25,20	50	--	--	R
FY A+Y	6,27	19	23	39	62
FY A+Y	9,52	15	25	49	74
FY A+Y	19,05	50	--	--	101
FY A+Y	6,52	12	15	20	35
FY A+Y	9,97	29	50	--	101
FY A+Y	13,12	38	50	--	101
FY A+Y	19,05	50	--	--	101
FY A+Y	9,42	19	16	14	30
FY A+Y	9,22	11	17	22	39
FY A+Y	6,43	26	38	31	69
FY A+Y	8,37				
FY A+Y	11,3	19	27	50	101
FY A+Y	18,35	50	--	--	101
FY A+Y	18,22	30	50	--	101
MEDIA DEL GOLPEO N ₃₀ SUBUNIDAD A+Y (ARCILLAS CON YESO) DE LA UNIDAD FY					85

Datos de ensayos SPT recopilados de materiales de la unidad FY, arcillas con yeso, subunidad A+Y.



N₃₀ SPT vs. profundidad del ensayo. Arcillas con yeso de la unidad FY.

Es normal que exista dispersión en los resultados de penetración sobre estos materiales, ya que la resistencia de los mismos varía con el contenido en yeso. Los valores de N₃₀ varían de 17 mín. y 101 (rechazo) máx. Por otra parte, se dispone de datos de módulo presiométrico recopilados de ensayos presiométricos sobre la unidad, siguiente tabla:

PROFUNDIDAD	UNIDAD GEOTÉCNICA	PRESIÓN LÍMITE (bar)	PRESIÓN NETA (bar)	MÓDULO PESIOMÉTRICO (bar)
18,30	FY A+Y	--	--	1.233,31
18,30	FY A+Y	>48	>45,2	956,48
17,20	FY A+Y	>52	>49,2	1.137,97
25,35	FY A+Y	>52	>49,9	1.656,65
24,30	FY A+Y	>52	>49,8	1.352,96
28,15	FY A+Y	>52	>46,2	2.007,90
22,80	FY A+Y	>54	>51,7	2.196,60
20,20	FY A+Y	>52	>49,40	1.971,06
11,15	FY A+Y	>44	>43	649,04
19,40	FY A+Y	>48	>45,4	1.026,76
23,50	FY A+Y	>50	>49,8	1.704,53
30,20	FY Y+A	>52	>50,4	1.527,25
MÓDULO PESIOMÉTRICO EN LA SUBUNIDAD A+Y (bar)				1.451,71



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

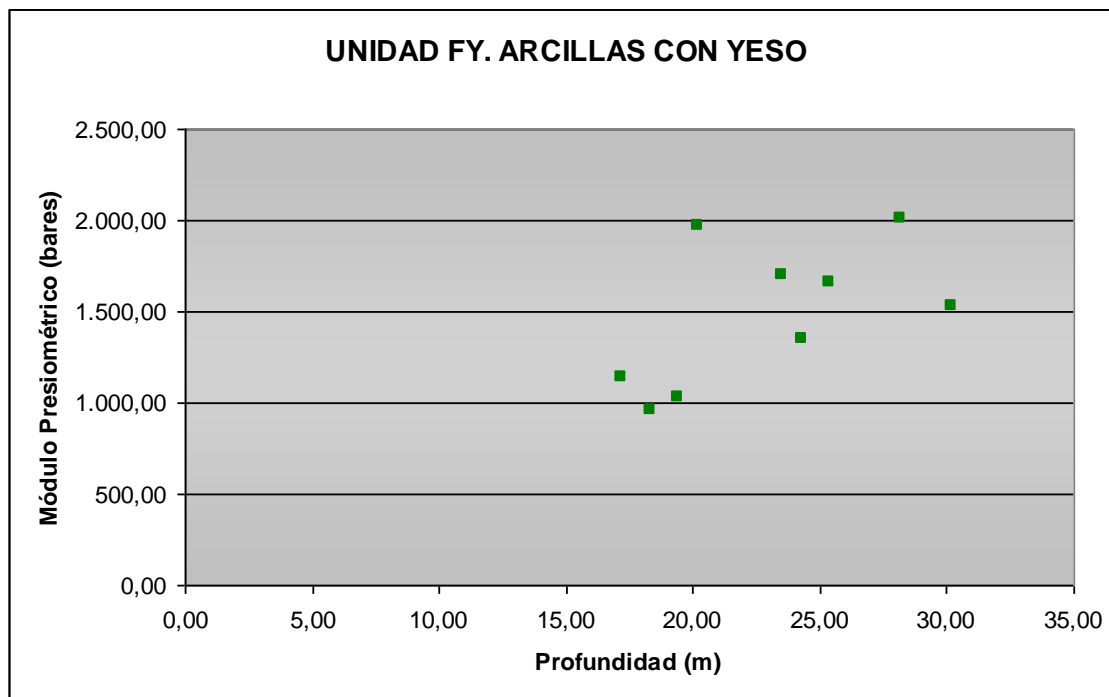
Para poder establecer un módulo presiométrico característico, y con el fin de no desviar la media hacia resultados poco representativos, se han ajustado los datos disponibles eliminando los valores mayor y menor de la tabla anterior.

PROFUNDIDAD	UNIDAD GEOTÉCNICA	PRESIÓN LÍMITE (bar)	PRESIÓN NETA (bar)	MÓDULO PESIOMÉTRICO (bar)
18,30	FY A+Y	>48	>45,2	956,48
17,20	FY A+Y	>52	>49,2	1.137,97
25,35	FY A+Y	>52	>49,9	1.656,65
24,30	FY A+Y	>52	>49,8	1.352,96
28,15	FY A+Y	>52	>46,2	2.007,90
20,20	FY A+Y	>52	>49,40	1.971,06
19,40	FY A+Y	>48	>45,4	1.026,76
23,50	FY A+Y	>50	>49,8	1.704,53
30,20	FY Y+A	>52	>50,4	1.527,25
MÓDULO PRESIOMÉTRICO EN LA SUBUNIDAD A+Y (bar)				1.482,40

Ajuste de datos de ensayos presiométricos disponibles sobre materiales de la unidad A+Y (FY) para establecimiento de un módulo presiométrico representativo.

De esta manera, se puede hablar de módulos presiométricos variables entre 956 y 2.007 bares, con un módulo presiométrico medio de las arcillas con yeso de la unidad FY, de 1.482 bar, considerablemente mayor que el del resto de las unidades descritas hasta ahora.

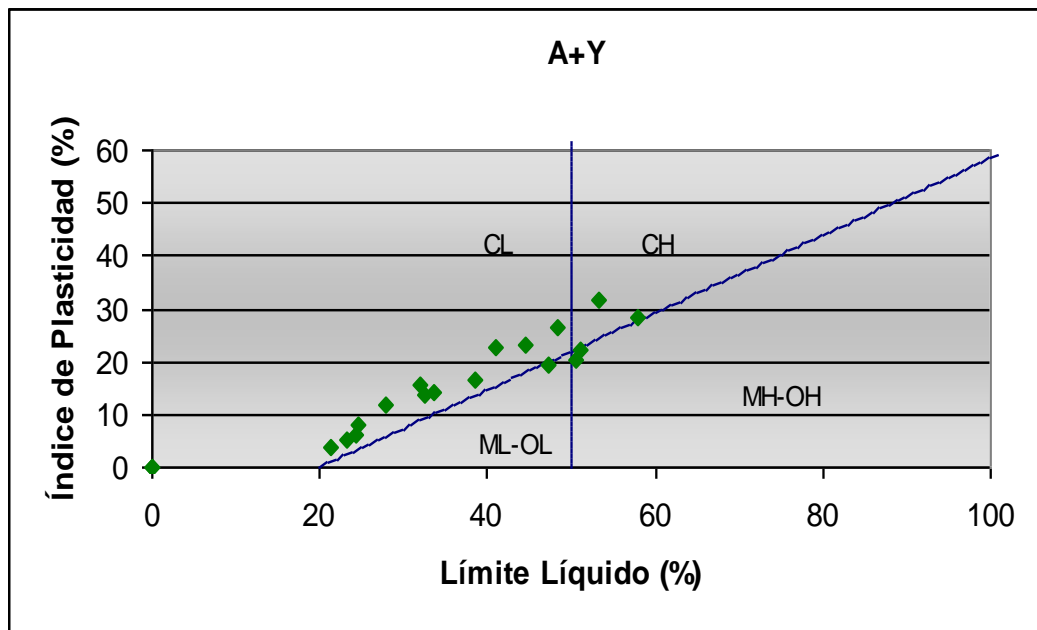
Esto es así al ser la primera formación geológica en la que el yeso, que en sí mismo es un material rocoso, influye en las propiedades propias de suelos y arcillas, aumentando al resistencia del terreno.



Módulo presiométrico vs. profundidad de los datos de ensayos en la zona de las ERAR recopilados.- Unidad FY.- (Arcillas con yeso).

En lo referente a datos geotécnicos procedentes de ensayos de laboratorio, se han recopilado y analizado los siguientes bajo la denominación A+Y de la unidad FY.

- Granulométricamente se clasifican mayoritariamente como arcillas de plasticidad media (CL según Casagrande), aunque en algunas muestra, los resultados de los ensayos de laboratorio han aportado valores que permiten clasificar las muestras como de alta plasticidad (CH o MH).
- El límite líquido obtenido en los ensayos para establecer los límites de Atterberg, ha variado entre 21 y 58%; el límite líquido medio se ha establecido en el 38%. El límite plástico ha oscilado entre el 30 y el 16%, con una media en torno al 21%. Por último, el índice de plasticidad ha variado entre 31 y 4% con una media en torno al 17%. Algunas muestras son han resultado No Plásticas. A continuación se muestra la carta de plasticidad de Casagrande con las muestras de la unidad A+Y (FY) ensayadas:



Carta de plasticidad de la subunidad A+Y.

- De las muestra con datos disponibles recopilados del entrono de las ERAR ensayadas para el cálculo de la humedad natural, se derivan valores variables entre el 6 y el 27%, con una humedad natural media en torno al 16%.
- La densidad seca de estos materiales, oscila entre 15 y 20 KN/m³, con una media en torno a 18 KN/m³. El peso específico obtenido de las arcillas con yeso es en torno a 2,63 g/cm³.
- En cuanto a los componentes químicos accesorios, el contenido en materia orgánica, varía entre 1,5 y 0,5% con una media del 1%. Por otra parte, el contenido en sulfatos, oscila entre el 2 y el 41%, dependiendo del contenido en yeso del tramo en cuestión de la formación.
- En cuanto a la resistencia a compresión simple de estos materiales, se han recopilado valores que varían entre 175 y 2.781 KN/m², por lo que la media de la resistencia a compresión simple de estos materiales es de 1.179 KN/m².



- En cuanto a los parámetros resistentes, en base a datos de ensayos triaxiales tipo CU, se puede establecer un ángulo de rozamiento interno medio de 38° y una cohesión de 51 KPa para los materiales de esta unidad.
- Por último, para evaluar la expansividad de los materiales, se ha obtenido datos de ensayos de hinchamiento Lambe, ensayos de determinación de la presión de hinchamiento y ensayos de hinchamiento libre. El ensayo Lambe suele clasificar el cambio potencial de volumen de estos materiales como *No crítico*. En los ensayos de determinación de la presión de hinchamiento se dan valores entre 10 y 80 KN/m² con una media de 33 KN/m². Por último mientras que en los ensayos de hinchamiento libre se asigna habitualmente a es formación un valor medio del 1,5%.
- Para determinar la abrasividad de estos materiales, se ha recopilado información de ensayos de abrasividad Cerchar, obteniéndose un índice de abrasividad medio de 0,1 mm., valor con el cual se puede establecer que se trata de una roca muy poco abrasiva, tal como recoge la tabla a continuación:

ÍNDICE DE ABRASIVIDAD CERCHAR (CAI)	ABRASIVIDAD
> 4,5	Extremadamente Abrasiva
4,5 – 4,25	Altamente Abrasiva
4,25 – 4	Abrasiva
4 – 3,5	Moderadamente Abrasiva
3,5 – 2,5	Abrasividad Media
2,5 – 1,2	Poco Abrasiva
< 1,2	Muy Poco Abrasiva

Relación CAI-Abrasividad.

En la tabla siguiente se recogen y resumen los parámetros obtenidos y recopilados de terrenos presentes en las parcelas y sus inmediaciones de las ERAR de La China, Butarque y Sur. Todos los ensayos de laboratorio reflejados están realizados sobre muestras de arcillas con yeso (A+Y) de la unidad FY.

Cuando la predominancia es de fracción yesífera frente al contenido arcilloso, se describe la unidad como yesos con arcillas (índice de yesos mayor del 50%). Generalmente los yesos son de carácter masivo macrocristalino, raramente fibroso, pudiendo presentar pequeñas zonas de disolución. Presentan un aspecto grisáceo al contener relativamente altos porcentajes de arcillas gris-oscuras en la mayoría de los casos, aunque se trata de materiales “rocosos” como puede observarse en las siguientes fotografías:



Aspecto de yesos con arcillas de la unidad FY.



Aspecto de yesos con arcillas de la unidad FY.



Fotografía Aspecto de yesos con arcillas de la unidad FY.

Puntualmente, en esta unidad se localizan pequeñas zonas de disolución parcial del yeso de tamaño centimétrico, aunque lo normal es que no exista conexión, extensión o haberse detectado continuidad lateral ni en profundidad de las mismas; están embebidas en una potente masa arcillosa que aísla estos niveles de yesos semidisueltos



Detalle de disolución localizada sobre los yesos.

Se ha recopilado y elaborado, sobre ensayos realizados en los materiales de la subunidad geotécnica Y+A, próximos a la ubicación de las ERAR, los datos de ensayos



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

de penetración SPT que, como era de esperar, en todos los casos y al tratarse de un material pseudorocoso, han dado valores de rechazo, tal y como muestra la siguiente tabla:

UNIDAD	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO			GOLPEO N ₃₀
		15	15	15	
FY Y+A	21,10	50	--	--	101
FY Y+A	23,64	50	--	--	101
FY Y+A	27,02	23	39	50	101
FY Y+A	15,35	50	--	--	101
FY Y+A	27,23	24	50	--	101
FY Y+A	26,73	50	--	--	101
FY Y+A	30,63	30	50	--	101
FY Y+A	15,05	50	--	--	101
FY Y+A	15,55	50	--	--	101
FY Y+A	18,55	50	--	--	101
FY Y+A	24,85	50	--	--	101
FY Y+A	28,55	50	--	--	101
FY Y+A	31,70	17	25	50	101
FY Y+A	8,93	50	--	--	101
FY Y+A	12,24	50	--	--	101
FY Y+A	21,02	50	--	--	101
FY Y+A	8,6	50	--	--	101
FY Y+A	28,2	50	--	--	101
FY Y+A	33,02	50	--	--	101
FY Y+A	36,02	50	--	--	101
FY Y+A	3,15	50	--	--	101
FY Y+A	21,02	50	--	--	101
FY Y+A	28,55	50	--	--	101
FY Y+A	3,03	50	--	--	101
FY Y+A	3,2	44	17	50	101
FY Y+A	16,2	25	46	50	101
FY Y+A	12,06	50	--	--	101
FY Y+A	15,05	50	--	--	101
FY Y+A	18,05	50	--	--	101
FY Y+A	19,67	50	--	--	101
FY Y+A	11,46	50	--	--	101
FY Y+A	15,84	50	--	--	101



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

UNIDAD	PROF. MEDIA (m)	GOLPEO			GOLPEO N ₃₀
		15	15	15	
FY Y+A	18,06	50	--	--	101
FY Y+A	21,00	50	--	--	101
FY Y+A	12,15	50	--	--	101
FY Y+A	15,27	30	50	--	101
MEDIA GOLPEO N ₃₀ --SUBUNIDAD YESOS CON ARCILLAS (FY)					RECHAZO

Datos de ensayos SPT obtenidos sobre materiales de la unidad FY en la zona de las tres ERAR.- yesos con arcillas, subunidad Y+A.

Por otra parte, se ha recopilado información sobre ensayos presiométricos, cuyos resultados rondan y superan los 4.000 bares de módulo presiométrico. Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD GEOTÉCNICA	PRESIÓN LÍMITE (bar)	PRESIÓN NETA (bar)	MÓDULO PESIOMÉTRICO (bar)
30,05	FY Y+A	>52	>50,4	4.465,90
20,00	FY Y+A	>40	>37,5	4.944,64
28,20	FY Y+A	>50	>48,2	3.809,12
MÓD. PRESIOMÉTRICO UNIDAD FY.- YESOS CON ARCILLA (bar)				4.406,55

Resumen datos de ensayos presiométricos sobre materiales de la subunidad Y+A (FY).

De los ensayos de laboratorio presentados anteriormente, y realizados sobre muestras de la subunidad Y+A (unidad geotécnica FY), obtenidas en sondeos ejecutados sobre los terrenos en los que asientan las ERAR de La China, Butarque y Sur, se pueden sacar las siguientes conclusiones:



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

- Los ensayos granulométricos, de los finos interestratificados con el yeso, los califican como arcillas no plásticas.
- La humedad nat. de las muestras varía entre el 0 y el 10%, con una media del 4%.
- La densidad seca obtenida en los ensayos recopilados varía entre 20 y 26 KN/m³, con una media de 23,6 KN/m³.
- El contenido en sulfatos solubles oscila entre el 28 y el 43% en peso.
- La resistencia a compresión simple de estos materiales varía entre 2.500 y 25.700 KPa., con una resistencia a compresión simple media de 9.400 KPa.
- La abrasividad de estos materiales se estima en función del índice de abrasividad Cerchar y del índice Schymazek. El índice de abrasividad Cerchar, de esta Unidad FY.-Y+A ha sido de 0,1 mm., y el índice Schymazek (F) de 0,0002 kp/cm², calificándose como materiales de muy baja abrasividad, y rozabilidad muy buena, como indica la siguiente tabla, y la comentada anteriormente:

ABRASIVIDAD F (kp/cm)	ROZABILIDAD
0,2-0,3	Muy buena
0,3-0,4	Buena
0,4-0,5	Moderada
0,5-0,6	Regular
0,6-0,8	Mala
0,8-1,0	Muy mala

Relación entre el índice F del ensayo Schymazek y la rozabilidad.

En cuanto a su excavabilidad, de los ensayos geofísicos de la zona, establecen una velocidad de ondas P en estos materiales superior a 2.500 m/s, lo cual clasifica estos materiales como marginales. En la tabla siguiente se recogen todos los datos de ensayos de laboratorio realizados sobre muestras de la unidad FY (Y+A) tomadas en la zona de ubicación de las ERAR.

Profundidad	Unidad	Densidad seca (KN/m ³)	Hum. Nat. (%)	Lím. Atterberg			Granulometría % que pasa por el tamiz					Clasificaciones			Ensayos Químicos		RCS (tj) KPa	Presión hinchamiento (KPa)	Índice de abrasividad Cerchar (mm)	Índice Schymazek F (kp/cm)
				LL	LP	IP	#20	#5	#2	#0,4	#0,08	AASHTO	Casa-grande	Índice de grupo	M.O. (%)	SO ₃ (%)				
26,05-26,50	Y+A	20,3	9,00													20,231	2,781			
24,90-25,25	Y+A	22,1	3,00													39,605	3,145			
26,75-27,05	Y+A	22,3	0,80													43,720	11,780	0		
26,55-27,05	Y+A	26,1	1,10													27,775	10,506		0,1	
32,85-33,25	Y+A	26,6	0,00														25,700			
15,00-15,11	Y+A		10,55	N.P.	N.P.	N.P.	100	100	100	95,1	84,1	A-4	CL	0		36,862				
14,95-15,30	Y+A	24,4	3,80													29,318	2,552			

Resumen de datos de laboratorio realizados en muestras de la subunidad Y+A, unidad FY



7.2. RESUMEN: PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ZONAS DE LAS ERAR

A partir de todos los datos recabados a partir de ensayos de laboratorio sobre muestras obtenidas en reconocimientos geotécnicos efectuados en el ámbito de las ERAR de la China, Butarque y Sur, se han establecido unas características medias de las unidades geotécnicas diferenciadas.

En determinados parámetros, como puede ser el contenido en sulfatos, o la presión de hinchamiento, los valores han oscilado en rangos amplios. En estos casos se ha considerado poco oportuno estimar una media aritmética de los resultados obtenidos y se ha optado por establecer el rango de variación de los mismos.

Los resultados presentados se han contrastado con los recogidos en la bibliografía técnica, analizando su similitud o varianza. En todos los casos los datos recopilados en los ensayos de laboratorio son similares, o se encuentran en el rango de variación, de los establecidos en la literatura especializada. En la tabla siguiente se recogen las características medias de cada unidad geotécnica.

A efectos de su aplicación a futuros cálculos, se ha optado por asignar al terreno las propiedades geotécnicas utilizadas en distintas obras de infraestructuras, que se localizan del lado de la seguridad y están suficientemente contrastadas, lo que se muestra en la segunda de las dos tablas siguientes.

UNIDADES GEOTÉCNICAS	N ₃₀ SPT	MÓDULO PRESIOMÉTRICO (bar)	Densidad seca (KN/m ³)	Peso específico (g/cm ³)	Hum. Nat. (%)	Límites de Atterberg		Clasificación Casagrande	Ensayos Químicos		RCS (q _u) KPa	Triaxial			Ensayo de hinchamiento Lambe Cambio potencial de volumen	Presión hinchamiento (KPa)	Hinchamiento libre (%)	Excavabilidad	
						LL	IP		M.O. (%)	SO ₃ (%)		Tipo	Φ' (°)	C' (KPa)					
RELLENO ANTRÓPICO .RA.	18	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Excavable	
CUATERNARIO ALUVIAL. QAL.	16	--	--	--	16	43	22	SC-SM	0	--	--	--	--	--	--	--	--	Excavable	
TOSCO ARENOSO TA	51	--	--	--	11	34	17	SC	--	0	--	--	--	--	--	--	--	Excavable	
TOSCO T	42	--	--	--	19	44	18,5	CL	--	0	--	--	--	--	--	--	--	Excavable	
PEÑUELAS. P.	55	867	15	2,63	25	64	36	CH	0,5	0	485	CU	28	60	No crítico	30-100	2	Excavable	
PEÑUELAS YESÍFERAS. PY.	62	804	17	2,60	22	44	19	CL	1	0-14	442	CU	39	83	No crítico	20-160	1,3	Excavable	
FY	ARCILLAS CON YESO (A+Y)	17-R	1.482	18	2,63	16	38	17	CL	1	2-41	1.179	CU	38	51	No crítico	10-80	1,5	Marginal
	YESOS CON ARCILLA (Y+A)	R	4.400	23,6	--	4	--	--	--	--	--	9.400	--	--	--	--	--	--	Marginal

Resumen caract. Geotécnicas medias establecidas a partir datos de ensayos sobre muestras de las distintas Uds. geotécnicas diferenciadas en la zona de las ERAR de la China, Butarque y Sur.

UNIDAD	Peso aparente (t/m ³)	Cohesión C' (t/m ²)	Ángulo de rozamiento interno Φ' (°)	Módulo de deform. (subsid.) E (t/m ²)	Coefficiente de Poisson v	Módulo de balasto k (t/m ³)	
RA	1,8	0,00	28	800-1.000	0,35	2.000	
QAL	2,00	0,00	32	1.000-1.500	0,32	5.000	
TA	Tosco arenoso	2,08	2,0-2,5	32,5	13.000	0,30	25.000-35.000
	Arena tosquizada	2,05	1,0-1,5	33	8.000-10.000	0,30	15.000-20.000
T	2,10	3,0	30	15.000-18.000	0,30	30.000-40.000	
P	2,00	5,0-6,0	28	20.000	0,28	35.000-50.000	
PY	2,10	5,0-8,0	30	25.000	0,27	40.000-55.000	
FY	A+Y	2,10	5,0-8,0	30	25.000	0,27	40.000-55.000
	Y+A	2,30	7,0-10,0	28	40.000	0,26	60.000

Resumen de propiedades geotécnicas recomendadas para las distintas unidades geotécnicas diferenciadas en el ámbito de las ERAR de La China, Butarque y Sur.



7.3. ESTABILIDAD DE TALUDES

7.3.1. Introducción

Las actuaciones y obras que se deriven realizar en las ERAR de La china, Butarque y Sur, o zonas aledañas de las alternativas propuestas en el marco del presente Estudio, se realizarán, como fase previa, en excavaciones sobre el actual terreno natural o de las parcelas de las ERAR a cielo abierto.

Estas excavaciones afectarán directamente en primera instancia a los niveles superiores de rellenos antrópicos (RA), y cuaternarios aluviales (QAL), de los definidos y descritos en la columna tipo adoptada y presentada en puntos anteriores, y bajo ellos al terciario.

La afección a niveles infradyacentes a los anteriores, de tosco (T), Peñuelas (P) o alguno de los niveles yesíferos (PY, A+Y, Y+A), se definirá en fases posteriores de este estudio.

De esta manera, es necesario establecer de forma aproximada cuáles son los taludes de excavación recomendados en el caso de construcción de nuevos elementos de depuración en las ERAR, establecimiento que se hará en función de las características de los materiales sobre los que se realiza la excavación y las características del vaciado.

En el análisis que se presenta a continuación, de modo orientativo, se considera que el problema es bidimensional, y se estudia una superficie de rotura hipotética de tipología circular que define el sector del posible deslizamiento.

La situación se evalúa a través de las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras y la resistencia de dicha superficie de deslizamiento.

El valor que se obtiene es un factor de seguridad obtenido por comparación de las magnitudes calculadas que tienen a estabilizar o desestabilizar la masa “movilizada”. El procedimiento se repite hasta obtener una superficie “crítica” que proporciona el factor de seguridad mínimo, en base al cual se adopta el talud o se modifica.



La metodología seguida este análisis de estabilidad, que se presenta como previo y orientativo de las condiciones que posiblemente se darán en algunas de las excavaciones a proyectar, es la siguiente:

- Establecimiento de la tipología de excavación
- Asignación de parámetros de cálculo
- Análisis y evaluación de los resultados

Los cálculos se han realizado mediante las aplicaciones informáticas SLOPE/W de GEOSLOPE Software y SLIDE de RocScience, donde se han especificado las características de los materiales a excavar, como densidad seca y parámetros resistentes y distintas secciones de excavación que se reproducen en secciones tipo de las plantas de las ERAR y en las zonas de ubicación de posibles elementos situados en los alrededores de las mismas.

Los programas trabajan con varios métodos entre los que se encuentran los de: Morgensten-Price, Fellenius, Bishop, Jambu simplificado, etc. Parte de una superficie de rotura cilíndrica que divide el terreno en rebanadas tomando distintos centros y radios del círculo de rotura; evalúa de todas las rebanadas la distribución de fuerzas y momentos, en busca del coeficiente de seguridad menor. El resultado es la caracterización del círculo de rotura que aporta el menor coeficiente de seguridad, al ser el más inestable. En la salida gráfica que aporta el software se indica el círculo de rotura pésimo, la malla de cálculo (cada nudo es el centro de un círculo de rotura analizado) y el factor de seguridad obtenido.

En algunos casos el mínimo factor de seguridad que aporta el programa, se limita a pequeños círculos de rotura superficiales de escasa entidad. En esos casos, dado que esta situación obviamente no es un síntoma de inestabilidad global de la excavación, se ha buscado el factor de seguridad que posee un círculo de rotura de mayor entidad, a pesar de que sea claramente mayor que el resultado mínimo aportado por la aplicación informática. Por esta razón, antes de considerar un resultado como válido, ha sido analizado críticamente con el fin de establecer si el resultado es razonable.



7.3.2. Asignación de parámetros y modelización del talud

Las excavaciones se realizarán sobre los materiales de las unidades: RA, QAL, TA, T, P, PY y FY. De forma simplificada, para el análisis de estabilidad se han agrupado estas siete unidades en dos: materiales cuaternarios y materiales terciarios ya que las características de las unidades RA y QAL son similares, al igual que los son las de las unidades TA, T, P, PY y FY.

Los parámetros a emplear en el cálculo de estabilidad son los siguientes, justificados en epígrafes anteriores. De todos los valores asignados a cada una de las unidades terciarias, se ha asignado a la unidad de cálculo de estabilidad correspondiente al terciario, de forma conservadora, con los valores menores.

UNIDAD	Peso aparente (KN/m³)	Cohesión C' (KN/m²)	Ángulo de rozamiento interno Φ'(°)
RA	18	0	28
QAL	20	0	32
P, PY, FY	20	55	28
TA, T	20,5	15	30

Propiedades geotécnicas utilizadas en el análisis de estabilidad.

Como ya se ha comentado, los materiales cuaternarios engloban las unidades RA y QAL, mientras que los terciarios engloban los materiales de las unidades T, TA, P, PY y FY (tanto A+Y como Y+A).

La modelización del talud se ha realizado analizando tanto el perfil geotécnico longitudinal como los perfiles geotécnicos transversales estableciendo los espesores máximos de materiales cuaternarios así como la localización del contacto entre cuaternarios y terciarios.

Para las excavaciones a cielo abierto correspondientes a elementos de las ERAR, se ha comenzado por considerar una sección tipo combinada, estableciendo un talud con

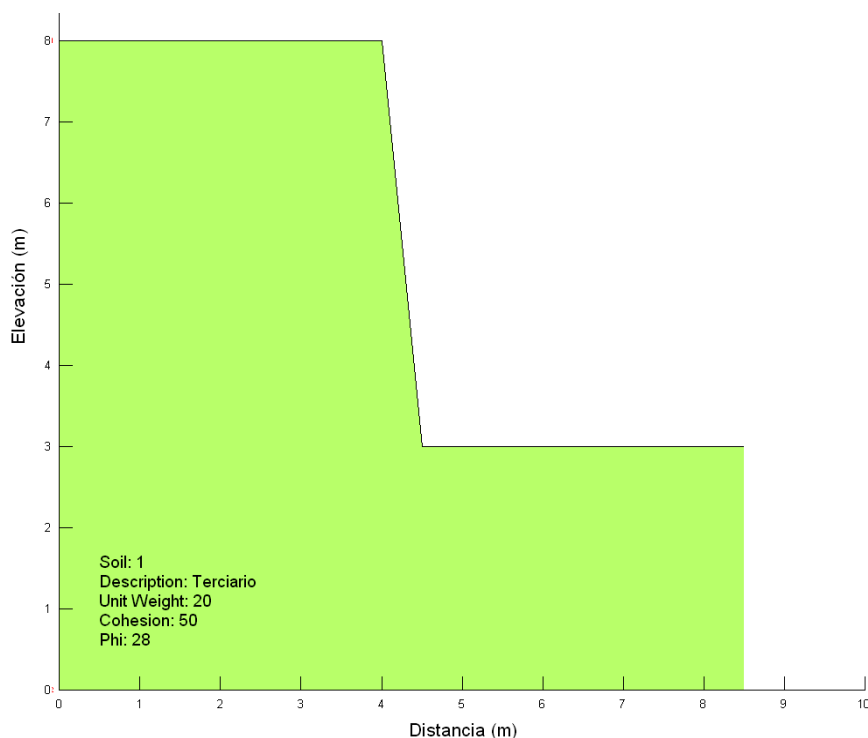


inclinación 1H:5V en los 2,5 m más profundos excavados siempre en materiales terciarios (lo que habrá que afinar una vez definidas las actuaciones en las ERAR); a continuación existe una berma de 5 m de anchura y el resto del talud se ha diseñado con inclinación 2H:1V independientemente de los materiales que conformen la cara del talud (terciarios o cuaternarios, posiblemente éstos segundos).

En el análisis de estabilidad se han evaluado distintos casos que han servido de base para realizar un análisis crítico acerca de cada una de las situaciones que se pueden reproducir en las excavaciones a efectuar en las ERAR.

Los casos hipotéticos considerados y estudiados, en cuanto a la estabilidad de los posibles taludes de excavación a realizar, son los que se enuncian a continuación:

1. **CASO -1.-** Talud de 2,50 m de altura, excavado completamente sobre el sustrato terciario con inclinación 1H:5V. Este caso estudiará la estabilidad de los 2,50 m más profundos a lo largo del tramo.

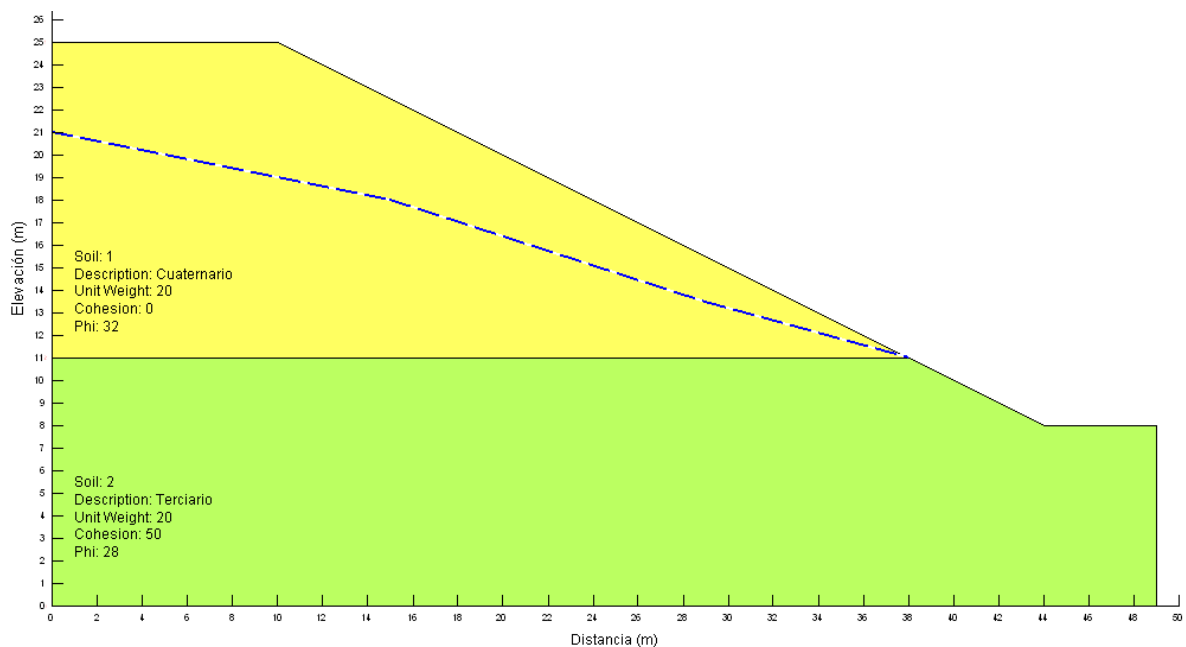


Modelo del caso 1.

2. **CASO- 2.-** Talud de 17 m de altura excavado sobre materiales cuaternarios y terciarios, con inclinación 2H:1V. La profundidad del contacto cuaternario-terciario se ha establecido a partir del perfil geotécnico en el que se ha buscado el espesor

máximo de materiales cuaternarios de manera que la mayor parte del talud sea excavado sobre materiales más desfavorables.

Este contacto se ha establecido en 14 m a partir de la superficie. El resultado es un talud mixto con 14 m de materiales cuaternarios y 6 m de materiales terciarios todos ellos excavados con un talud 2H:1V. Adicionalmente se ha añadido la situación del nivel freático establecida a partir de los resultados obtenidos durante la ejecución de la campaña geotécnica.

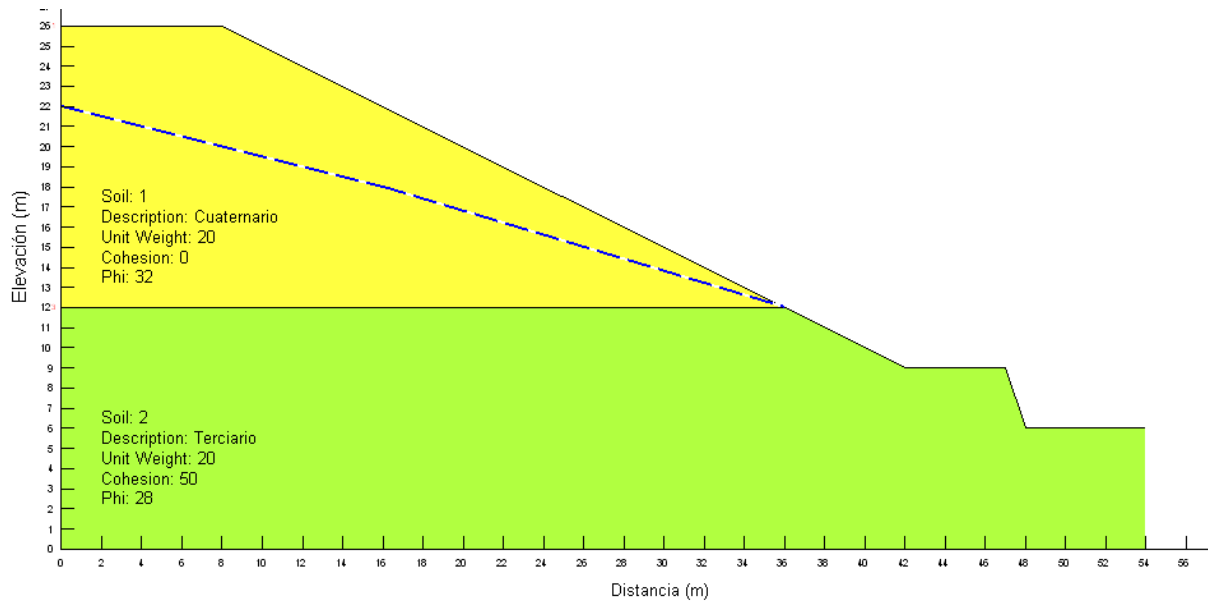


Modelo del caso 2.

- CASO-3.-** Análisis final. Se ha modelizado, por último, un talud idéntico al de la sección tipo en el que se representa el funcionamiento del sistema en conjunto.

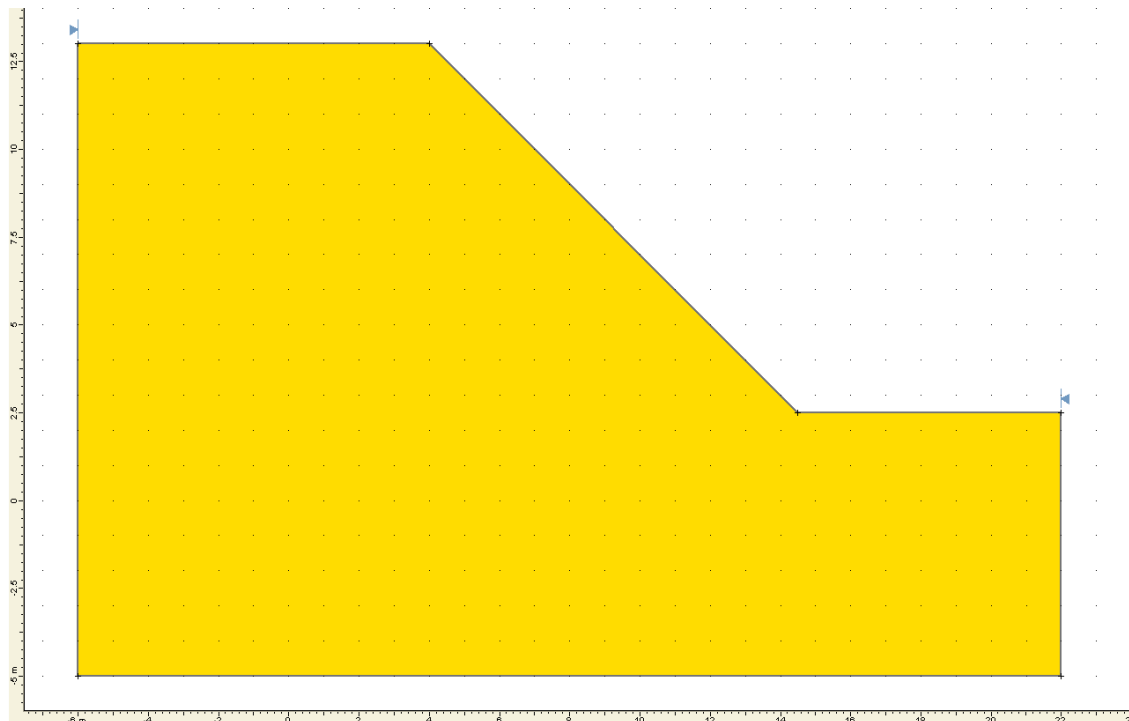


PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.



Modelo del caso 3.

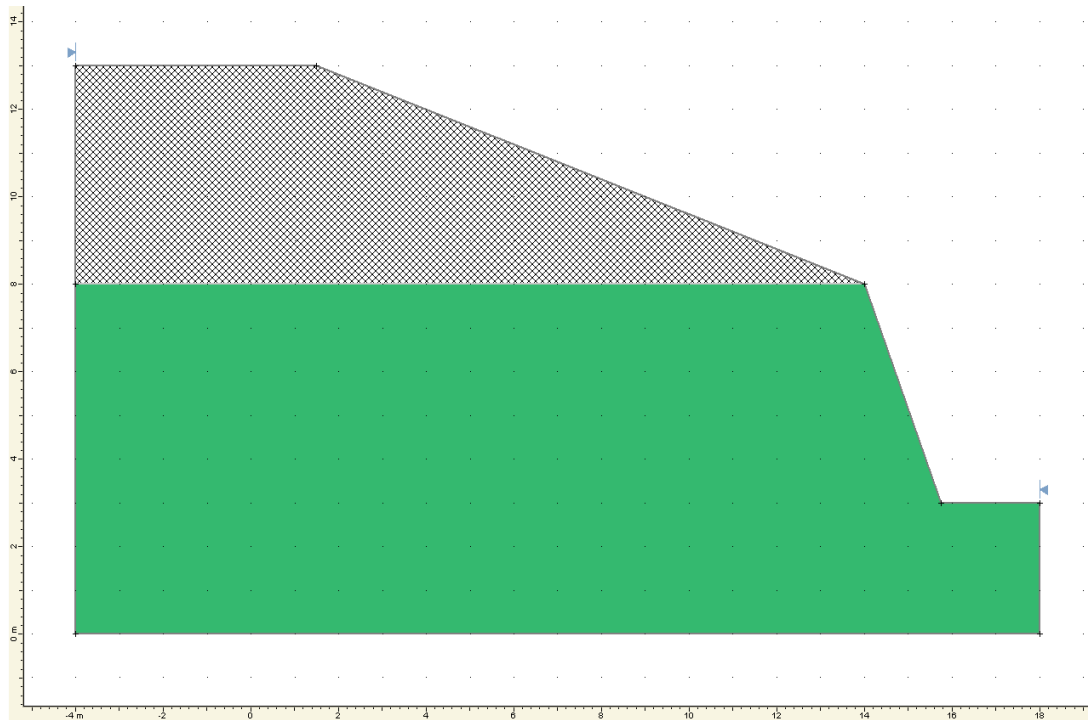
4. **CASO-4.-** Talud de 10,5 metros de altura excavado en terrenos de las unidades T y TA, con inclinación 1H:1V.



Modelo del caso 4.

5. **CASO-5.-** Talud de 10,5 metros de altura excavado en la parte superior sobre rellenos antrópicos (RA), con inclinación 2,5H:1V, y en terrenos terciarios (P), al

1H:2V en su parte inferior. Se obtiene un talud mixto con 5 m de rellenos antrópicos y 5,5 de terrenos terciarios.



Modelo del caso 5.

Con el análisis de los casos mencionados, se puede evaluar la estabilidad de cualquier caso intermedio que se pueda reproducir en cualquier excavación que se realice en las parcelas de la ERAR y zona limítrofes, una vez definidas la actuaciones.

Todo ello considerando, que cualquier talud de menor altura, y similares características, aportaría un factor de seguridad mayor que el obtenido en el caso de análisis presentado, y que cuanto menor sea el espesor de materiales cuaternarios, mayor será el factor de seguridad, puesto que aumentará la proporción relativa de materiales de mejores propiedades resistentes (terciarios en general), frente a los más desfavorables (cuaternarios), como se ha puesto de manifiesto en puntos de descripciones geotécnicas previas

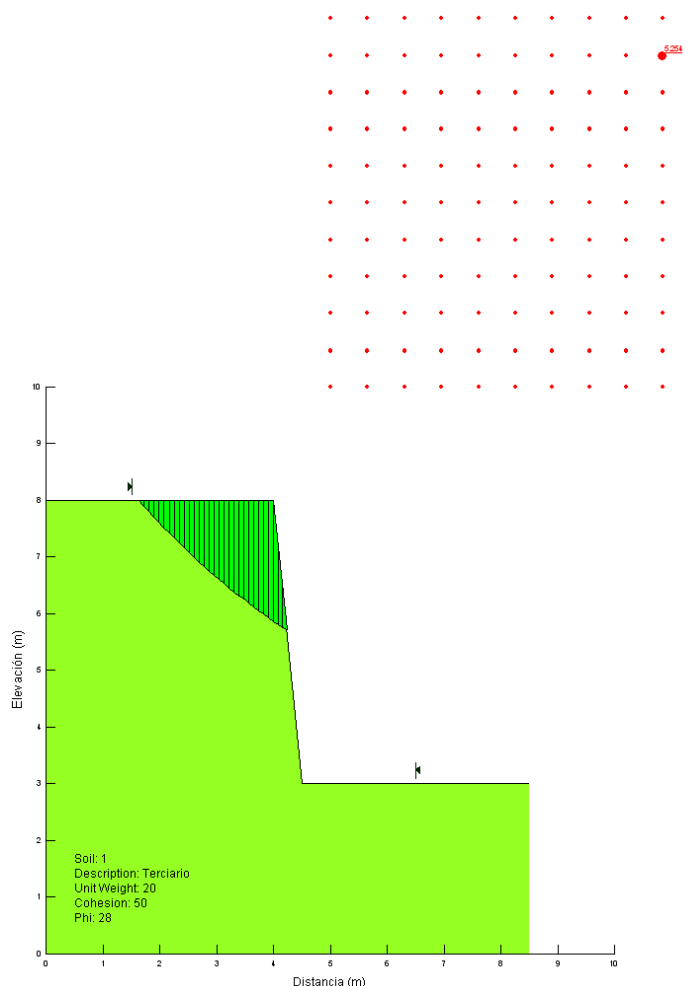
7.3.3. Resultados del análisis sobre los taludes considerados



Los taludes de excavación son taludes temporales, para los cuales es práctica habitual admitir factores de seguridad menores de lo habitual. Se adoptará como factor de seguridad mínimo admisible un factor de 1,2.

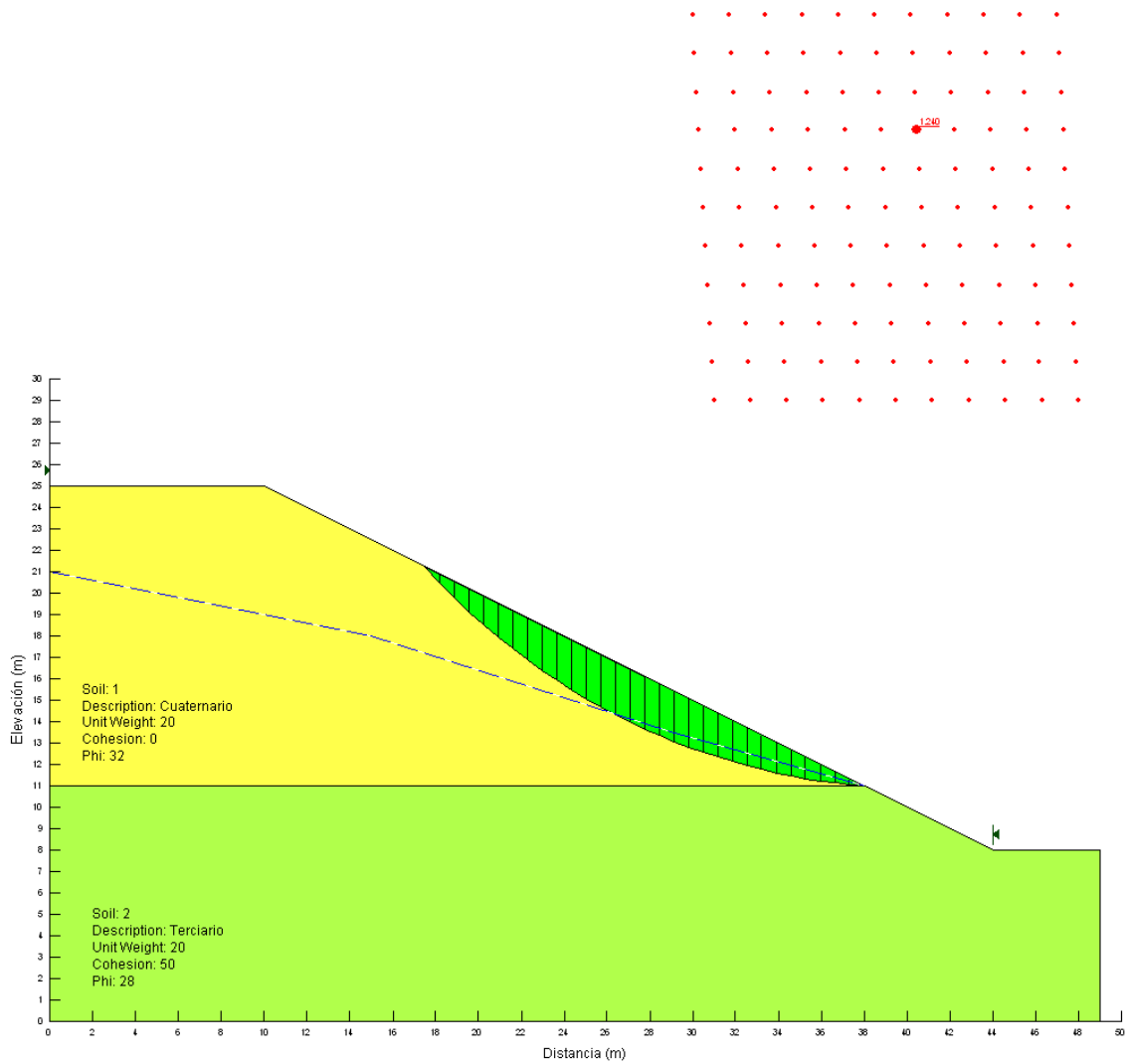
Los factores de seguridad obtenidos en los análisis de estabilidad de los tres casos calculados se comentan a continuación:

- **CASO 1.-** El mínimo factor de seguridad obtenido en esta situación es de 5,254, por lo que el talud resultará estable en cualquier condición, como era de esperar en este tipo de materiales pseudoroccosos.



Círculo de rotura pésimo. Caso 1. F.S. 5,254.

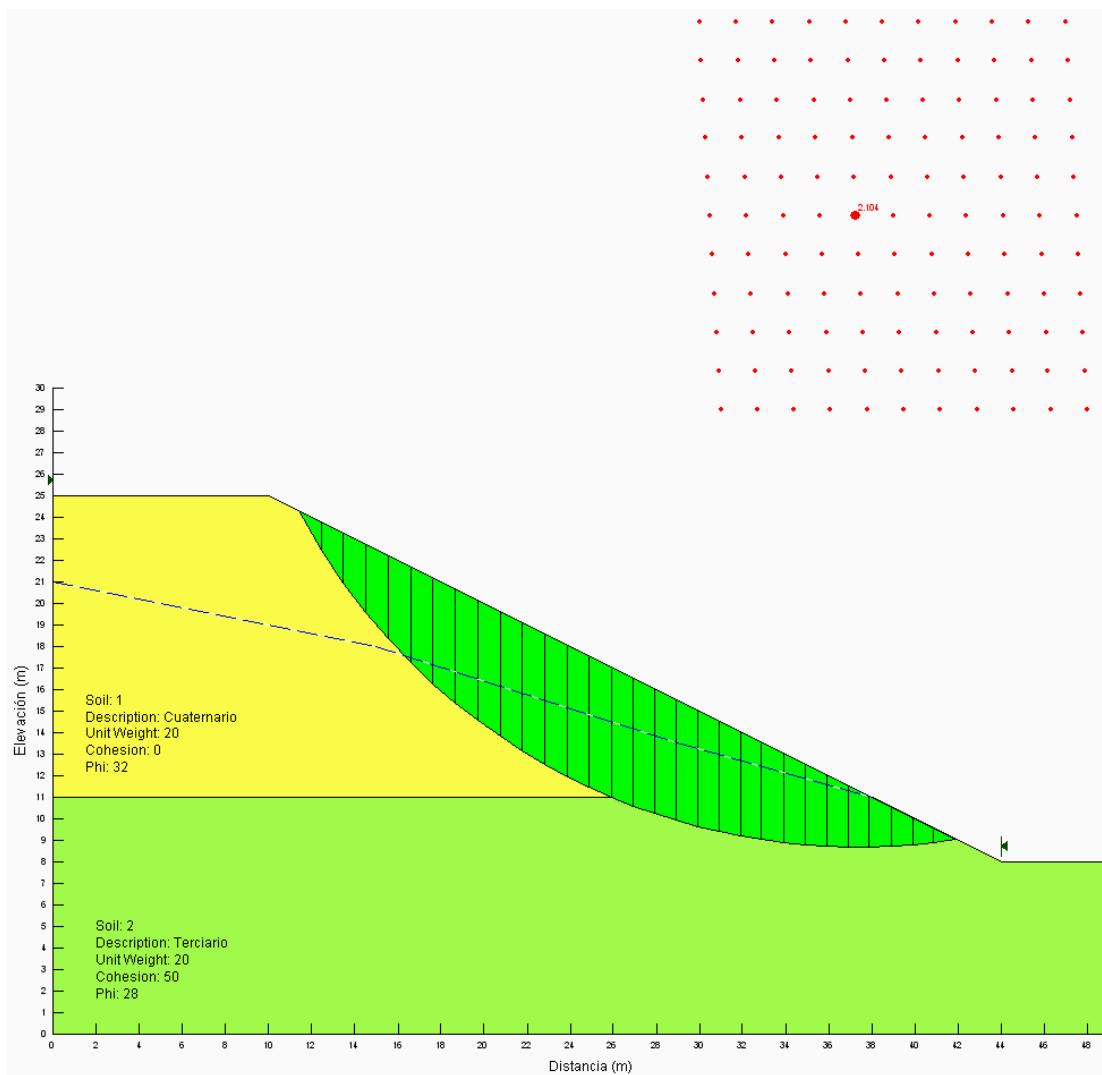
- **CASO 2.** En este caso, el factor de seguridad mínimo que aporta la aplicación informática es de 1,240.



Círculo de rotura pésimo en materiales cuaternarios. Caso 2.
F.S. 1,240.

Como se puede ver, el círculo de rotura se centra en los materiales cuaternarios, de peores características que el terciario infrayacente.

Para tener una idea completa del análisis, se ha forzado al círculo de rotura a englobar materiales terciarios obteniéndose factores de seguridad en todos los casos mayores a 1,9 como muestra la figura 23.



Círculo de rotura en materiales cuaternarios y terciarios. Caso 2.

F.S. 2,104.

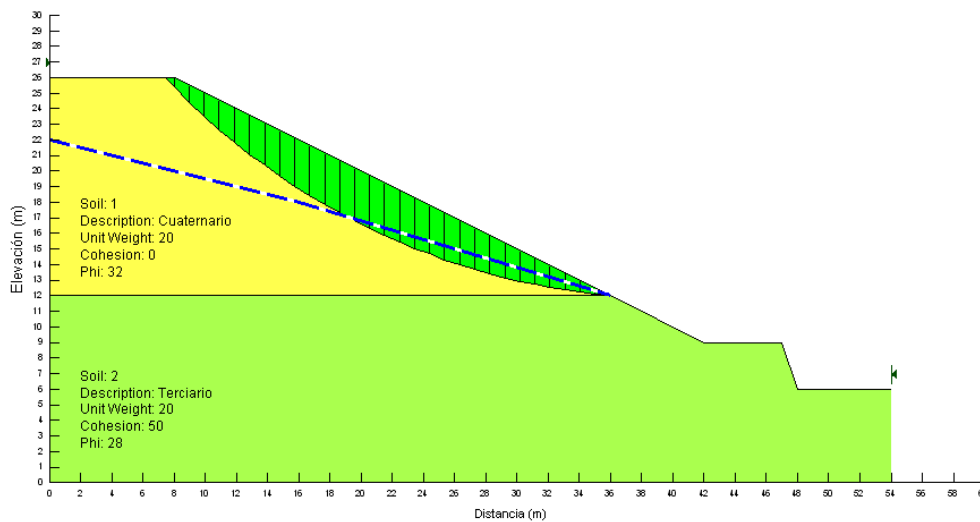
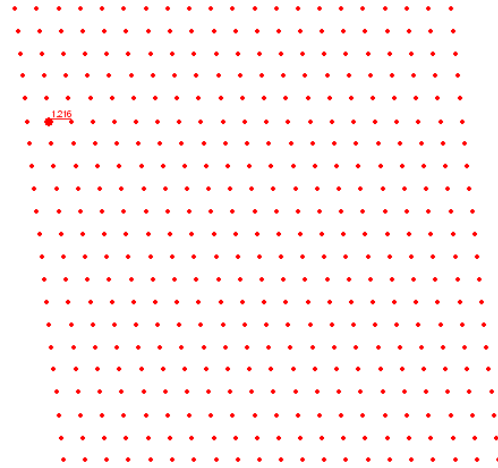
- **CASO 3..** En este caso, el factor de seguridad mínimo que aporta la aplicación informática es de 1,216 que, al igual que en el caso anterior, se corresponde con un círculo de rotura localizado únicamente sobre el cuaternario superior.

Para evaluar la estabilidad global del sistema, se ha analizado el factor de seguridad que se obtiene para un círculo de rotura de la suficiente entidad como



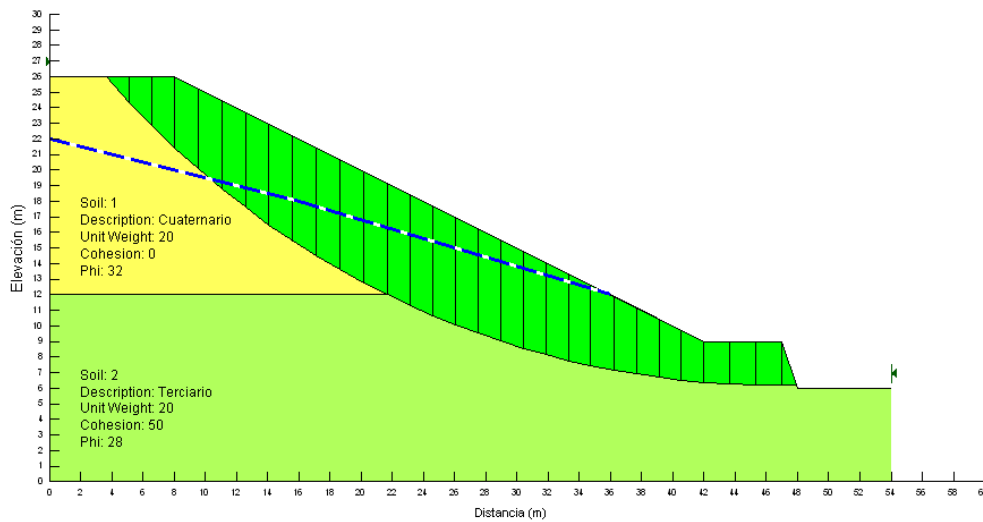
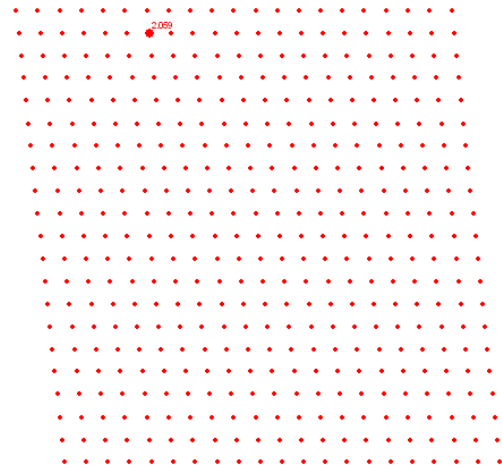
PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

para englobar materiales, tanto terciarios, como cuaternarios, obteniéndose factores de seguridad en torno a 2,0 (figura siguiente).



Círculo de rotura. Caso 3.

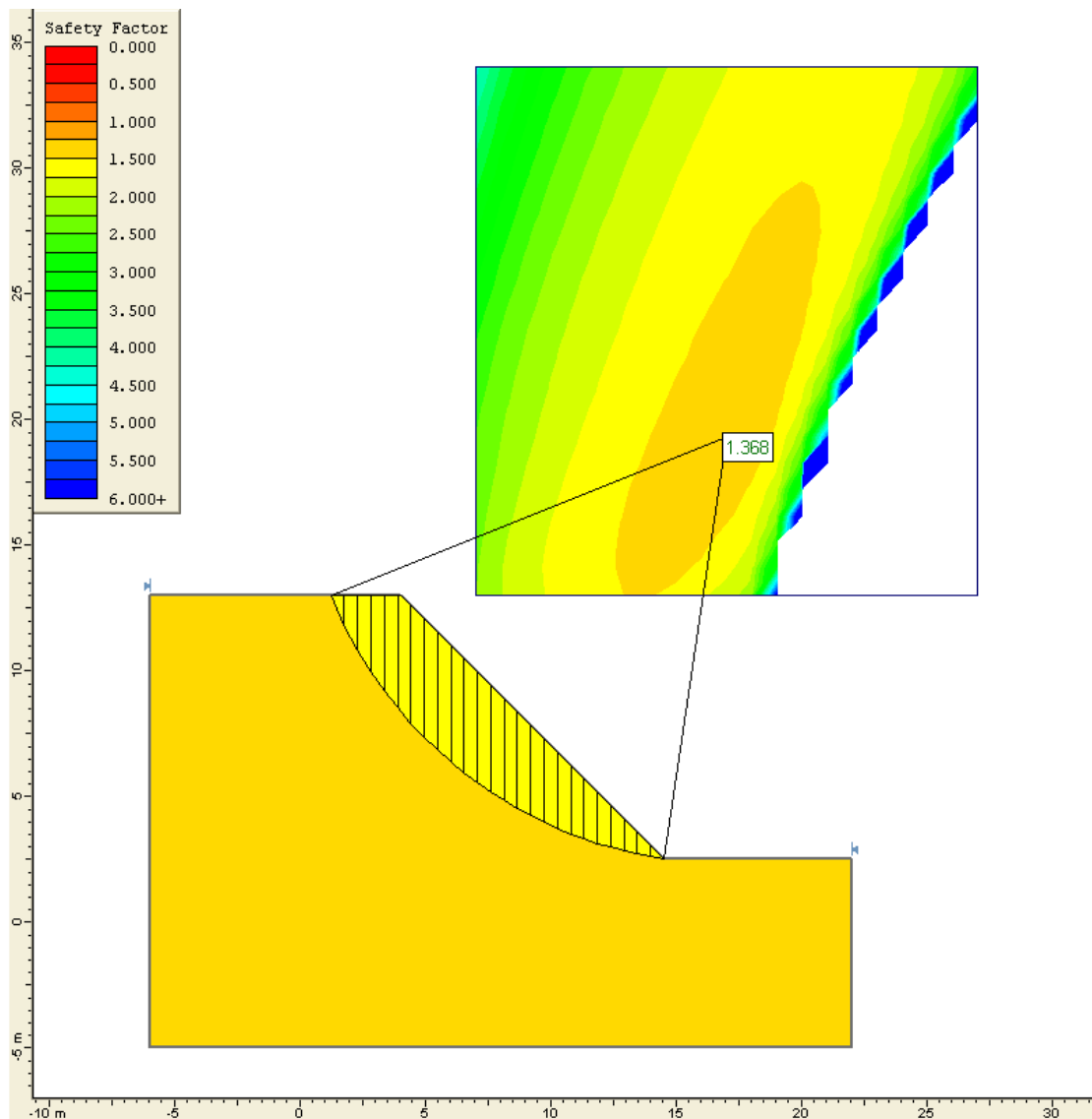
F.S. 1,246.



Círculo de rotura. Caso 3.

F.S. 2,004.

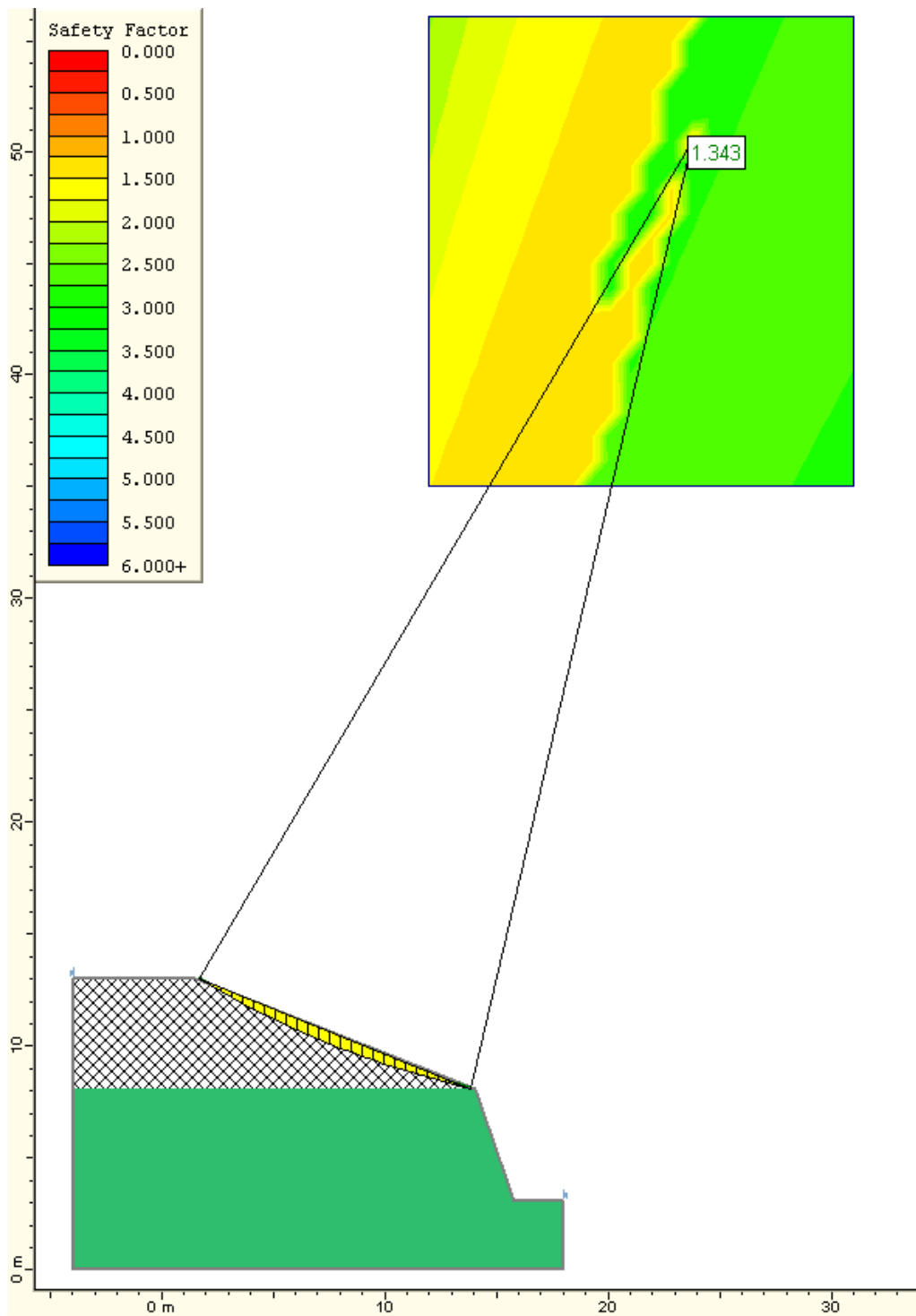
- **CASO 4.-** En este caso, el factor de seguridad mínimo que aporta la aplicación informática es de 1,368.



Círculo de rotura. Caso 4.

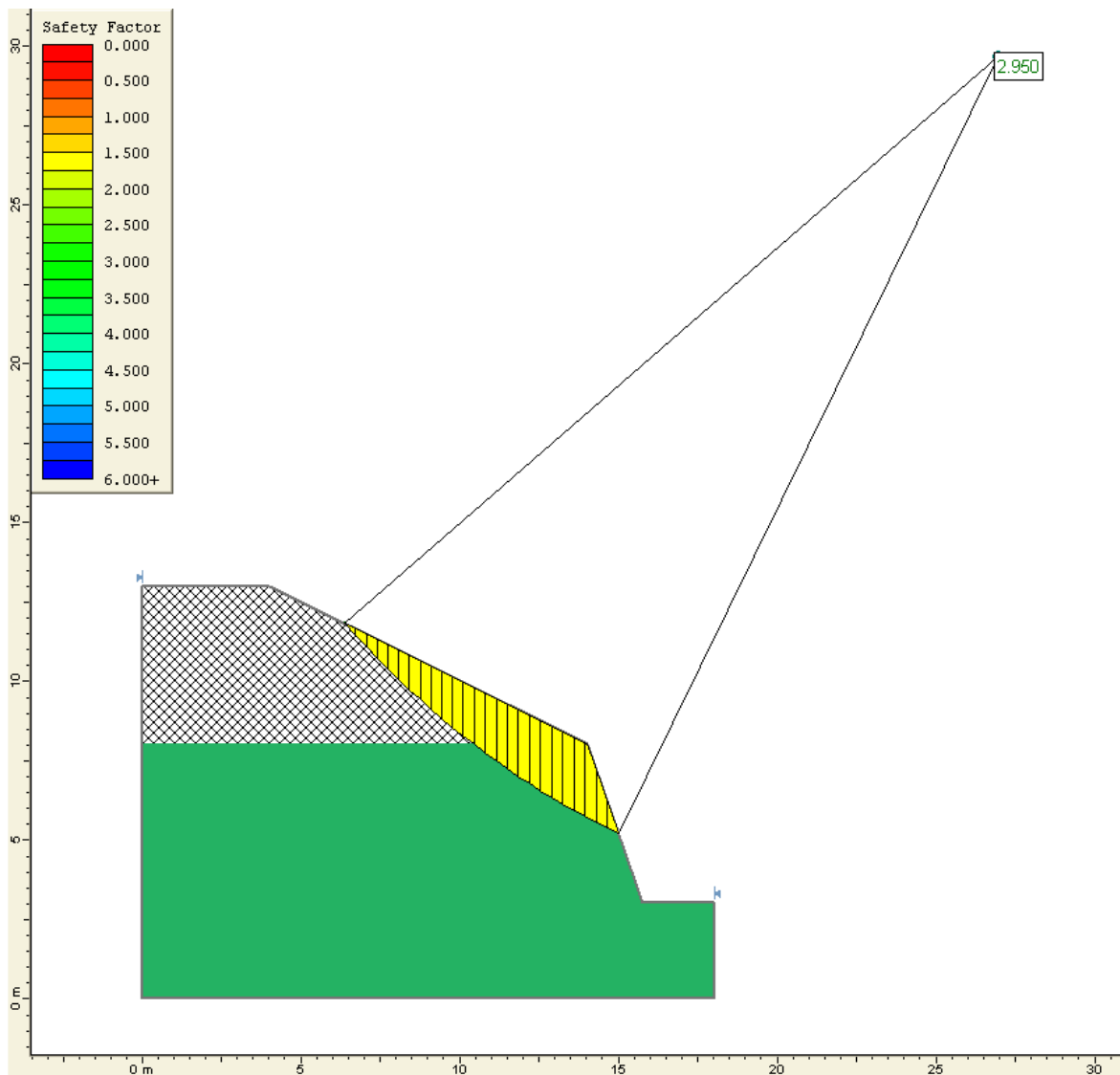
F.S. 1,368.

- **CASO 5.-** En este caso, el factor de seguridad mínimo que aporta la aplicación informática es de 1,343. Para evaluar la estabilidad global del sistema se ha analizado el factor de seguridad que se obtiene para un círculo de rotura de la suficiente entidad como para englobar materiales tanto terciarios como cuaternarios, obteniéndose factores de seguridad en torno a 3,0 (figura siguiente).



Círculo de rotura. Caso 5.

F.S. 1,343.



Círculo de rotura. Caso 5.
F.S. 2,950.

7.3.4. Resumen y conclusiones del estudio de estabilidad de taludes

El análisis de estabilidad se ha realizado a partir de la sección tipo, hipotética en principio, y a definir o confirmar con posterioridad, diseñada para las posibles excavaciones de los nuevos elementos a construir en las ERAR de la China, Butarque y Sur.



Para ello se han modelizado cinco situaciones, dos de ellas ampliadas como modificación de seguridad de las inicialmente consideradas, que permitan evaluar la estabilidad del sistema en distintas condiciones de disposición geotécnica de los materiales afectados en las ERAR o zonas aledañas.

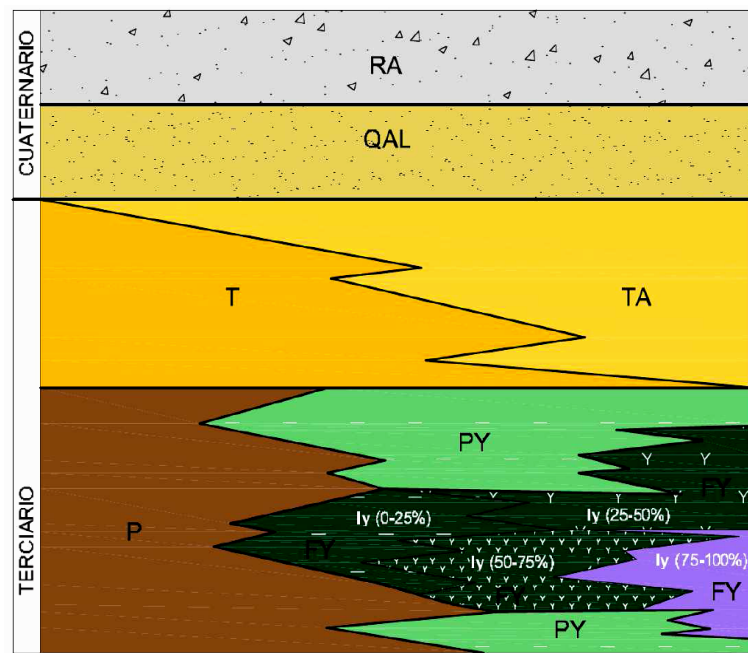
En la siguiente tabla se resumen los factores de seguridad obtenidos en cada caso de análisis considerado:

CASO ESTUDIADO	CARACTERÍSTICAS DEL TALUD			FACTOR DE SEGURIDAD OBTENIDO
	H	TALUD	MODELO DE MATERIALES DE EXCAVACIÓN	
CASO 1	2,50 m	1H:5V	Terciario (P)	5,254
CASO 2	17 m	2H:1V	14 m sobre cuaternario	1,240-2,104
		2H:1V	3 m sobre terciario (P)	
CASO 3	20 m	2H:1V	14 m sobre cuaternario	1,246-2,004
		2H:1V	3 m sobre terciario (P)	
		1H:5V	3 m sobre terciario (P)	
CASO 4	10,5 m	1H:1V	10,5 m sobre terciario (T)	1,368
CASO 5	10,5 m	2,5H:1V	5 m sobre RA	1,343-2,950
		1H:2V	5,5 m sobre terciario (P)	

Resumen de los factores de seguridad obtenidos en el análisis de estabilidad

8. RESUMEN DE LAS CONDICIONES GEOTÉCNICAS

Los elementos a modificar, o a ejecutar como obra nueva, en las parcelas de las ERAR de la China, Butarque y Sur y sus zonas aledañas, se ejecutarán en primera instancia sobre materiales superficiales pertenecientes a los niveles superiores de la columna tipo definida y adoptada para la zona, encuadrables como rellenos antrópicos (RA) y aluviales cuaternarios (QAL), que son los aflorantes en la zona.



RA	Relleno antrópico residuo de construcción, arena con cantos y escombros.
QAL	Cuaternario aluvial, arcillas arenosas o arenas finas con cantos de origen aluvial.
TA	Arenas arcillosas marrones duras a arcillas con bastante arena marrones muy densas. Formación Tosco Arenoso/Arena Tosquiza.
T	Arcillas de color ocre duras o muy duras. Formación Tosco.
P	Arcillas marrón-rojizas o gris-verdosas duras o muy duras. Sin yeso. Formación Peñuelas .
PY	Arcillas grises, raramente marrones con indicios de yeso pulverulento o mineralización de yeso fibroso en vetas subhorizontales o verticales de espesor centimétrico. Formación peñuelas con yeso.
FY	Interestratificado de arcillas grisáceas y yeso fibroso pulverulento o masivo. La predominancia de arcilla frente a yeso o viceversa es variable. Formación yesífera. Iy= índice de yesos. % estimado "de visu" de yesos frente a las arcillas.

Bajo ellos se ubican a diferente cota, los materiales terciarios, que en este sector, sobre todo en La China Y Butarque son predominantemente de la unidad de Peñuelas (P) y



Peñuelas con yesos (PY), y en la zona de la ERAR Sur, los materiales subyacentes a rellenos, y sobre todo los aluviales de llanura de inundación aflorantes, son la Fm. Yesífera (FY), visible en todo el escarpe Norte de la planta.

En general los materiales pertenecientes a las formaciones arcilloso-arenosas del Tosco (T y TA) son menos potentes o inexistentes, y están más acunadas, en esta zona sur del cauce del Manzanares, que en zonas más al Norte de la cuenca, o de la propia ciudad de Madrid. En algunos casos documentados en las zonas de implantación de las ERAR los rellenos antrópicos y los cuaternarios aluviales descansan directamente sobre las formaciones yesíferas.

La cimentación de los diferentes elementos de las ERAR se hará sobre materiales cuaternarios de origen aluvial (QAL) o sobre sustrato terciario, más concretamente, y preferentemente, sobre la formación yesífera (FY), tanto sobre la subunidad de arcillas con yeso (A+Y, con proporciones del índice de yesos entre 0-50%), como sobre la subunidad yesos con arcilla (Y+A, con proporciones del índice de yesos superiores al 50% de yesos). La formación FY, representada por yesos masivos al 75-100% aflora en algunos puntos como alto del sustrato, por ejemplo en los taludes del cerramiento de la ERAR de La China o en los relieves presentes al Norte de la ERAR Sur. En general no se afecta directamente en las ERAR, aunque es subyacente a los Cuaternarios, Rellenos y las Subunidades de interestratificados de arcillas y yesos.

El detalle exacto de la columna de cimentación en cada planta se representará en perfiles geológico-geotécnicos locales de cada planta una vez se elabore por completo toda la información geotécnica disponible en la siguiente fase del presente Estudio.

A nivel previo, y para cualquier efecto o cálculo, los datos que se presentan a continuación, correspondientes a las características geotécnicas básicas de los materiales que integran la columna geológico-geotécnica adoptada, son los que se recomienda considerar. Ellos se basan en gran cantidad de datos disponibles antecedentes y han sido contrastados con los parámetros geotécnicos adoptados y considerados para cada nivel en grandes obras de infraestructuras construidas en la comunidad de Madrid y zonas próximas a las ERAR:



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

UNIDAD		Peso Esp. aparente (t/m ³)	Cohesión C' (t/m ²)	Ángulo de rozmt. interno Φ' (°)	Módulo de deform. (subsid.) E (t/m ²)	Coef. de Poisson ν	Módulo de balasto k (t/m ³)
RA		1,8	0,00	28	800-1.000	0,35	2.000
QAL		2,00	0,00	32	1.000-1.500	0,32	5.000
TA	Tosco arenoso	2,08	2,0-2,5	32,5	13.000	0,30	25.000-35.000
	Arena tosquiza	2,05	1,0-1,5	33	8.000-10.000	0,30	15.000-20.000
T		2,10	3,0	30	15.000-18.000	0,30	30.000-40.000
P		2,00	5,0-6,0	28	20.000	0,28	35.000-50.000
PY		2,10	5,0-8,0	30	25.000	0,27	40.000-55.000
FY	A+Y	2,10	5,0-8,0	30	25.000	0,27	40.000-55.000
	Y+A	2,30	7,0-10,0	28	40.000	0,26	60.000

Resumen de propiedades geotécnicas aplicables para los horizontes de cimentación de los elementos de las ERAR a definir.

Como se expone en apartados previos. la posible tipología de las excavaciones a realizar depende en detalle de los perfiles finalmente realizados y los elementos u obras a considerar.

En principio se han estudiado cinco casos de tipologías de excavación que son aplicables a las circunstancias que se deriven del proyecto.

En el caso de afectar a materiales terciarios, se ha diseñado desde el fondo de excavación a superficie: un talud de inclinación 1H:5V los 2,5 m más profundos excavados (la altura que garantice que siempre se está en dichos materiales terciarios); a continuación existe una berma de 5 m de anchura, y el resto del talud se ha diseñado con



inclinación 2H:1V, independientemente de los materiales que conformen la cara del talud (terciarios o cuaternarios).

La estabilidad de dichos taludes temporales ha quedado en todos los casos asegurada, pudiendo considerar estable cualquier situación que pudiera producirse, si se aplican los taludes corregidos, como se observa en el resto de los casos considerados, incluyendo los que involucran a materiales de rellenos antrópicos, que son los que presentan las peores condiciones geotécnicas. Condiciones locales o futuras distintas a las previstas deberán ser estudiadas en detalle en fases posteriores de este Estudio.

Como relleno de zanjas o excavaciones se propone la reutilización de los materiales cuaternarios, tanto aluviales como antrópicos, de carácter mayoritariamente granular, siempre que cumplan con lo prescrito normativamente en cuanto a parámetros geotécnicos de compactación, resistencia y deformabilidad del terreno para rellenos o terraplenes. En casos concretos a definir, se podrá rellenar localmente con materiales de las unidades terciarias, preferentemente las de Tosco, si se excavan, y siempre que cumplan, como el resto, con lo prescrito normativamente en cuanto a parámetros geotécnicos de compactación, resistencia y deformabilidad del terreno para rellenos o terraplenes.

La definición exacta de la diferente capacidad portante del terreno en cada una de las parcelas de las ERAR o aledañas se deriva de la reinterpretación de todos los ensayos de resistencia del terreno disponibles, tanto los realizados en sondeos SPT, como los penetrómetros, (tipo Borros y DPSH).

Una vez definido el esquema hidráulico propuesto y adoptado, al igual que los nuevos elementos a construir, y su disposición en las ERAR, la superposición de perfiles geológicos, con los correspondientes parámetros geotécnicos asignados a cada nivel presente, a las excavaciones a realizar, definirá las condiciones de cimentación concretas en cada caso.



9.- CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES

El terreno de cimentación que se presenta en todos los elementos del sistema es, a nivel superficial, QAL (aluvial del río), quedando por debajo el sustrato FY de yesos, sobre todo en algunas zonas (cerramiento de EDAR China o en el trazado del segundo subtramo del corredor previsto para las conducciones). Las formaciones de tosco, en todas sus variedades, y peñuelas no son significativas.

Por ello, las cimentaciones se desarrollarán sobre el horizonte QAL cuando se determine cimentar superficialmente, mediante zapatas aisladas o corridas y losas; y se definirán sobre el horizonte, más o menos profundo, FY, cuando el primer horizonte no presente las condiciones adecuadas. En este caso se recomendará la cimentación profunda mediante pilotes que trabajarán fundamentalmente por punta.

Los materiales de relleno antrópico serán descartados de modo general por su irregularidad geométrica y geotécnica. En algún caso se procederá a su saneo puntual, por lo que se rellenaría con hormigón el volumen excavado para saneo y así cimentar superficialmente sobre él.

Otro caso es el que se da en el Tanque de Tormentas, la flotación con niveles freáticos altos y tanque vacío. Se dimensionan así pilotes a tracción que, convenientemente encepados en la solera estructural del tanque, evitan la flotación por el rozamiento en el fuste.

En relación con las conducciones, no se prevé cimentación especial alguna. Se diseñan enterradas en zanja con compactación de fondo, cama de asiento (granular o de hormigón) y relleno con materiales procedentes de la excavación. Las arquetas también serán cimentadas superficialmente.

Se definen también para las conducciones las hincas bajo infraestructuras existentes, mediante la determinación de los horizontes a atravesar que, en general, son el relleno antrópico de la obra bajo la que se pasa (carreteras, línea de ferrocarril), el aluvial del río y con poco espesor, y situado en la parte inferior. Por último, se definen las características del terreno a atravesar en los dos túneles de diámetros 2 y 3 m (interior) previstos para los colectores de pluviales, de longitud media 675 m.



- PARÁMETROS DE CÁLCULO

Para los horizontes geotécnicos que se interviene principalmente: QAL (aluvial) y FY (sustrato terciario de yeso, considerado en su facies A+Y, es decir, arcilla y yeso) se adoptan los siguientes parámetros:

✓ Horizonte QAL (arena arcillosa-limosa)

Densidad aparente 2 t/m^3

Cohesión nula, ángulo de rozamiento interno 32°

Módulo de deformación 1.200 t/m^2 , coeficiente de Poisson 0,32

Módulo de balasto $K_{30} = 5.000 \text{ t/m}^3$

Golpeo SPT N_{30} entre 8 y 25, con valor medio 16

Profundidad media de la superficie de cimentación 2-3,5 m

✓ Horizonte FY (A+Y, sustrato de yeso, roca blanda)

Densidad aparente $2,2 \text{ t/m}^3$

Cohesión $7-10 \text{ t/m}^2$, ángulo de rozamiento interno 28°

Módulo de deformación $25.000-40.000 \text{ t/m}^2$, coeficiente de Poisson 0,27

Módulo de balasto $K_{30} = 40.000 \text{ t/m}^3$

Golpeo SPT N_{30} entre 17 y rechazo

Módulo presiométrico 1.500 kg/cm^2

Resistencia a compresión simple $18-280 \text{ t/m}^2$, valor medio 118 t/m^2

- CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Para el horizonte QAL, en caso de zapatas aisladas o corridas la carga admisible limitante es por razón de asiento, en arenas o gravas arcillo-limosas. Según la formulación clásica de Meyerhof, se está del lado de la seguridad, estimando para cada anchura de zapata B, la siguiente carga admisible q_{adm} :

$$B = 1,5 \text{ m} \quad q_{adm} = 2,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 2,0 \text{ m} \quad q_{adm} = 1,8 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 2,5 \text{ m} \quad q_{adm} = 1,7 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 3,0 \text{ m} \quad q_{adm} = 1,6 \text{ kg/cm}^2$$

Para el horizonte FY se puede adoptar una carga admisible de 2,5-3 kg/cm².

Para la cimentación mediante losas, solución necesaria para depósitos enterrados, la carga neta es negativa, ya que el peso del terreno excavado es superior al del depósito lleno. Por ello no es necesaria la comprobación por carga de hundimiento. Sólo es necesario comprobar las deformaciones. Para el cálculo de la losa se estima un coeficiente de balasto de la cimentación de valor $K = K_{30} / 4 = 1.250 \text{ t/m}^3$ para el horizonte QAL, y 10.000 t/m^3 para el FY.

- CIMENTACIONES PROFUNDAS

La cimentación profunda tiene por objeto transmitir la carga al sustrato de la formación yesífera FY, cuando son de prever asientos irregulares o de magnitud excesiva, si se cimentara superficialmente en QAL.

Adoptando que serían pilotes de punta, es decir despreciando el rozamiento por el fuste, y considerando la roca blanda con un resistencia a compresión media de 118 t/m^2 y un empotramiento en el sustrato de 2 m (se tantea un pilote de extracción de hormigón con 0,5 m de diámetro equivalente) se evalúa un carga admisible del pilote aislado de:

$$\text{Resistencia por punta } 4,5 \times 118 \times 0,20 = 106,2 \text{ t}$$



Resistencia por fuste $3.14 \times 0,5 \times 2 \times 10 = 31,4 \text{ t}$

Carga admisible $Q = (106,2 + 31,4) / 2,5 = 55,04 \text{ t}$, que equivale para un área de acción de 9 m^2 a una carga de agua de más de 6 m, valor que encaja a nivel de Estudio Informativo en la solución del pilotaje.

Los pilotes a tracción en el Tanque de Tormentas (3 pilotes de sección equivalente a la circular de 0,5 m de diámetro y 12 m de longitud) soportarían un empuje de flotación del orden de $3 \times 12 \times 3,14 \times 0,5 \times 5 = 283 \text{ t}$, que equivalen a una presión de 7 m de altura de agua en 40 m^2 que define una separación entre encepados de tres pilotes en cuadrícula algo superior a los 6 m.

- EMPUJE SOBRE MUROS

El empuje sobre muros se considera con terreno en estado activo, ya que los muros de los depósitos son suficientemente esbeltos para confirmar dicha hipótesis. Tomando el valor anterior del ángulo de rozamiento el coeficiente de empuje activo para el horizonte QAL será:

$$K_a = \text{tg}^2(45^\circ - \phi / 2) = 0,31$$

Esta hipótesis responde al hecho de que se consideran, en el cálculo, como no concomitantes, el empuje hidrostático interior y el empuje exterior del terreno, a fin de considerar la peor de las situaciones en ambas caras del muro que delimita los distintos elementos. Bajo esta óptica, a depósito vacío, el empuje a considerar debe ser el activo, mientras que a depósito lleno, dado que el empuje del terreno es estabilizador, no se considera.



10.- ESTUDIOS INFORMATIVOS

El sistema de saneamiento y depuración China – Butarque – Sur se compone, además de las tres EDAR's citadas, de un nuevo Tanque de Tormentas, colectores de pluviales y conducciones de bombeo de fangos, organizados en cuatro Estudios Informativos con los contenidos que se explicitan a continuación. En cada uno de ellos se valoran las obras geotécnicas específicas (hincas, túneles) y las cimentaciones profundas mediante pilotaje.

- ESTUDIO INFORMATIVO I: COLECTORES DE PLUVIALES Y TANQUE DE TORMENTAS

Incluye las siguientes obras:

- ✓ Ampliación del colector de conexión 1, entre los puntos kilométricos 0 y 675.
- ✓ Colector de conexión 2, entre pk 675 y 745
- ✓ Colector Sur Nuevo, tramo 1, entre pk 675 y 2.010
- ✓ Colector Sur Nuevo, tramo 2, en túnel, y Colector Tanque de Tormentas Sur I, tramo 2, en túnel. La longitud media de los dos túneles paralelos es de 675 m aproximadamente. Se desarrollan bajo los ramales del enlace M-40/E-05.
- ✓ Conexión con colector Sur actual, entre pk 2.685 y 2.810.
- ✓ Colector Tanque de Tormentas Sur I, tramo 3, entre pk 2.685 y 3.735.
- ✓ Cámara de encuentro colector Tanque de Tormentas Sur y aliviadero de Abroñigales, entre pk 3.735 y 3.835.
- ✓ Colector Tanque de Tormentas Sur II, entre pk 3835 y 3.900.
- ✓ Tanque de Tormentas Sur II, que presenta una longitud aproximada de 500 m.
- ✓ Colectores de reintegro al río Manzanares, entre pk 4.400 y 4.490

- ESTUDIO INFORMATIVO II: CONDUCCIONES DE BOMBEO DE FANGOS (ENTRE EDAR CHINA Y EDAR BUTARQUE) Y EDAR CHINA

Incluye las siguientes obras:

- ✓ EDAR China



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

- ✓ Tramo en el enlace M-40/E-05, que se resuelve con cuatro hincas bajo los ramales: hinca 1 entre pk 50 y 95 (45 m), hinca 2 entre pk 175 y 230 (55 m), hinca 3 entre pk 260 y 300 (60 m), e hinca 4 entre pk 440 y 480 (40 m).
- ✓ Tramo entre pk 480 y 3.200 (lateral Sur bajo la M-45)
- ✓ Tramo entre pk 3.200 hasta 3,320, que discurre paralelo y bajo el lateral Sur de la M-45
- ✓ Tramo entre pk 3,320 y 3,900, que discurre por la ribera izquierda del río Manzanares.
- ✓ Tramo de cruce en pasarela sobre el río Manzanares.

- **ESTUDIO INFORMATIVO III: CONDUCCIONES DE BOMBEO DE FANGOS (ENTRE EDAR BUTARQUE Y EDAR SUR) Y EDAR BUTARQUE**

Incluye las siguientes obras:

- ✓ Tramo entre pk 0 y 490
- ✓ Hinca bajo la línea del ferrocarril, entre pk 490 y 570 (80 m)
- ✓ Tramo entre pk 570 y 4.438,31, punto final en EDAR Sur

- **ESTUDIO INFORMATIVO IV: EDAR SUR**

Incluye las obras correspondientes a la EDAR Sur.



11.- CONCLUSIONES

- Geológicamente, la zona de ubicación de las EDAR de la China, Butarque y Sur, del nuevo Tanque de Tormentas, de los colectores de pluviales y de las conducciones de bombeo de fangos, se encuadra dentro de la denominada Cuenca Terciaria del Tajo, y dentro de ella en la subcuenca conocida como Cuenca de Madrid.

Los materiales presentes se depositaron durante el Mioceno, pudiendo ser incluidos en la Unidad Inferior del Mioceno. En esta unidad, los sistemas deposicionales varían según la disposición de la zona dentro de la cuenca, identificándose grandes sistemas de abanicos aluviales en los bordes de cuenca con sedimentación mecánica de los materiales procedentes de la erosión de macizos ígneos y sistemas lacustres con sedimentación de tipo químico en el interior de la cuenca. A lo largo del trazado se atraviesan materiales de las facies intermedias y centrales (formación peñuelas y formación yesífera), aunque todos estos materiales están recubiertos por depósitos de origen aluvial o antrópico.

- Los aspectos geomorfológicos más destacados son las superficies divisorias y las terrazas del Manzanares. El sistema morfogenético más importante es el fluvial, ya que es el río Manzanares de fondo plano, asimétrico y fuerte control estructural con dirección N -S, el que marca la morfología general de la zona. La escorrentía superficial produce acaravamiento en los taludes arenosos y acanaladura dendriforme en los arcillosos. El paisaje resulta una superficie alomada con amplias vaguadas y suaves laderas en las que se han constituido dos niveles de erosión distintos.
- Hidrogeológicamente la zona de estudio pertenece a la Unidad Hidrogeológica 03.05 Madrid – Talavera, formando parte del Acuífero Detrítico Terciario de Madrid, el cual es un acuífero multicapas, constituido por una serie de niveles arenosos, más permeables, englobados en una masa arcillosa ó arenoarcillosa que funciona como un acuitardo, drenando agua muy lentamente a los niveles arenosos.



Debido a la cercanía del río Manzanares, las características hidrogeológicas de la zona están condicionadas por su presencia. En la zona de estudio, en profundidad, los materiales arcillosos, y los yesos con arcillas, que forman bases impermeables, son más comunes que los arenosos suprayacentes en la serie, por lo que la presencia de dichos materiales impermeables en el muro de rellenos y cuaternarios de cauces, forma localmente acuíferos colgados.

Normalmente las formaciones arcillosas, al ser impermeables, no presentan nivel de agua, no constituyendo ningún tipo de acuífero activo en la actualidad, pero rellenos antrópicos y gravas de relleno aluvial de cauces están saturados a poca profundidad, si existe conexión en cota con aportes de aguas superficiales o en periodos de recarga importante por lluvias intensas.

- En lo referente a la sismicidad de la zona, según se indica en el mapa recogido en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, la zona de estudio se ubica en un sector con aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g, lo que implica valores de aceleración sísmica de cálculo inferiores a 0,052 g. En el apartado 1.2.3 de la Norma (criterios de aplicación), se indica que no es obligatoria la aplicación de esta Norma cuando la aceleración sísmica de cálculo sea inferior a 0,06 g, por lo que, aunque se tendrá en cuenta el efecto sísmico en el cálculo o diseño de las diferentes estructuras proyectadas, no es obligado normativamente.
- La zona de Proyecto se enmarca en una zona Paleontológica hacia el este, la correspondiente a las Terrazas del río Manzanares con una gran potencialidad paleontológica perteneciente al Cuaternario; y en una zona de ámbito de protección específica hacia el Oeste correspondiente a restos fósiles de fauna y flora del Terciario Mioceno. Por todos estos motivos, se deberá realizar un seguimiento paleontológico de los materiales excavados durante la duración de la obra.
- Para definir, en el marco de esta Fase-I del Estudio, las características geológico-geotécnicas básicas de las zonas de implantación y aledañas de las ERAR de la China, Butarque y Sur, se ha dispuesto de multitud de estudios y proyectos antecedentes, además de infinidad de datos de la Base de Datos Geotécnica



GEOMADRID, que se han ido exponiendo y presentando a lo largo del presente informe de Fase-I.

- Se han considerado para este estudio datos de sondeos mecánicos, en el interior de los cuales se han realizado multitud de ensayos de penetración tipo SPT, y ensayos presiométricos a distintas cotas. Se dispone de datos de ensayos de laboratorio sobre testigos parafinados para muestras inalteradas. Adicionalmente se dispone de perfiles y niveles del terreno definidos en calicatas, y muchos perfiles de resistencia del terreno, de la que obtener posteriormente capacidades portantes del terreno para cimentaciones, derivados de penetrómetros dinámicos tipo DPSH y penetrómetros tipo Borros. Igualmente se ha dispuesto de ensayos geofísicos de tomografía sísmica, y de todos los datos de parámetros geotécnicos de numerosos ensayos de laboratorio sobre las muestras disponibles.
- Todo ello ha permitido definir una columna litológica tipo para todo el sector ocupado por las ERAR y zonas de influencia, y correlacionarla perfectamente, identificándola, con los diferentes niveles geotécnicos que tradicionalmente se han definido en las obras e infraestructuras realizadas en Madrid y su entorno. De dichos niveles, Unidades o Formaciones se conoce, y están establecidos en muchos casos, para cada uno de ellos, sus parámetros geotécnicos característicos, habiéndose cotejado los recopilados con los tradicionalmente considerados.
- Geotécnicamente se han diferenciado en la columna tipo considerada para este sector de las ERAR cinco unidades, que de más moderna, a más antigua son: RA o relleno antrópico, QAL o cuaternario aluvial, P o peñuelas, PY o peñuelas yesíferas y FY o formación yesífera cuya descripción es la siguiente:
 - RA. Relleno Antrópico. Compuesta por arenas arcillosas con restos de construcción (ladrillo, asfalto, hormigón, etc.).
 - QAL. Cuaternario Aluvial. Compuesta por arenas limosas de color marrón-verdoso, medianamente densas y secas, producto de la dinámica fluvial del río Manzanares y sus tributarios por ambas márgenes.
 - TA. Tosco arenoso. Compuesta por arenas arcillosas a arcillas con bastante arena de color marrón muy densas que conforman la transición



entre la unidad Tosco infrayacente y la unidad superior (arena de miga) que en la zona de las ERAR parece no presentarse con frecuencia o estar acuñada entre las Peñuelas y los Cuaternarios. En función del contenido en finos pueden denominarse arenas tosquizas.

- T. Tosco. Se trata de arcillas duras a muy duras con intercalaciones de arcillas arenosas de color marrón-ocre. Se diferencian de la unidad TA por el contenido en arenas que suele ser inferior al 30%.
- P o Formación Peñuelas. Esta unidad está compuesta por arcillas de distintas coloraciones, predominantemente marrones, en ocasiones gris-verdosas a negruzcas, generalmente de alta plasticidad y duras a muy duras.
- PY o Formación Yesífera. Se trata de arcillas generalmente de color gris oscuro-negrusco duras a muy duras que contienen yeso bien en nódulos de carácter pulverulento, bien en vetas subverticales de yeso fibroso de espesor centimétrico. La diferencia con la unidad anterior es únicamente el contenido en yeso ya que, respecto al resto de características, son similares.
- FY Formación Yesífera. Se trata de un interestratificado de arcillas gris-verdosas-negrucas, y yesos masivos, o sacaroideos, en distintas proporciones, pudiendo ser mayoritaria la fracción arcillosa, o ser mayoritaria la fracción yesífera. Esta unidad se subdivide en la columna tipo considerada en función de un índice denominado índice de yesos, establecido "de visu" como la proporción de yesos entre las arcillas verdes. Así, se diferencia en dicha columna: arcillas con yesos (denominada A+Y) con un índice de yesos entre el 0 y el 50% y yesos con arcillas (Y+A) con más el 50% de índice de yesos.

- Para evaluar de modo orientativo la estabilidad de los taludes de excavación a realizar en los diferentes elementos de tratamiento a proyectar en las ERAR de la China, Butarque y Sur, se han analizado seis casos teóricos hipotéticos.

Dichos casos están basados en los datos previos disponibles, de distribución en planta y profundidad de los diferentes niveles geotécnicos definidos y adoptados en la columna de materiales de las ERAR, y modelizan las



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

distintas situaciones que podrían darse en cuanto a los factores de seguridad obtenidos. Evidentemente, cualquier otra situación que se derive una vez definido el esquema de actuación, y no se ajuste a estos casos previos, deberá estudiarse en detalle y establecer en nivel de seguridad necesario.

Los resultados es este estudio de estabilidad previo realizado se muestran a continuación:

CASO ESTUDIADO	CARACTERÍSTICAS DEL TALUD			FACTOR DE SEGURIDAD OBTENIDO
	H	TALUD	MATERIALES DE EXCAVACIÓN	
CASO 1	2,50 m	1H:5V	Terciario (P)	5,254
CASO 2	17 m	2H:1V	14 m sobre cuaternario	1,240-2,104
		2H:1V	3 m sobre terciario (P)	
CASO 3	20 m	2H:1V	14 m sobre cuaternario	1,246-2,004
		2H:1V	3 m sobre terciario (P)	
		1H:5V	3 m sobre terciario (P)	
CASO 4	10,5 m	1H:1V	10,5 m sobre terciario (T)	1,368
CASO 5	10,5 m	2,5H:1V	5 m sobre RA	1,343-2,950
		1H:2V	5,5 m sobre terciario (P)	

Resumen de los factores de seguridad obtenidos en el análisis de estabilidad de los hipotéticos taludes considerados para excavaciones de los nuevos elementos de las ERAR a construir.

En los taludes de obra, al tratarse de taludes provisionales, es de práctica habitual considerar un factor de seguridad mínimo de 1,2 por lo que se puede concluir que los taludes de excavación serán en todos los casos estables.

En el caso de que alguno de los taludes de obra, ejecución o excavación previa, pase a ser talud definitivo en el ámbito de una ERAR concreta, este estudio de estabilidad de taludes previo deberá rehacer por completo y se le aplicarán



factores de seguridad mayores y conservadores, que en cualquier caso eviten posibles afecciones a la planta.

- Las características geotécnicas medias establecidas y consideradas, que forman parte de la columna tipo geológico-geotécnica adoptada, definidas a partir de todos los datos previos y antecedentes disponibles para cada unidad se recogen en la tabla siguiente superior.
- A efectos de cálculo, se ha optado por asignar al terreno las propiedades geotécnicas utilizadas en distintas obras de infraestructuras, ya que son similares a las obtenidas en la recopilación de datos realizada, y se localizan del lado de la seguridad, estando suficientemente contrastadas (Tabla siguiente inferior).



UNIDADES GEOTÉCNICAS	N ₃₀ SPT	MÓDULO PRESIOMÉTRICO (bar)	Densidad seca (KN/m ³)	Peso específico (g/cm ³)	Hum. Nat. (%)	Lím. Atterberg		Clasificación Casagrande	Ensayos Químicos		RCS (q _u) KPa	Triaxial			Ensayo de hinchamiento Lambe Cambio potencial de volumen	Presión hinchamiento (KPa)	Hinchamiento libre (%)	Excavabilidad	
						LL	IP		M.O. (%)	SO ₃ (%)		Tipo	Φ' (°)	C' (KPa)					
RELLENO ANTRÓPICO .RA.	18	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Excavable	
CUATERNARIO ALUVIAL. QAL.	17*	--	--	--	16	42	23	SC-SM	0	--	--	--	--	--	--	--	--	Excavable	
TOSCO ARENOSO T	51	--	--	--	11	34	17	SC	--	0	--	--	--	--	--	--	--	Excavable	
TOSCO T	42	--	--	--	19	44	18,5	CL	--	0	--	--	--	--	--	--	--	Excavable	
PEÑUELAS. P.	55	867	15	2,63	25	64	36	CH	0,5	0	485	CU	28	60	No crítico	30-100	2	Excavable	
PEÑUELAS YESÍFERAS. PY.	62	804	17	2,60	22	44	19	CL	1	0-14	442	CU	39	83	No crítico	20-160	1,3	Excavable	
FY	ARCILLAS CON YESO (A+Y)	17-R	1.482	18	2,63	16	38	17	CL	1	2-41	1.179	CU	38	51	No crítico	10-80	1,5	Marginal
	YESOS CON ARCILLA (Y+A)	R	4.400	23,6	--	4	--	--	--	--	--	9.400	--	--	--	--	--	--	Marginal

Resumen de características medias establecidas, a partir de todos los datos geotécnicos disponibles de ensayos y muestras, de las distintas unidades geotécnicas diferenciadas.

UNIDAD	Peso aparente (t/m ³)	Cohesión C' (t/m ²)	Ángulo de rozamiento interno Φ' (°)	Módulo de deform. (subsid.) E (t/m ²)	Coficiente de Poisson v	Módulo de balasto k (t/m ³)
RA	1,8	0,00	28	800-1.000	0,35	2.000
QAL	2,00	0,00	32	1.000-1.500	0,32	5.000
TA	2,08	2,0-2,5	32,5	13.000	0,30	25.000-35.000
T	2,10	3,0	30	15.000-18.000	0,30	30.000-40.000
P	2,00	5,0-6,0	28	20.000	0,28	35.000-50.000
PY	2,10	5,0-8,0	30	25.000	0,27	40.000-55.000
A+Y	2,10	5,0-8,0	30	25.000	0,27	40.000-55.000
Y+A	2,30	7,0-10,0	28	40.000	0,26	60.000

Tabla Resumen de propiedades geotécnicas recomendadas y adoptadas para las distintas unidades y niveles geotécnicos diferenciados, en consonancia con las tradicionalmente atribuidas.



ANEJO N°6. ESTUDIO HIDROLÓGICO

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO	2
2.- PLUVIOMETRÍA	3
2.1.- ESTACIONES METEOROLÓGICAS DISPONIBLES	3
2.2.- PROCESADO DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL	5
2.3.- ANÁLISIS DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ...	5
3.- HIDROLOGÍA	8
3.1.- ANÁLISIS DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN	8
3.2.- DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN	10
3.2.1.- Intensidad de precipitación	10
3.2.2.- Tiempo de concentración.....	11
3.2.3.- Hietograma de bloques alternos	12
3.3.- GENERACIÓN DE ESCORRENTÍA.....	15
3.4.- RESULTADOS.....	16
APÉNDICE 1.- SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL	20
APÉNDICE 2.- GRÁFICAS DEL ANÁLISIS DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL POR CUENCA.....	



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del presente documento es la obtención de las tormentas de diseño de las diferentes cuencas vertientes a las estaciones depuradoras de aguas residuales, en adelante EDAR, de modo que permitan estudiar la respuesta de la red de saneamiento frente a un episodio de precipitaciones.

En primer lugar, se procesan las series de precipitaciones de las estaciones meteorológicas disponibles en la zona de estudio, con la finalidad de asignar a cada una de las cuencas una lluvia que sea producto de la posición relativa de las estaciones existentes.

Seguidamente, las series obtenidas se analizan con el software CHAC (Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas), desarrollado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. El análisis arroja unos determinados ajustes a diferentes funciones de distribución, de las cuales se escoge la que mejor represente el comportamiento de la serie de datos disponible. De dicha función de distribución se toma el cuantil asociado al período de retorno para el que se pretende realizar el estudio, que se traduce en la precipitación máxima diaria.

Finalmente, con la precipitación máxima diaria, se obtienen las tormentas de diseño que se implementan en el modelo de las cuencas para obtener su respuesta.

2.- PLUVIOMETRÍA

2.1.- ESTACIONES METEOROLÓGICAS DISPONIBLES

Con el fin de analizar la hidrología de la zona correspondiente a las diferentes cuencas vertientes de las EDAR, se solicitan los datos de precipitaciones de 9 estaciones meteorológicas de la red de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) que, o bien pertenecen a la zona de estudio, o bien colindan con ella.

Las estaciones meteorológicas de las que se solicita información y sus localizaciones aparecen en la tabla que se muestra a continuación:

Estación AEMET	Indicativo	Coordenadas		Altitud
		Latitud	Longitud	m
Barajas	3129	40° 28' 00" N	3° 33' 20" O	609
Ciudad Universitaria	3194U	40° 27' 06" N	3° 43' 27" O	664
Cuatro Vientos	3196	40° 22' 32" N	3° 47' 10" O	690
El Goloso	3126Y	40° 33' 41" N	3° 42' 43" O	740
Getafe	3200	40° 17' 58" N	3° 43' 20" O	620
Pozuelo de Alarcón	3194Y	40° 26' 54" N	3° 48' 48" O	665
Retiro	3195	40° 24' 43" N	3° 40' 41" O	667
Soria	3195T	40° 26' 33" N	3° 38' 22" O	694
Torrejón	3175	40° 29' 19" N	3° 26' 37" O	607

Tabla 1. Estaciones meteorológicas de las que se solicita información.

En la Ilustración 1 se encuentran localizadas, mostrándose los distritos de Madrid y Pozuelo de Alarcón, y las cuencas de las EDAR.

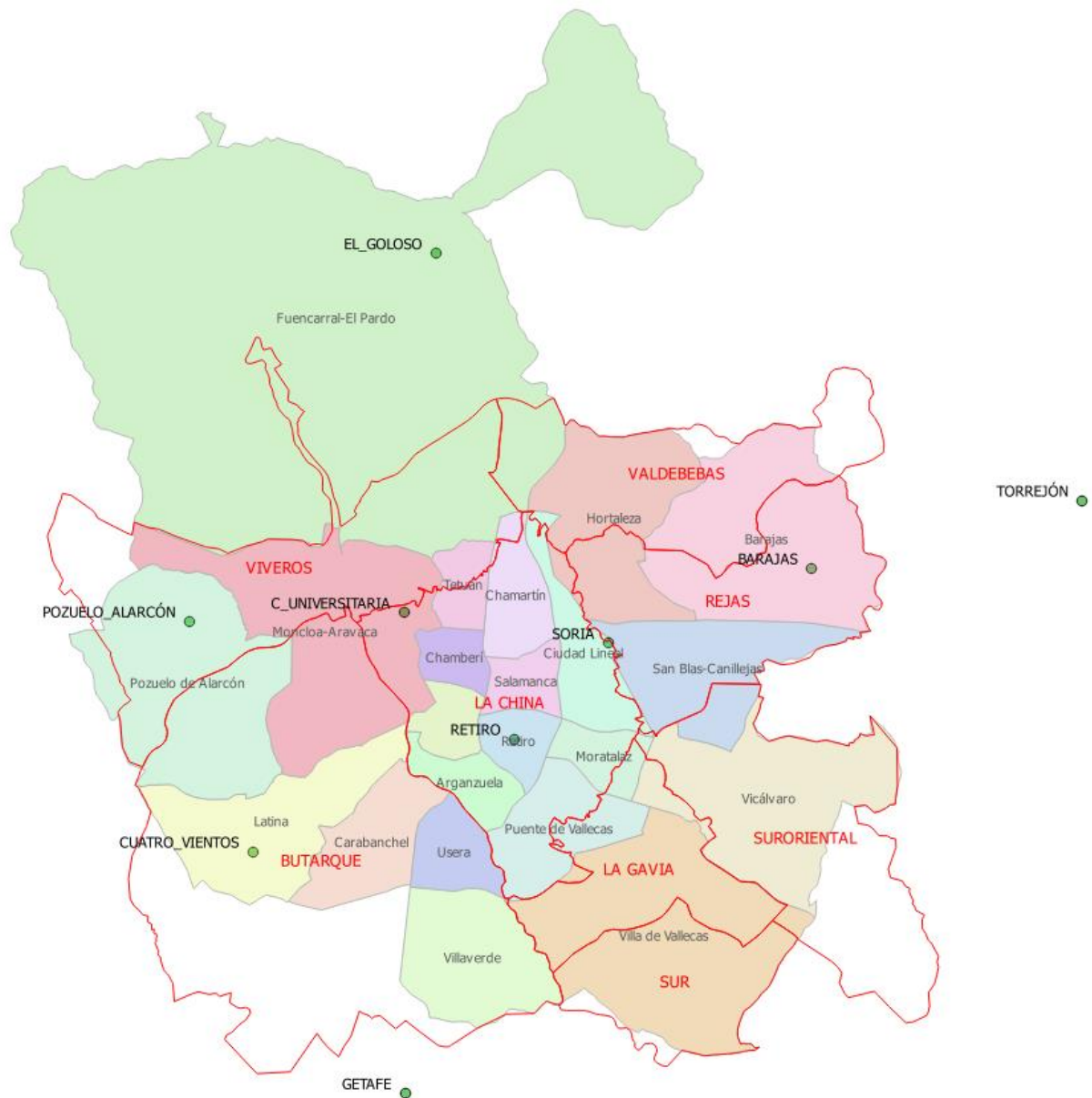


Ilustración 1. Estaciones meteorológicas de las que se solicita información.

Para el estudio de pluviometría que se pretende realizar no son trascendentes la totalidad de las estaciones de las que se solicita información, se descartan 4 por las siguientes razones:

- **El Goloso, Barajas y Torrejón:** se descartan debido a que están situadas fuera de la zona de estudio, existen estaciones más cercanas que representan mejor la variabilidad espacial de las precipitaciones.
- **Pozuelo de Alarcón:** Aun estando situada en una localización que afectaría a la distribución de las precipitaciones de la cuenca de Butarque, la zona a la que alcanza vierte directamente a la EDAR de Húmera, por lo que queda descartada. Además, se trata de una serie de la que solo se dispone un período de 13 años, del 2005 al 2017, por lo que no se utiliza en el análisis.

Las estaciones meteorológicas seleccionadas para el estudio, con los períodos con disponibilidad de datos y el número de años hidrológicos completos que disponen de series de precipitación máxima diaria mensual queda resumido en la tabla que se muestra a continuación:

Estación AEMET	Indicativo	Período	Años completos Serie P _{dmax}
Ciudad Universitaria	3194U	1972-1985, 1997-2017	24
Cuatro Vientos	3196	1945-2017	72
Getafe	3200	1951-2017	66
Retiro	3195	1893-1916, 1919-2017	107
Soria	3195T	1984-1985, 1999-2005, 2009-2017	10

Tabla 2. Estaciones meteorológicas seleccionadas, indicando períodos y años hidrológicos completos de las series de precipitación máxima diaria.

2.2.- PROCESADO DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL

Las series de precipitación máxima diaria mensual de las estaciones meteorológicas seleccionadas cuentan, en algunos casos, con falta de datos en determinados meses, precipitaciones que se han supuesto nulas. Además, en la serie de la estación de Getafe, aparecen precipitaciones negativas que se suponen iguales a 0, ya que cruzando los datos con la estación más próxima, ésta última tiene precipitación igual a 0 en los mismos meses.

En el primer epígrafe del *Apéndice 1.- Series de precipitación máxima diaria mensual* se aportan todos los datos correspondientes a estas series, ordenados y preparados para comenzar con el análisis.

2.3.- ANÁLISIS DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL

El análisis de las series de precipitación máxima diaria mensual se realiza de los últimos 30 años hidrológicos, es decir del período 1988-2018. Se considera un número de años suficiente para obtener unos resultados que representen la dinámica de las precipitaciones en las zonas objeto del estudio pluviométrico.

Se decide no extender la longitud del período, puesto que la magnitud de las precipitaciones años atrás era notablemente mayor. En caso contrario, los resultados del análisis no representarían correctamente la dinámica de las precipitaciones actuales, por lo que se incurriría en un sobredimensionado de las plantas a diseñar.

Con la finalidad de representar la variabilidad espacial de las precipitaciones que generan caudal de pluviales en cada una de las cuencas vertientes de las EDAR, se realiza un análisis mediante polígonos de Thiessen. Este método toma como hipótesis de partida que la precipitación en un punto cualquiera de la cuenca es la misma que la registrada en el pluviómetro más cercano.

A cada estación se le asigna un área de influencia, que dividida por la total de la cuenca vertiente, genera los porcentajes que ponderan la precipitación de cada estación.

Como se ha mencionado anteriormente, existen meses en los que no se tienen datos de la precipitación máxima diaria mensual en una determinada estación meteorológica, por lo que la ponderación se realiza con los datos de las estaciones restantes disponibles.

- **Cuenca vertiente EDAR La China**

En tiempo húmedo se divide en dos subcuencas, debido a la presencia de un by-pass que conecta el colector de Abroñigales con el colector Sur, de modo que los caudales acabarían en la EDAR Sur. Las dos subcuencas son:

- Subcuenca Tanque de Tormentas La China: delimitada por los colectores que vierten en el tanque de tormentas situado aguas arriba de La China. En esta subcuenca se realizan dos ponderaciones, dependiendo de los datos disponibles en cada estación:

TT LA CHINA		
Estación	Área m ²	Ponderación %
Retiro	15.061.221	60,23%
C. Universitaria	9.946.415	39,77%
<i>Total 25.007.635 100,00%</i>		

TT LA CHINA		
Estación	Área m ²	Ponderación %
Retiro	25.007.635	100,00%
<i>Total 25.007.635 100,00%</i>		

Tabla 3. Porcentajes de ponderación de la subcuenca Tanque de Tormentas La China.

- Subcuenca Tanque de Tormentas Abroñigales: delimitada por los colectores que vierten en el colector de Abroñigales aguas arriba del enlace con el by-pass. En esta subcuenca se realizan cuatro ponderaciones, dependiendo de los datos disponibles en cada estación:

TT ABRONIGALES		
Estación	Área m ²	Ponderación %
Retiro	23.019.377	49,58%
Soria	16.764.510	36,11%
C. Universitaria	6.647.981	14,32%
<i>Total 46.431.868 100,00%</i>		

TT ABRONIGALES		
Estación	Área m ²	Ponderación %
Soria	20.119.313	43,33%
Retiro	26.312.555	56,67%
<i>Total 46.431.868 100,00%</i>		

TT ABRONIGALES		
Estación	Área m ²	Ponderación %
Retiro	34.843.930	75,04%
C. Universitaria	11.587.938	24,96%
<i>Total 46.431.868 100,00%</i>		

TT ABRONIGALES		
Estación	Área m ²	Ponderación %
Retiro	46.431.868	100,00%
<i>Total 46.431.868 100,00%</i>		

Tabla 4. Porcentajes de ponderación de la subcuenca Tanque de Tormentas Abroñigales.

- **Cuenca vertiente EDAR Butarque**

En esta subcuenca se realizan dos ponderaciones, dependiendo de los datos disponibles en cada estación:

BUTARQUE			BUTARQUE		
Estación	Área m ²	Ponderación %	Estación	Área m ²	Ponderación %
Retiro	16.032.375	22,54%	Retiro	22.485.434	31,61%
Cuatro Vientos	28.889.125	40,61%	Getafe	18.642.261	26,21%
Getafe	18.642.261	26,21%	Cuatro Vientos	30.005.074	42,18%
C. Universitaria	7.570.165	10,64%			
<i>Total</i>		<i>71.133.926</i>	<i>Total</i>		<i>71.133.926</i>
		<i>100,00%</i>			<i>100,00%</i>

Tabla 5. Porcentajes de ponderación de la cuenca EDAR Butarque.

- **Cuenca vertiente EDAR La Gavia**

En esta subcuenca se realizan dos ponderaciones, dependiendo de los datos disponibles en cada estación:

GAVIA			GAVIA		
Estación	Área m ²	Aportación %	Estación	Área m ²	Aportación %
Retiro	30.491.662	93,18%	Retiro	32.003.136	97,80%
Getafe	719.969	2,20%	Getafe	719.969	2,20%
Soria	1.511.474	4,62%			
<i>Total</i>		<i>32.723.105</i>	<i>Total</i>		<i>32.723.105</i>
		<i>100,00%</i>			<i>100,00%</i>

Tabla 6. Porcentajes de ponderación de la cuenca EDAR La Gavia.

- **Cuenca vertiente EDAR Sur**

SUR		
Estación	Área m ²	Ponderación %
Getafe	11.593.353	55,14%
Retiro	9.434.116	44,86%
<i>Total</i>		<i>21.029.469</i>
		<i>100,00%</i>

Tabla 7. Porcentajes de ponderación de la cuenca EDAR Sur.

Las series de precipitaciones ponderadas con los porcentajes anteriores por cuenca vertiente se aportan en el segundo epígrafe del *Apéndice 1.- Series de precipitación máxima diaria mensual.*

3.- HIDROLOGÍA

3.1.- ANÁLISIS DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN

Las series de precipitación máxima diaria ponderadas se analizan mediante la herramienta informática CHAC (Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas), desarrollado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Mediante esta aplicación se obtienen los cuantiles asociados al período de retorno considerado, en este caso se aplica lo indicado en. La *Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano* (CEDEX, 2007) que recomienda que debe ser al menos de 10 años. Para ello, se aportan cuatro funciones de distribución con diferentes metodologías de ajuste de las series ponderadas a las mismas.

Las funciones de distribución obtenidas de la aplicación, y los ajustes asociados por la misma a dichas funciones son los siguientes:

- Gumbel: perteneciente a la familia *Extreme Value*, se caracteriza por ser muy robusta, es decir, concede poca flexibilidad para ajustarse a la serie analizada. Los métodos de ajuste aportados por CHAC son:
 - Método de los Momentos (MOM).
 - Método de Máxima Verosimilitud (ML).
 - Momentos Ponderados Probabilísticamente (PWM).
- SQRT-ET-max: es la recomendada por el CEDEX, y en la que está basada la monografía *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular (1999)* elaborada por el Ministerio de Fomento. El método de ajuste aportado por CHAC es:
 - Método de Máxima Verosimilitud (ML).
- General Extreme Value (GEV): función utilizada por el CEDEX para el ajuste de las leyes de frecuencia de caudales máximos en el ámbito geográfico de la España peninsular. Los métodos de ajuste aportados por CHAC son:
 - Método de los Momentos (MOM).
 - Método de Máxima Verosimilitud (ML).
 - Momentos Ponderados Probabilísticamente (PWM).
- LogPearson tipo III (LP III): se utiliza principalmente para análisis de probabilidad de eventos extremos. El método de ajuste aportado por CHAC es:
 - Ajuste individual con sesgo muestral (SESGO).

Las gráficas con los ajustes a las funciones de distribución por cuenca vertiente se aportan en el *Apéndice 2.- Gráficas del análisis de las series de precipitación máxima diaria mensual por cuenca*.

Los cuantiles obtenidos para los diferentes periodos de retorno en las diferentes cuencas según la función de distribución y el tipo de ajuste utilizados, se muestran a continuación:



PERÍODO DE RETORNO 50 AÑOS								
F. Distribución	GUMBEL			SQRT	GEV			LP III
Ajuste	MOM	ML	PWM	ML	MOM	ML	PWM	SESGO
TT_CHI	46	45	47	48	47	47	48	47
CS_CHI	47	47	48	51	47	47	48	48
BUT	50	49	51	51	49	56	53	51
GAVIA	48	48	50	51	48	54	51	50
SUR	49	46	49	49	49	55	52	51

Tabla 8. Cuantiles obtenidos según función de distribución y tipo de ajuste para período de retorno 50 años.

PERÍODO DE RETORNO 25 AÑOS								
F. Distribución	GUMBEL			SQRT	GEV			LP III
Ajuste	MOM	ML	PWM	ML	MOM	ML	PWM	SESGO
TT La China	42	41	43	43	42	42	43	43
TT Abroñigales	43	43	44	45	43	43	44	43
Butarque	45	44	47	46	45	49	47	46
La Gavia	44	44	46	45	44	47	46	45
Sur	44	42	45	44	44	47	46	45

Tabla 9. Cuantiles obtenidos según función de distribución y tipo de ajuste para período de retorno 25 años.

PERÍODO DE RETORNO 10 AÑOS								
F. Distribución	GUMBEL			SQRT	GEV			LP III
Ajuste	MOM	ML	PWM	ML	MOM	ML	PWM	SESGO
TT_CHI	37	36	37	37	37	37	37	37
CS_CHI	38	38	38	39	38	38	38	38
BUT	39	39	40	39	40	40	40	40
GAVIA	39	38	40	39	39	39	40	39
SUR	38	37	39	37	38	38	38	38

Tabla 10. Cuantiles obtenidos según función de distribución y tipo de ajuste para período de retorno 10 años.

PERÍODO DE RETORNO 5 AÑOS								
F. Distribución	GUMBEL			SQRT	GEV			LP III
Ajuste	MOM	ML	PWM	ML	MOM	ML	PWM	SESGO
TT_CHI	33	33	33	33	33	33	33	33
CS_CHI	34	34	34	34	34	34	34	34
BUT	35	34	35	34	35	34	35	35
GAVIA	34	34	35	34	35	34	35	35
SUR	33	32	34	33	33	32	33	33

Tabla 11. Cuantiles obtenidos según función de distribución y tipo de ajuste para período de retorno 5 años.



Tras el análisis de los diferentes ajustes realizados por CHAC, y teniendo en cuenta las recomendaciones presentes en el documento *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular (1999)* elaborado por el Ministerio de Fomento, se selecciona la ley SQRT-ET-max. Esta ley presenta un mejor ajuste a las series de precipitaciones ponderadas, como se puede apreciar en el apéndice nombrado anteriormente, además de que es la única que ha sido propuesta específicamente para la modelación estadística de máximas lluvias diarias.

En lo referente a los periodos de retorno se ha seleccionado el periodo de retorno de 10 años como valor ampliamente aceptado en el diseño de redes de saneamiento y siguiendo lo recomendado en la Guía.

Los cuantiles seleccionados, que se traducen en precipitación máxima diaria, para el periodo de retorno de 10 años son:

- Subcuenca Tanque de Tormentas La China: **37 mm**.
- Subcuenca Tanque de Tormentas Abroñigales: **39 mm**.
- Cuenca Butarque: **39 mm**.
- Cuenca La Gavia: **39 mm**.
- Cuenca Sur: **37 mm**.

3.2.- DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

Una vez obtenido los cuantiles considerados más representativos de las cuencas y subcuencas de estudio, se está en disposición de crear los hietogramas de las tormentas de diseño que generen el flujo dentro de las mismas.

Los hietogramas se crean siguiendo el método de bloques alternos, para una duración igual al tiempo de concentración de cada cuenca. En primer lugar, se aplica la formulación de Témez (1978) para obtener la intensidad de precipitación para una duración de lluvia determinada y el período de retorno considerado. Seguidamente, se determina la duración total de la tormenta. Y finalmente, se aplica la formulación correspondiente al método de bloques alternos para la formación del hietograma de la tormenta de diseño.

3.2.1.- Intensidad de precipitación

A partir del cuantil obtenido del análisis estadístico que se traduce en precipitación máxima diaria, y siguiendo la metodología expuesta en la *Instrucción 5.2 – IC Drenajes superficiales* (MOPU, 1990), se propone la curva IDF basada en la formulación de Témez (1978), cuya expresión es la siguiente:

$$\frac{i_T(t)}{i_T(d)} = \alpha \frac{28^{0,1-t^{0,1}}}{28^{0,1}-1}$$

Dónde:

- $i_T(t)$ es la intensidad de precipitación para una duración de lluvia determinada (t) y el período de retorno considerado en mm/h, igual a $P_{d_{maxT}}/24$
- $i_T(d)$ es la intensidad media diaria para dicho período de retorno en mm/h



Cuenca	Longitud (L)		Cota inicio (Z ₁)	Cota final (Z ₂)	ΔZ	Pendiente (J)	Tiempo concentración (t _c)
	m	km	m	m	m	m/m	h
TT La China	13.500	13,50	717	575	142	0,0105	5,15
TT Abroñigales	12.000	12,00	730	580	150	0,0125	4,56
Butarque	21.500	21,50	693	560	133	0,0062	8,12
Gavia	8.500	8,50	693	561	132	0,0155	3,37
Sur	8.000	8,00	635	548	87	0,0109	3,44

Tabla 12. Cálculo del tiempo de concentración por cuenca.

3.2.3.- Hietograma de bloques alternos

La distribución temporal de la precipitación se realiza mediante un hietograma de bloques alternos. Este tipo de hietograma asume, para cualquier intervalo de tiempo, la intensidad media más desfavorable.

En primer lugar, se fija el intervalo de tiempo Δt que dura cada uno de los bloques que conforman el hietograma. En este caso se decide discretizar la duración de la tormenta

Seguidamente, se determina la intensidad que corresponde a cada uno de los n bloques se obtiene haciendo uso de la siguiente expresión:

$$b_k = ki(k\Delta t) - \sum_1^{k-1} b_j$$

Donde:

- b_k es la intensidad de precipitación del bloque k en mm/h (k toma valores entre 1 y el número de bloques que tiene cada uno de los hietogramas en función del tiempo de concentración de la cuenca estudiada)
- $i(k\Delta t)$ es la intensidad que se obtiene de las curva IDF, la calculada usando la expresión mencionada anteriormente de la *Instrucción 5.2 – IC Drenajes superficiales* en mm/h
- b_j es la intensidad del conjunto de bloques anteriores al que se pretende obtener en mm/h.

Finalmente, se obtiene el volumen de precipitación en mm de cada uno de los bloques, a partir de la duración y la intensidad de los mismos, y se ordenan en una secuencia temporal de forma que el bloque de más intensidad sea el central y los demás se ordenen decrecientemente a derecha e izquierda de éste.

Los hietogramas para cada una de las cuencas y con un período de retorno de 10 años se muestran a continuación:

- **Subcuenca Tanque de Tormentas La China**

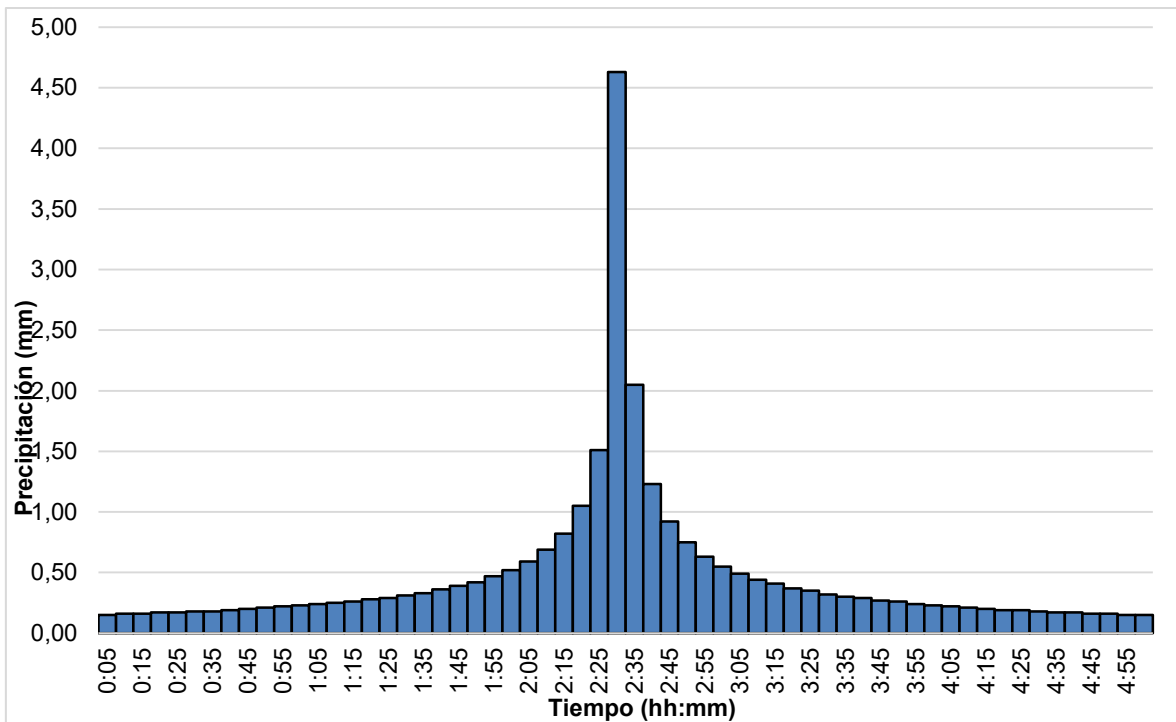


Ilustración 3. Hietograma para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la subcuenca Tanque de Tormentas La China.

- **Subcuenca Tanque de Tormentas Abroñigales**

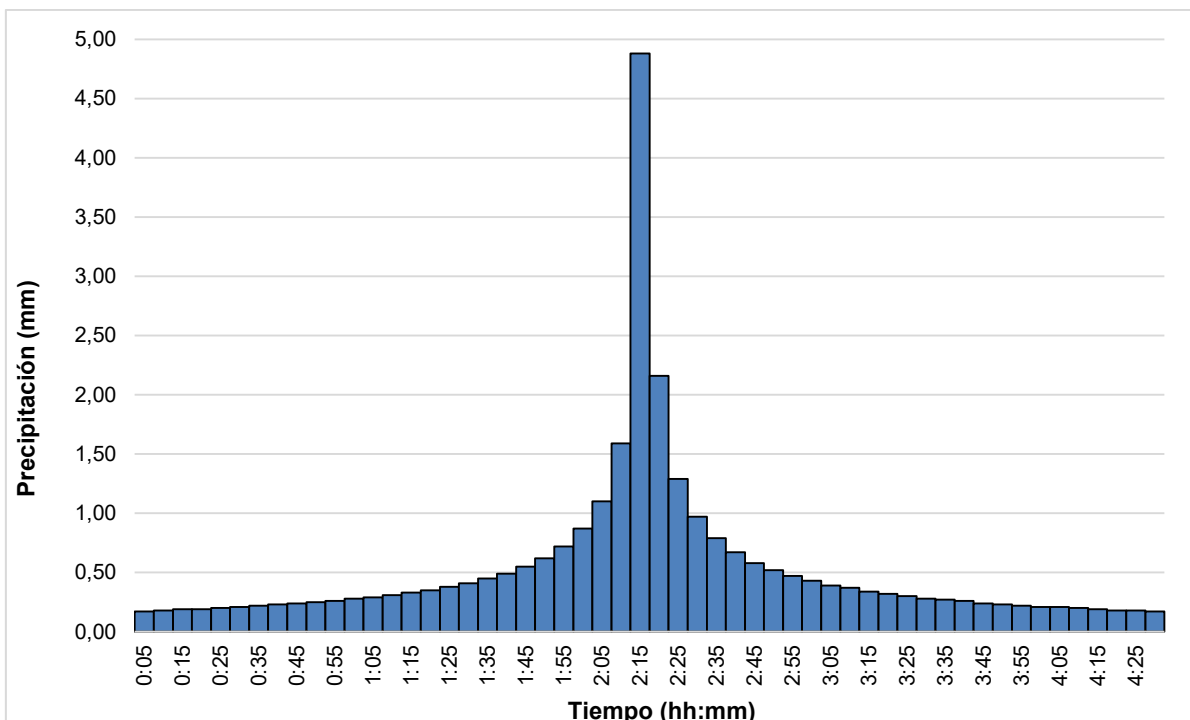


Ilustración 4. Hietograma para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la subcuenca Tanque de Tormentas Abroñigales.

- **Cuenca Butarque**

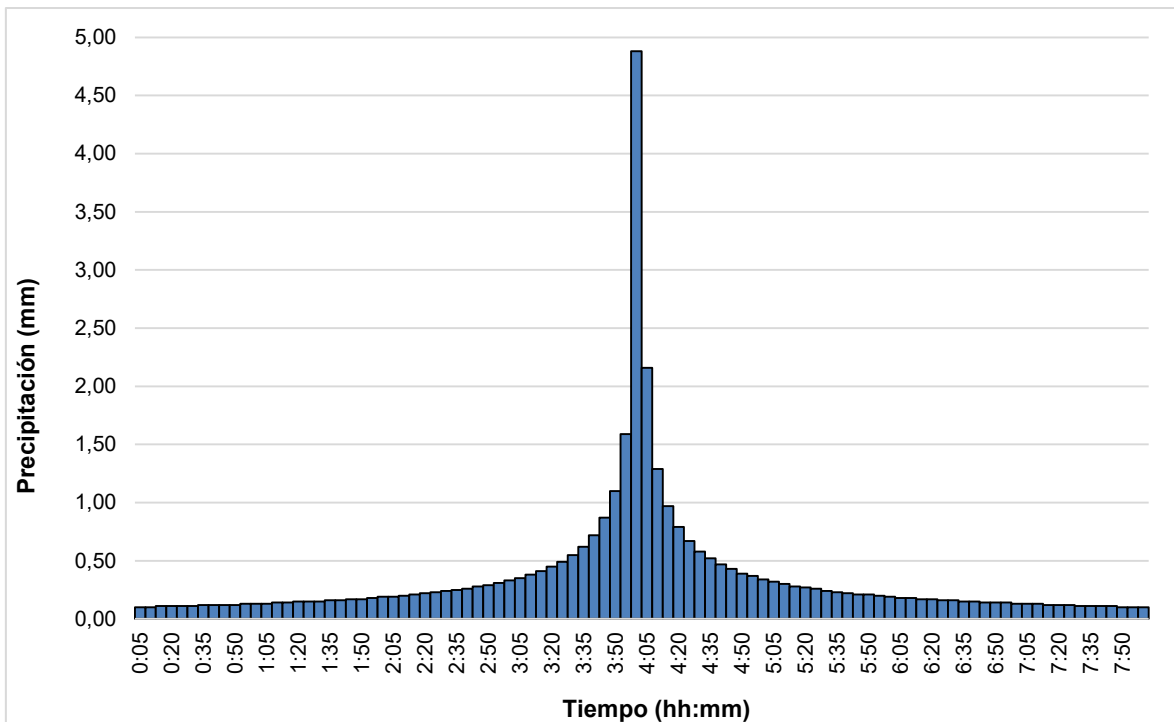


Ilustración 5. Hietograma para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la cuenca Butarque.

- **Cuenca La Gavia**

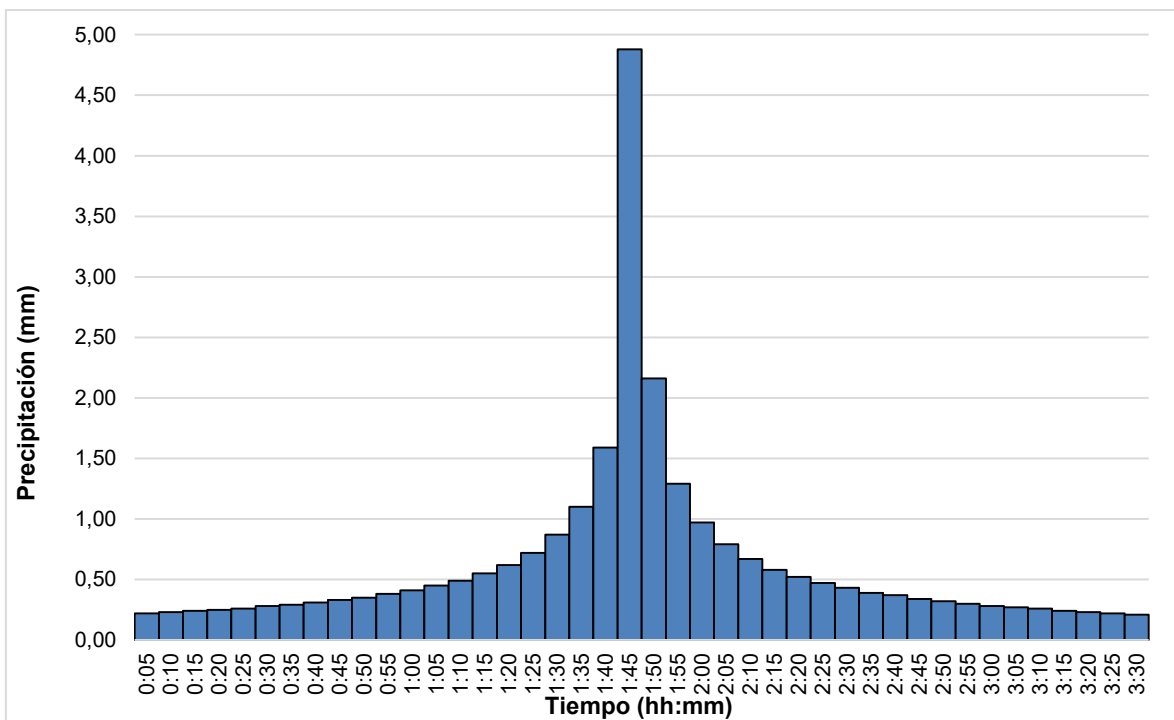


Ilustración 6. Hietograma para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la cuenca La Gavia.

- **Cuenca Sur**

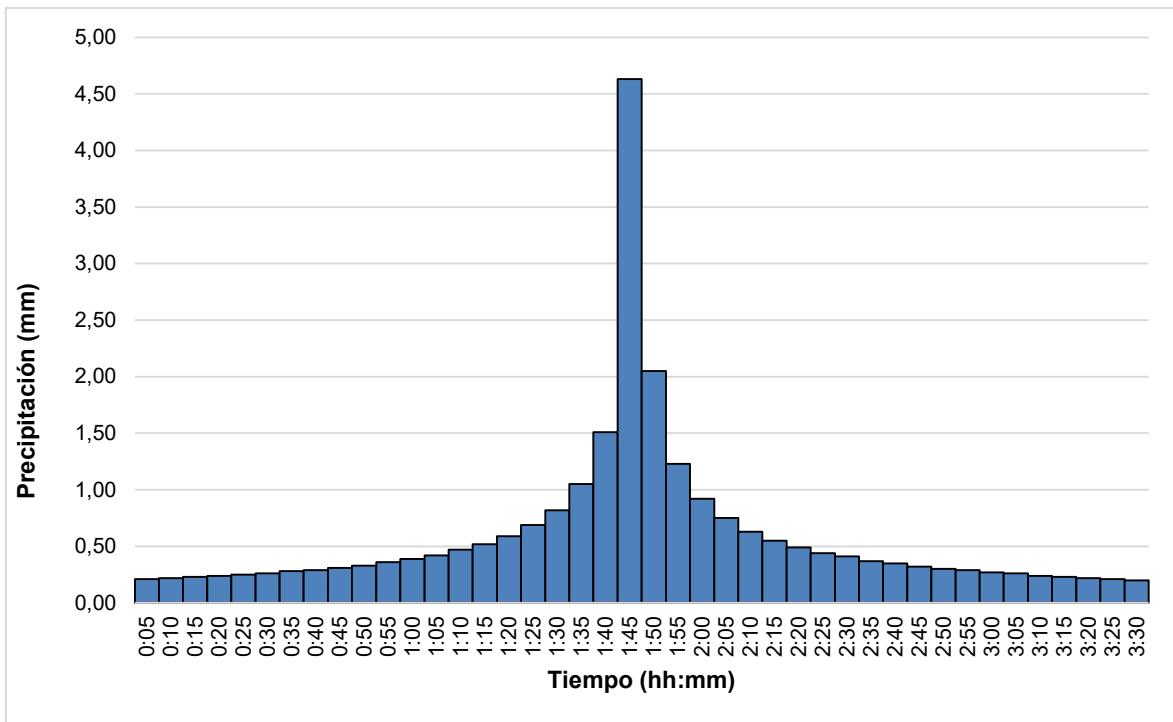


Ilustración 7. Hietograma para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la cuenca Sur.

3.3.- GENERACIÓN DE ESCORRENTÍA

Con la finalidad de obtener una aproximación de los hidrogramas de respuesta de las diferentes cuencas, se implementa un modelo de simulación en la herramienta informática HEC-HMS (*Hydrologic Modelling System*), desarrollada por el *US Army Corps of Engineers*.

Se genera un modelo para cada una de las cuencas, definiendo en primer lugar los parámetros que permiten caracterizarlas. Estos parámetros vienen definidos en la siguiente tabla:

Cuenca	Área	Tiempo de concentración		Lag Time	Número de curva (CN)	Impermeable
	km ²	h	min	min		%
TT La China	25,01	5,15	309	108	69	80
TT Abroñigales	46,43	4,56	274	96	69	80
Butarque	71,13	8,12	487	170	69	80
Gavia	32,72	3,37	202	71	71	80
Sur	21,03	3,44	206	72	71	80

Tabla 13. Parámetros del modelo por cuenca.

El *lag time* viene definido por la siguiente expresión:

$$\text{Lag Time} = 0,35 \cdot t_c$$

donde t_c es el tiempo de concentración en minutos.



Se considera una impermeabilidad en las cuencas del 80 %. En el caso de las cuencas de TT La China, TT Abroñigales y Butarque, se correspondería con la situación actual aproximada, mientras que en las cuencas de La Gavia y Sur, este porcentaje sería el que se prevé que debería haber en un futuro cuando se desarrollen los planes urbanísticos de la zona.

El número de curva (CN), viene definido por el tipo de cobertura vegetal que se da en las áreas permeables. El manual de la aplicación recomienda hacer uso de los valores propuestos por el SCS (*Soil Conservation Service*) de los EEUU.

Por ello, en el caso de las cuencas de TT La China, TT Abroñigales y Butarque, se fija un valor de 69, que se corresponde con la clasificación de Espacios abiertos en áreas urbanas (parques, etc.) con una cobertura de vegetación de entre el 50 % y el 75 % y un suelo de tipo B (infiltración moderada).

En cuanto a las cuencas de La Gavia y Sur, se fija un valor de 71, que se corresponde con la clasificación de Herbáceos o desérticos en pastizales áridos o semiáridos con una cobertura de vegetación de entre el 30 % y el 70 % y un suelo de tipo B (infiltración moderada).

A cada una de las cuencas caracterizadas se les asigna la tormenta de diseño correspondiente de las obtenidas en el apartado anterior.

Puesto que las tormentas de diseño vienen definidas por intervalos de 5 minutos, se configura el modelo para que los hidrogramas de salida también estén definidos con intervalos similares.

3.4.- RESULTADOS

Finalmente, una vez realizadas las simulaciones en las cuencas de estudio, se obtienen los siguientes hidrogramas de respuesta en la salida de cada una de ellas:

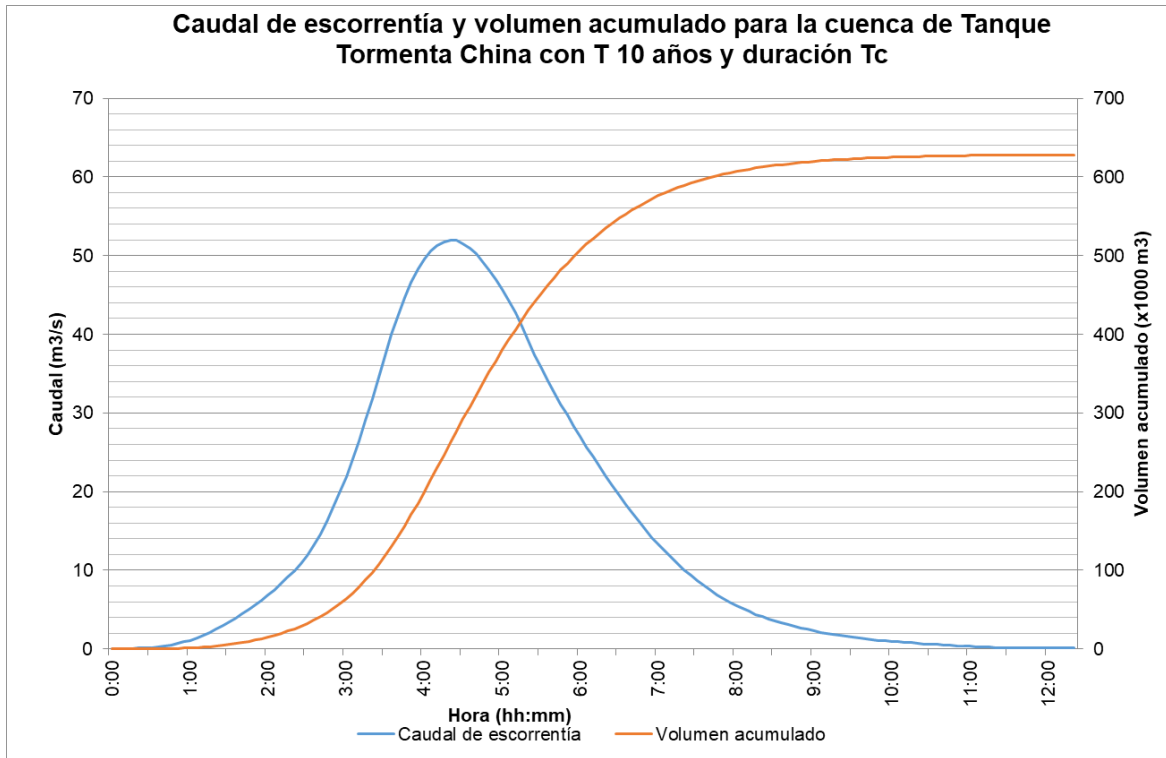


Ilustración 8. Hidrograma de respuesta para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la subcuenca Tanque de Tormentas La China.

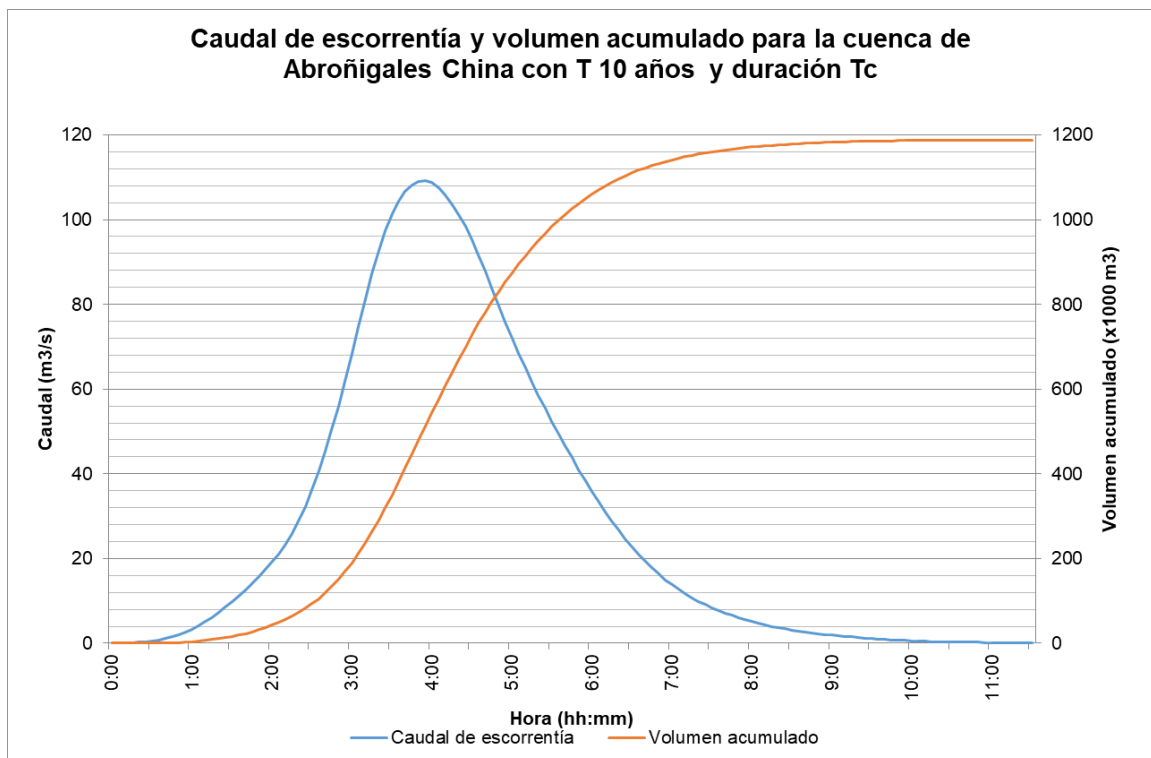


Ilustración 9. Hidrograma de respuesta para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la subcuenca Tanque de Tormentas Abroñigales.

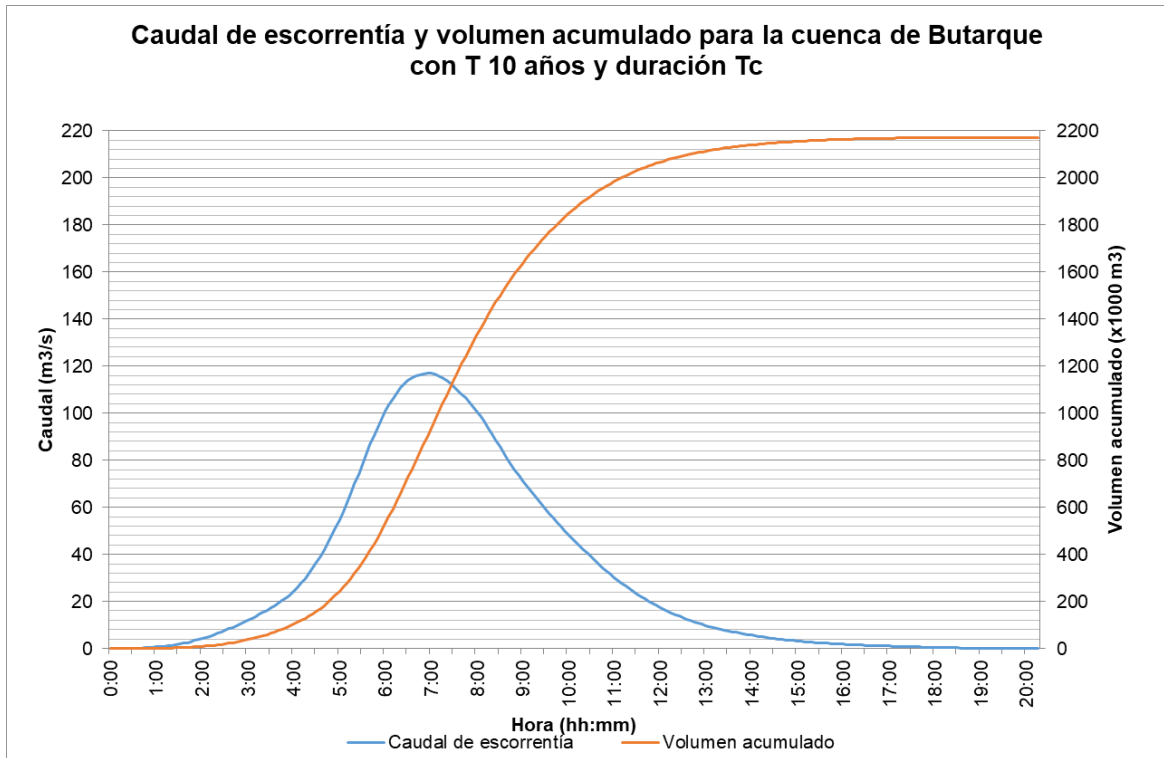


Ilustración 10. Hidrograma de respuesta para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la cuenca Butarque.

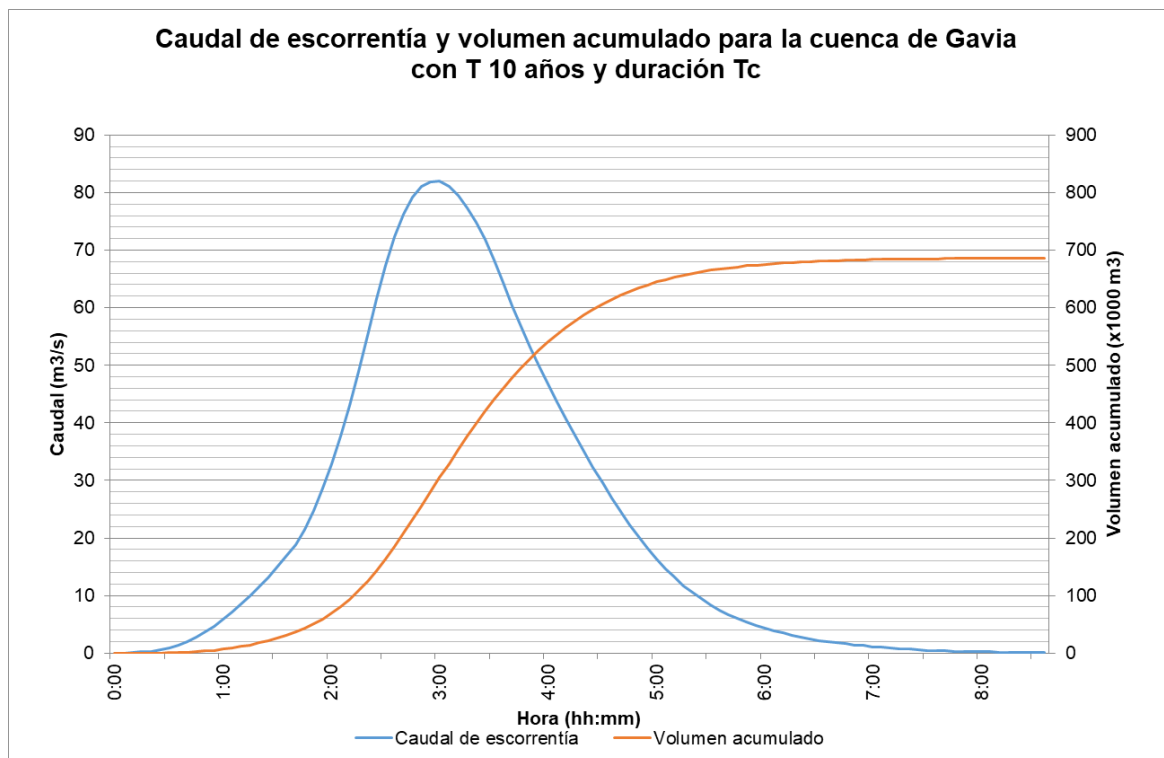


Ilustración 11. Hidrograma de respuesta para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la cuenca La Gavia.

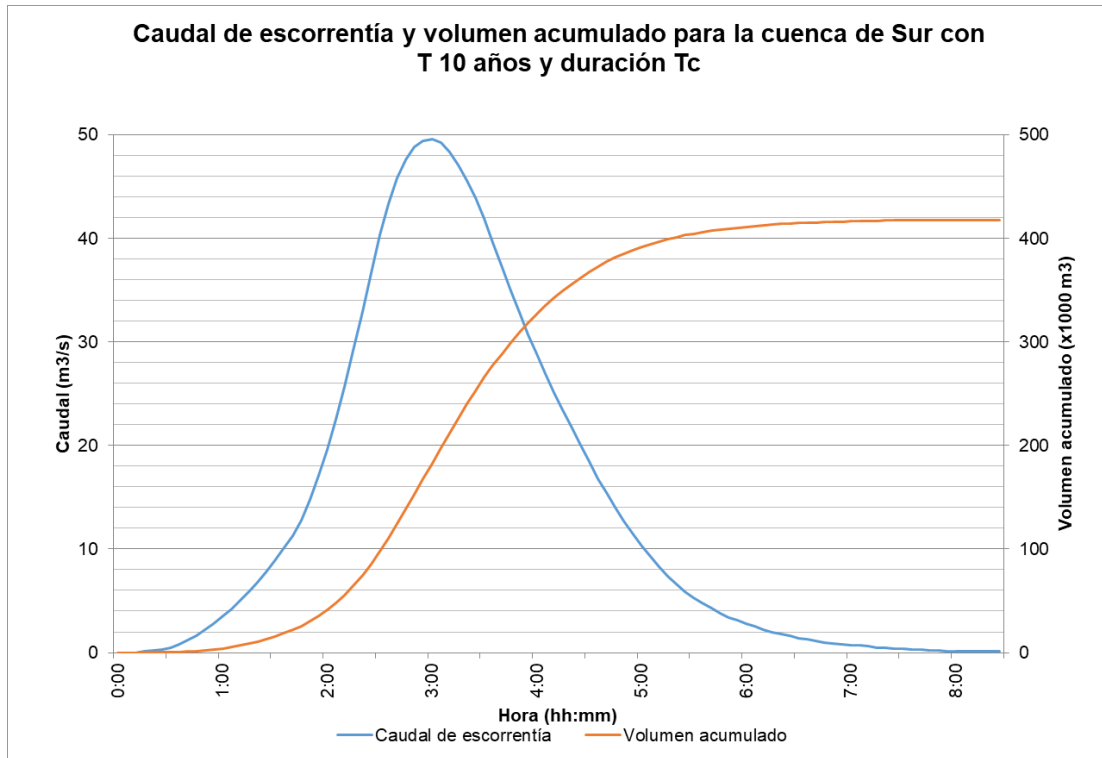


Ilustración 12. Hidrograma de respuesta para período de retorno 10 años y duración igual al tiempo de concentración en la cuenca Sur.



APÉNDICE 1.- SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL



ANEJO Nº6 ESTUDIO HIDROLÓGICO. APÉNDICE 1.- SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL

ÍNDICE

1.- Series de precipitación máxima diaria mensual. Estaciones meteorológicas	2
1.1.- Ciudad Universitaria	2
1.2.- Cuatro Vientos	4
1.3.- Getafe	7
1.4.- Retiro	10
1.5.- Soria	16
2.- Series de precipitación máxima diaria mensual ponderadas por cuenca vertiente. 18	
2.1.- Cuenca vertiente EDAR La China	18
2.1.1.- Subcuenca Tanque de Tormenta La China.....	18
2.1.2.- Subcuenca Tanque de Tormentas Abroñigales	19
2.2.- Cuenca vertiente EDAR Butarque	21
2.3.- Cuenca vertiente EDAR Sur.....	22



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

1.- SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

1.1.- CIUDAD UNIVERSITARIA

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN CIUDAD UNIVERSITARIA. DATOS EN mm.												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1971-72	-	-	-	16,9	-	-	-	-	4,0	20,8	0,0	63,3
1972-73	27,4	43,6	21,6	23,3	0,4	11,7	3,2	16,1	9,1	8,4	2,7	0,0
1973-74	6,3	18,4	26,9	12,2	9,0	12,6	10,5	12,2	9,6	5,4	1,4	0,2
1974-75	6,8	26,8	7,0	41,5	16,0	5,7	27,2	9,5	7,1	0,0	8,3	9,2
1975-76	2,3	12,9	34,9	8,6	13,7	8,3	19,1	14,0	7,3	6,2	15,1	22,6
1976-77	11,2	9,7	27,8	14,1	11,2	5,6	7,6	13,7	18,7	5,7	8,4	8,6
1977-78	16,9	11,5	34,5	6,0	13,2	21,1	17,2	53,0	18,7	0,0	0,0	3,6
1978-79	8,6	27,7	31,0	38,9	29,5	5,8	18,4	4,4	7,5	23,6	0,0	2,8
1979-80	14,7	6,0	9,6	7,0	9,0	18,9	12,8	37,0	12,8	0,0	7,8	6,6
1980-81	13,7	18,0	0,5	1,3	15,5	12,8	18,0	11,6	6,0	17,7	3,6	7,8
1981-82	0,2	0,1	24,3	9,6	24,0	12,1	4,7	16,1	15,3	16,3	7,6	14,0
1982-83	11,2	50,1	2,7	0,0	4,4	1,6	14,4	16,3	0,2	0,0	19,2	6,9
1982-84	3,6	21,5	14,7	6,8	20,4	11,4	9,0	20,0	9,7	0,0	7,2	1,9
1983-85	9,1	39,4	5,2	13,8	9,5	6,2	12,3	10,1	-	-	-	0,0
1985-86	0,0	8,1	15,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986-87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987-88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN CIUDAD UNIVERSITARIA. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1992-93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995-96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996-97	-	-	-	17,8	0,4	0,0	21,9	20,3	6,5	15,5	10,3	8,3
1997-98	6,4	57,7	15,1	9,0	26,0	0,0	-	29,5	18,4	0,0	17,8	0,0
1998-99	0,5	22,1	-	-	-	-	1,9	4,8	2,6	11,7	2,3	15,4
1999-00	18,5	37,3	0,1	-	-	-	-	-	1,4	3,7	0,0	7,7
2000-01	7,5	22,7	23,8	14,8	2,4	14,8	4,4	21,6	5,1	2,7	1,4	16,9
2001-02	31,1	4,7	6,6	16,5	4,6	16,8	15,4	18,2	18,3	2,1	9,8	6,2
2002-03	28,7	6,9	15,5	12,5	14,0	23,2	17,6	3,6	0,5	0,0	5,4	8,7
2003-04	39,4	31,4	22,6	5,0	19,4	21,4	17,5	29,3	23,2	5,3	11,1	3,6
2004-05	27,5	14,1	14,2	0,0	16,2	-	-	-	-	0,0	1,2	2,5
2005-06	14,4	0,6	5,4	2,0	0,5	-	0,2	11,3	3,3	3,0	8,5	4,4
2006-07	18,7	31,9	13,9	9,6	20,9	7,3	16,7	30,6	6,6	0,0	11,0	3,7
2007-08	16,0	27,8	-	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2	13,7	0,2	0,7	7,4
2008-09	35,9	0,9	-	3,4	0,8	8,1	5,4	14,3	1,3	0,2	5,0	4,5
2009-10	19,7	1,3	17,2	9,4	22,5	28,1	4,2	12,6	15,6	5,9	1,4	12,5
2010-11	22,3	8,9	18,8	5,0	8,3	14,9	25,7	29,8	8,8	0,0	8,2	0,2
2011-12	4,2	16,0	2,4	5,4	4,5	16,2	7,0	3,4	0,3	12,2	0,0	6,2
2012-13	20,3	20,2	2,0	4,7	3,7	13,7	22,5	7,7	-	8,8	0,7	10,4
2013-14	12,1	7,7	23,8	10,3	15,7	18,3	9,9	5,0	6,6	2,0	0,0	9,1
2014-15	33,5	16,7	0,0	6,6	6,3	13,5	12,3	0,0	22,7	8,5	6,4	3,3
2015-16	7,6	7,8	2,0	6,5	12,9	13,3	26,5	13,3	1,1	9,6	0,6	5,8



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN CIUDAD UNIVERSITARIA. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
2016-17	14,9	17,4	10,4	12,7	18,7	4,7	3,1	21,9	9,0	2,6	19,5	0,0
2017-18	20,2	4,4	14,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1.2.- CUATRO VIENTOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN CUATRO VIENTOS. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1944-45	-	-	-	-	-	-	-	4,3	12,5	0,0	5,2	0,0
1945-46	13,3	25,7	34,0	7,0	13,2	6,3	33,7	21,2	2,2	0,0	0,0	8,2
1946-47	5,9	7,7	7,0	10,1	15,5	54,5	11,1	16,5	22,0	9,8	21,0	12,0
1947-48	42,3	22,0	6,0	26,0	11,7	10,0	45,9	31,5	2,9	1,3	1,0	2,2
1948-49	18,8	0,0	25,0	6,0	0,0	18,7	9,3	31,4	7,0	29,0	3,6	57,0
1949-50	0,0	23,7	13,2	1,9	10,6	7,8	1,0	9,5	8,5	1,4	11,5	15,8
1950-51	22,5	7,5	49,0	17,7	15,0	26,5	13,0	14,8	17,2	7,3	7,5	40,5
1951-52	12,0	30,6	15,1	7,3	8,2	15,7	12,0	15,1	1,5	10,0	33,4	0,4
1952-53	0,5	2,4	0,9	0,6	13,5	0,0	14,0	9,5	13,0	0,0	0,0	17,5
1953-54	33,0	3,0	25,0	0,0	7,0	8,1	8,0	23,5	12,1	4,0	0,0	0,0
1954-55	0,0	28,0	2,0	19,5	27,6	9,8	19,0	12,1	10,3	4,8	11,8	4,2
1955-56	12,0	22,5	24,0	24,6	64,0	23,0	13,3	44,0	27,0	3,0	12,0	6,8
1956-57	14,5	5,5	4,8	6,0	11,2	12,5	8,7	31,0	21,6	0,0	4,5	7,0
1957-58	49,3	14,2	12,0	19,6	11,1	19,5	6,1	16,8	16,4	0,0	18,5	10,6
1958-59	6,2	9,6	51,8	14,8	14,0	12,3	9,7	18,5	34,0	15,2	61,7	24,5
1959-60	17,1	20,6	13,3	33,1	13,6	11,4	13,1	14,4	16,1	7,8	5,8	9,3
1960-61	19,8	22,7	15,6	9,3	0,5	6,5	28,6	18,8	8,6	1,7	1,8	21,0



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN CUATRO VIENTOS. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1961-62	5,5	26,4	15,5	18,5	10,5	33,3	37,5	15,3	20,3	0,0	0,0	29,7
1962-63	22,5	10,6	19,5	23,7	13,6	5,7	18,6	1,3	19,0	12,1	0,0	5,9
1963-64	12,6	47,8	27,4	4,2	22,0	8,0	8,7	10,4	16,2	5,0	0,0	7,2
1964-65	6,7	11,7	21,5	17,7	13,0	19,0	2,9	5,9	3,9	0,0	2,0	47,8
1965-66	19,2	27,1	21,5	25,1	20,7	1,2	14,4	16,0	10,1	0,7	0,0	12,0
1966-67	34,0	41,9	2,8	18,0	15,7	16,0	21,5	13,6	10,3	0,1	2,0	5,2
1967-68	14,9	18,2	2,1	0,7	16,0	21,5	25,4	9,4	2,5	0,7	17,1	5,4
1968-69	9,5	22,5	12,5	20,1	29,6	25,0	66,8	6,6	9,4	8,5	3,1	24,5
1969-70	7,6	36,2	10,0	28,3	4,1	6,8	0,7	4,1	7,3	7,0	11,9	0,0
1970-71	1,0	16,2	5,9	13,3	7,0	14,3	17,6	19,4	17,7	12,0	5,6	0,5
1971-72	7,5	1,9	29,1	16,2	24,7	24,3	4,9	7,0	6,0	32,0	0,6	51,3
1972-73	19,4	20,9	16,9	23,1	1,2	10,9	5,2	20,7	16,0	5,2	2,0	0,0
1973-74	7,1	18,6	29,2	15,7	12,2	15,0	17,0	15,3	15,0	7,8	0,2	0,0
1974-75	3,5	26,1	8,0	25,4	14,0	7,5	36,5	14,6	13,8	0,3	6,2	10,0
1975-76	1,8	14,0	21,3	9,0	13,3	11,9	16,7	16,7	4,7	20,8	20,6	25,3
1976-77	18,7	10,6	27,7	12,0	11,4	3,5	14,0	14,6	15,0	9,3	27,1	17,7
1977-78	19,0	13,6	33,2	20,5	22,3	26,0	27,9	38,5	19,0	0,0	0,0	10,6
1978-79	5,4	27,7	18,1	39,5	33,1	12,4	15,2	10,5	6,5	44,0	1,8	3,8
1979-80	18,5	7,4	10,7	15,8	15,1	20,6	16,7	24,5	9,2	0,0	14,4	5,4
1980-81	18,8	22,2	0,6	1,6	6,6	16,4	13,6	16,4	15,4	5,2	6,6	17,8
1981-82	1,6	0,8	35,0	7,9	14,4	8,7	9,3	27,0	21,1	19,6	9,6	17,2
1982-83	9,0	34,8	5,0	0,0	7,4	0,6	13,8	8,3	0,6	3,7	22,1	1,9
1983-84	4,2	14,1	17,2	7,1	15,2	10,4	15,5	17,5	13,6	0,0	9,2	5,4
1984-85	10,7	22,2	4,0	19,8	9,3	4,0	12,4	14,2	15,9	1,3	0,0	0,0



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN CUATRO VIENTOS. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1985-86	0,0	6,8	21,1	2,7	9,4	9,4	12,8	2,8	0,0	16,4	17,8	13,5
1986-87	23,5	9,2	11,1	34,9	7,8	1,7	21,4	17,2	4,4	34,9	22,4	5,8
1987-88	15,4	32,4	30,3	9,2	14,1	1,9	17,1	8,4	27,0	5,4	0,0	0,0
1988-89	29,2	13,8	0,3	5,6	6,0	10,3	13,7	12,1	3,0	23,0	6,0	31,2
1989-90	2,4	23,9	33,8	10,0	0,4	11,5	7,6	12,4	1,3	17,6	20,1	30,2
1990-91	23,7	14,8	8,9	10,9	26,0	8,6	17,6	1,7	5,1	9,7	3,2	25,5
1991-92	23,5	6,2	7,1	3,2	9,5	10,8	18,4	16,7	18,0	7,2	10,5	13,7
1992-93	22,3	4,4	13,0	0,6	35,3	7,8	7,8	44,8	25,8	6,6	2,5	4,3
1993-94	40,3	16,6	0,6	7,4	9,3	0,0	15,7	16,3	0,5	4,4	0,6	12,9
1994-95	16,7	11,3	11,4	8,4	29,1	1,4	10,2	6,6	79,4	0,0	19,6	3,1
1995-96	3,4	18,3	16,3	18,8	6,2	12,6	4,9	27,1	6,0	7,7	0,4	15,5
1996-97	8,9	28,2	23,6	19,4	0,5	0,0	33,3	26,0	4,8	15,5	9,0	9,0
1997-98	6,3	48,2	13,0	18,8	27,5	11,8	7,5	21,0	26,3	0,0	17,3	14,7
1998-99	10,8	12,8	8,7	6,1	6,7	10,5	28,0	9,8	4,2	12,9	2,2	15,9
1999-00	18,3	14,2	15,5	9,5	3,3	10,6	23,3	12,1	16,2	13,8	0,0	9,0
2000-01	10,5	19,0	19,5	12,7	15,6	16,8	4,5	14,4	3,5	1,9	1,0	18,7
2001-02	28,6	11,8	7,2	11,4	4,4	17,1	15,6	19,3	5,9	2,2	4,2	8,5
2002-03	22,1	19,2	10,1	12,0	10,7	16,2	10,6	11,1	1,1	0,0	1,4	36,4
2003-04	42,0	38,4	24,0	4,5	17,2	20,9	14,4	25,1	3,7	1,8	12,6	1,0
2004-05	27,3	24,8	14,7	0,0	18,0	6,0	13,9	1,4	2,8	0,0	3,5	11,1
2005-06	20,4	27,8	22,3	21,1	24,1	14,3	6,9	13,3	25,9	0,1	10,1	1,2
2006-07	19,9	31,0	16,0	8,9	24,9	6,2	19,6	42,9	19,7	0,0	3,5	4,0
2007-08	25,6	29,6	10,8	14,9	11,0	2,0	15,4	21,9	16,7	19,3	0,0	26,8
2008-09	33,0	8,6	18,4	6,0	27,0	4,1	8,2	12,0	7,7	2,0	0,3	2,6



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN CUATRO VIENTOS. DATOS EN mm.												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
2009-10	20,8	9,7	21,1	9,1	24,3	35,6	12,5	15,1	7,6	15,3	5,9	17,9
2010-11	19,6	8,2	16,8	14,8	11,1	17,1	25,4	11,2	5,2	0,0	8,8	0,0
2011-12	10,5	11,6	2,9	5,6	3,8	16,8	9,9	11,4	0,0	1,5	0,0	51,3
2012-13	23,4	18,5	4,8	8,3	5,6	20,2	19,2	8,9	3,5	0,2	1,0	10,8
2013-14	10,2	11,0	17,4	12,3	16,5	19,8	8,4	5,6	3,3	3,7	0,0	9,3
2014-15	41,0	11,1	8,9	6,6	9,9	12,9	17,0	0,0	16,4	0,9	9,9	9,8
2015-16	17,1	18,4	3,5	14,3	14,8	18,4	27,8	11,0	3,0	5,2	0,0	5,1
2016-17	15,1	14,9	12,0	12,5	16,7	5,4	3,8	16,6	7,4	35,7	12,7	0,0
2017-18	18,2	4,6	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1.3.- GETAFE

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN GETAFE. DATOS EN mm.												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1950-51	-	-	-	35,4	15,2	10,3	10,6	8,8	3,7	3,0	5,3	30,1
1951-52	23,2	27,2	12,0	13,6	8,7	14,1	25,4	24,2	2,0	11,6	19,8	2,0
1952-53	6,0	15,7	11,0	6,8	9,2	13,0	28,7	4,0	15,5	17,3	0,0	19,3
1953-54	29,6	1,0	23,3	6,2	5,8	11,0	17,4	19,2	19,3	4,6	0,0	0,0
1954-55	0,0	24,0	0,4	20,0	30,2	12,7	29,0	11,0	7,8	6,2	16,3	3,2
1955-56	19,0	20,0	27,8	27,0	30,4	20,7	9,6	26,4	20,0	2,0	12,7	9,4
1956-57	10,7	6,0	2,0	3,5	8,0	8,4	13,0	12,2	19,9	0,0	0,0	10,0
1957-58	48,4	13,0	10,0	13,4	8,2	15,6	10,0	10,0	11,0	0,0	21,3	12,2
1958-59	4,8	3,4	35,9	28,8	7,8	11,6	10,0	37,5	7,5	2,8	46,2	29,4
1959-60	11,0	20,0	6,3	37,0	17,5	5,6	19,0	14,0	3,0	20,7	7,0	9,0



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN GETAFE. DATOS EN mm.												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1960-61	19,4	14,8	16,0	5,6	0,6	4,9	18,6	12,9	9,0	6,4	29,4	25,6
1961-62	5,6	19,6	13,8	14,5	12,4	11,1	30,8	16,0	22,8	0,0	0,0	18,2
1962-63	22,8	10,0	32,4	20,8	14,8	3,3	17,4	1,7	25,3	5,6	0,0	13,1
1963-64	15,0	37,0	19,8	5,2	23,6	15,0	9,8	16,3	33,0	3,7	0,0	7,0
1964-65	1,0	15,4	20,6	12,1	25,6	17,8	7,0	5,6	1,0	0,0	4,0	54,4
1965-66	28,0	25,9	21,0	10,0	16,6	5,8	13,6	12,0	12,4	0,4	1,0	9,0
1966-67	30,0	30,6	0,0	18,0	20,8	15,0	20,0	19,0	16,0	0,0	0,3	1,5
1967-68	14,8	14,0	0,5	0,0	17,0	27,0	29,0	9,4	2,0	0,2	7,4	9,4
1968-69	16,7	27,2	20,5	16,6	22,0	20,1	55,3	11,0	15,0	5,0	17,8	21,8
1969-70	9,1	43,4	9,2	23,6	4,7	3,5	0,7	3,0	5,5	10,0	10,6	0,0
1970-71	0,4	11,6	7,0	12,7	7,6	15,2	17,4	23,8	16,8	5,6	3,4	2,8
1971-72	6,0	2,0	30,6	13,3	19,2	28,4	5,4	4,8	13,5	23,1	0,0	62,0
1972-73	18,6	24,0	17,2	16,4	1,8	11,4	5,4	22,1	7,2	0,4	1,5	0,0
1973-74	12,0	19,0	20,6	16,3	14,6	11,4	9,0	15,0	36,0	17,0	1,2	0,4
1974-75	3,4	22,6	7,0	16,4	4,0	9,6	47,6	19,0	19,0	0,0	28,9	16,8
1975-76	2,0	11,6	19,6	5,0	15,2	11,8	30,6	11,6	6,8	5,6	15,0	24,4
1976-77	13,9	11,4	28,6	11,8	7,3	2,7	7,5	10,4	20,9	13,0	17,0	9,4
1977-78	18,8	15,0	24,2	8,6	13,4	20,2	18,1	21,8	13,5	0,0	0,0	7,8
1978-79	8,4	27,4	17,6	23,4	17,0	4,3	10,0	5,0	4,2	28,0	0,0	13,0
1979-80	15,6	6,8	5,6	8,6	6,4	20,2	9,0	30,6	9,2	0,0	4,5	1,8
1980-81	15,6	23,8	0,2	1,0	7,6	11,0	17,5	13,4	6,5	11,0	9,4	5,6
1981-82	0,6	-0,3	31,2	8,0	16,2	11,1	11,5	28,2	18,8	21,6	9,8	23,0
1982-83	17,3	38,6	6,4	0,0	6,8	0,0	11,6	5,5	3,1	1,0	40,2	3,6
1983-84	2,6	12,0	18,0	8,3	11,5	11,4	14,6	11,4	15,2	0,0	6,8	9,8



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN GETAFE. DATOS EN mm.												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1984-85	8,8	25,2	3,7	19,4	9,2	5,9	13,6	13,7	5,9	0,0	0,0	0,0
1985-86	0,0	7,0	19,6	2,8	10,6	11,4	14,8	5,4	0,0	0,2	30,0	18,0
1986-87	21,0	9,6	11,0	39,2	7,2	1,2	31,4	8,0	6,2	31,8	9,0	8,3
1987-88	11,2	20,4	27,2	11,8	15,2	2,1	20,8	7,0	21,4	15,9	0,0	0,0
1988-89	25,5	13,0	0,0	5,4	16,9	12,2	7,6	19,2	9,4	4,6	1,2	30,8
1989-90	3,9	20,4	27,8	7,2	0,4	12,6	7,8	6,0	0,4	5,5	10,5	31,3
1990-91	13,8	10,1	5,7	3,6	24,5	11,3	17,0	5,4	1,1	10,4	0,3	18,9
1991-92	20,4	4,0	4,5	3,2	10,9	9,0	14,5	16,2	17,1	16,6	7,8	7,1
1992-93	16,7	2,5	15,5	0,7	16,2	7,0	4,2	33,4	25,0	2,2	3,6	5,4
1993-94	38,8	15,1	1,4	7,4	12,3	4,1	13,7	10,1	0,5	2,2	1,8	24,7
1994-95	12,4	12,1	10,3	5,5	27,6	3,6	8,6	5,7	4,4	0,2	2,9	12,6
1995-96	6,3	16,1	14,9	12,3	4,0	10,3	4,5	14,9	7,3	6,4	0,7	11,9
1996-97	6,3	27,6	16,4	19,0	1,2	0,0	18,4	18,7	3,6	21,9	4,0	10,8
1997-98	4,9	32,3	11,8	8,6	28,9	11,2	8,8	22,2	27,3	0,0	11,2	23,4
1998-99	7,3	8,4	7,7	6,3	6,7	13,6	23,6	8,7	27,0	5,5	1,3	11,8
1999-00	19,2	11,7	11,4	10,6	0,8	11,2	16,1	11,6	14,0	1,0	2,2	5,9
2000-01	8,4	18,4	21,5	16,0	9,0	11,3	9,2	15,2	1,5	2,2	1,0	12,1
2001-02	17,2	5,9	6,6	10,7	2,8	18,7	21,6	18,1	15,5	0,5	3,8	8,9
2002-03	17,4	13,6	7,2	16,1	13,3	15,3	15,3	9,6	8,0	0,0	0,2	14,9
2003-04	27,4	21,5	19,4	5,1	19,7	22,5	20,8	24,9	0,9	7,1	14,9	1,6
2004-05	18,5	18,8	11,3	0,2	10,5	9,7	11,0	1,1	1,7	0,0	2,4	1,2
2005-06	19,0	18,3	9,0	17,7	21,8	5,9	7,7	8,5	19,1	1,3	8,2	4,0
2006-07	24,1	22,4	12,5	8,2	27,5	4,9	20,4	44,9	14,9	0,3	6,2	3,5



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN GETAFE. DATOS EN mm.												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
2007-08	17,1	25,7	10,2	11,2	5,3	4,9	12,1	26,3	22,0	8,2	0,0	16,2
2008-09	21,5	4,3	14,0	5,4	22,4	5,5	11,1	15,0	1,9	0,0	0,7	3,2
2009-10	17,0	12,7	24,0	8,0	20,3	31,7	11,7	14,2	11,3	4,9	3,1	34,6
2010-11	24,8	5,6	14,3	16,0	10,4	10,4	15,8	16,2	9,9	0,1	8,9	0,0
2011-12	17,1	12,0	1,9	3,7	3,4	18,3	13,7	11,3	0,9	1,1	0,0	64,6
2012-13	22,4	18,3	3,7	8,2	7,3	18,1	13,4	14,6	5,5	0,5	0,8	5,7
2013-14	17,8	9,8	13,4	10,9	14,6	20,6	13,1	4,5	13,3	5,7	0,0	9,8
2014-15	31,0	23,8	19,1	7,3	9,6	12,2	14,2	0,5	5,5	0,2	1,5	8,8
2015-16	21,9	17,0	2,7	12,8	12,6	18,6	25,9	13,3	0,0	2,5	0,0	3,8
2016-17	17,4	18,9	10,7	10,7	12,5	4,6	5,1	6,5	2,6	24,0	31,0	0,0
2017-18	18,1	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1.4.- RETIRO

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN RETIRO. DATOS EN mm.												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1892-93	-	-	-	-	-	12,3	17,8	15,1	36,2	3,3	22,0	17,7
1893-94	17,3	12,6	15,2	17,2	16,0	27,9	25,7	14,5	30,5	4,3	8,7	48,8
1894-95	20,2	11,6	29,5	21,2	30,0	6,9	21,9	15,6	18,3	-	8,4	31,9
1895-96	20,5	6,4	7,1	1,6	12,3	1,5	-	22,5	15,2	4,3	2,2	-
1896-97	19,8	15,4	24,1	29,4	8,0	2,6	7,8	16,0	21,6	0,0	-	27,7
1897-98	31,6	43,4	12,8	9,8	0,5	13,8	1,6	6,9	17,9	9,4	1,0	19,1
1898-99	8,6	8,8	1,2	12,0	13,1	6,1	4,4	8,7	13,2	7,9	40,4	2,1
1899-00	21,0	11,6	35,4	20,0	11,7	6,3	7,8	10,0	8,8	1,9	15,7	9,7



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN RETIRO. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1900-01	5,5	15,8	1,3	21,5	15,1	13,6	20,4	29,8	11,1	4,0	1,2	4,2
1901-02	17,8	25,3	8,1	0,6	17,6	8,7	9,1	8,0	49,5	4,5	7,0	17,6
1902-03	19,8	12,6	8,8	18,9	0,5	7,7	13,9	14,7	12,0	21,6	0,8	4,3
1903-04	7,1	8,7	26,9	7,2	11,6	12,7	6,7	37,4	24,5	4,3	6,0	14,6
1904-05	14,2	45,3	15,7	10,8	-	6,1	9,9	16,6	8,1	8,2	9,3	21,1
1905-06	29,2	36,0	12,9	22,5	3,8	24,4	12,6	23,8	12,8	2,1	-	32,0
1906-07	7,5	27,2	8,7	1,7	8,0	0,0	11,5	14,2	1,3	9,3	9,3	12,5
1907-08	15,7	10,6	28,0	7,0	31,1	26,0	24,9	4,1	44,8	0,0	0,7	2,2
1908-09	12,8	16,1	15,0	18,6	14,1	9,7	7,5	37,2	8,0	3,2	6,7	3,6
1909-10	8,7	39,5	14,5	3,0	8,8	7,0	17,0	16,4	2,6	0,0	0,4	26,5
1910-11	21,0	17,5	15,3	6,1	10,6	15,1	13,9	8,1	27,3	14,4	24,2	18,5
1911-12	20,2	11,2	11,8	12,4	15,3	7,0	19,0	7,6	7,0	13,2	-	39,9
1912-13	11,8	7,1	0,7	10,5	10,7	17,1	7,7	3,8	24,6	6,9	2,0	17,3
1913-14	25,6	14,3	4,9	6,0	20,9	4,3	14,2	12,3	29,9	7,1	2,2	0,0
1914-15	14,0	45,1	20,6	-	-	17,5	1,2	22,3	19,2	-	-	26,2
1915-16	8,4	18,9	-	-	-	-	-	13,8	1,8	3,7	0,0	5,5
1916-17	3,8	13,9	31,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1917-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1918-19	-	-	-	-	-	16,0	12,3	10,9	5,6	3,5	0,2	18,3
1919-20	16,3	36,5	6,8	1,4	26,2	8,2	9,2	38,4	13,9	6,2	1,0	2,7
1920-21	15,9	15,3	22,9	6,0	26,1	2,7	0,7	24,2	32,8	2,4	6,4	27,0
1921-22	-	-	-	7,6	13,3	13,7	6,9	10,7	24,8	0,0	12,4	23,7
1922-23	17,6	-	-	-	5,5	26,5	9,6	19,2	5,2	18,2	2,1	10,8
1923-24	8,5	19,3	5,6	22,8	27,9	10,6	23,4	7,0	0,0	0,0	0,0	28,2



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN RETIRO. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1924-25	6,3	9,5	6,4	0,8	16,8	5,4	8,8	11,2	16,7	2,5	4,2	10,3
1925-26	10,4	44,7	14,1	4,9	8,1	8,0	19,6	16,2	6,4	0,2	17,4	0,3
1926-27	18,1	21,5	7,0	3,7	6,3	20,5	3,4	15,2	8,6	11,9	5,4	4,9
1927-28	16,5	21,8	30,1	7,6	14,6	-	-	-	-	-	-	-
1928-29	-	17,1	15,2	4,3	21,6	20,8	12,4	15,1	10,6	5,9	1,5	18,2
1929-30	15,5	7,5	15,3	16,2	10,0	9,7	17,0	17,7	28,4	9,1	0,0	0,0
1930-31	16,7	24,6	9,8	6,5	0,0	14,5	8,2	7,6	13,8	2,0	4,3	0,5
1931-32	55,8	21,4	1,4	8,0	14,4	9,7	7,5	5,8	16,8	0,0	1,2	9,7
1932-33	5,0	12,0	14,8	23,4	21,8	14,1	3,0	11,9	9,6	0,8	4,4	6,5
1933-34	16,4	13,8	7,6	2,1	2,0	7,1	10,2	9,0	3,2	2,4	13,9	3,1
1934-35	2,4	52,8	21,0	4,6	5,3	16,7	21,4	31,2	12,8	0,0	2,7	4,8
1935-36	0,6	31,9	18,3	14,0	26,5	11,4	15,7	20,1	9,7	1,1	6,7	4,1
1936-37	4,4	13,3	15,4	28,5	3,8	13,3	4,2	5,6	28,0	0,0	0,0	4,4
1937-38	20,4	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	7,2	-
1938-39	10,2	-	-	-	-	-	-	11,2	12,3	2,6	10,0	20,2
1939-40	28,5	19,0	27,5	33,9	16,0	6,8	8,0	6,2	13,5	25,7	14,8	13,0
1940-41	23,5	27,0	5,5	28,5	13,0	11,0	17,6	15,1	12,0	3,0	9,6	4,9
1941-42	2,6	23,6	5,5	8,7	13,5	19,4	26,0	7,0	16,2	0,4	18,4	17,3
1942-43	37,6	15,4	12,5	4,4	12,6	10,2	46,0	6,5	27,0	11,2	5,5	10,0
1943-44	21,3	4,0	8,9	0,0	1,5	1,4	28,0	8,9	7,0	3,4	6,7	52,4
1944-45	45,0	10,4	18,3	8,6	0,4	12,7	0,5	8,9	11,0	0,4	3,0	1,0
1945-46	7,8	20,8	28,0	6,5	13,1	6,3	21,6	21,6	3,0	0,0	0,1	7,7
1946-47	8,0	6,5	9,0	7,6	20,3	51,7	16,7	35,9	10,8	51,0	53,2	12,1
1947-48	45,5	16,5	7,8	19,3	12,8	11,5	33,1	12,8	3,0	2,3	7,6	6,1



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN RETIRO. DATOS EN mm.												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1948-49	11,3	0,2	19,4	2,8	4,3	13,0	7,3	13,3	9,5	18,8	9,1	29,2
1949-50	2,5	38,0	11,9	3,0	16,4	11,0	0,9	8,0	8,5	16,0	11,0	8,5
1950-51	20,0	7,8	31,2	13,3	11,9	18,0	16,2	9,7	10,7	2,4	7,2	37,0
1951-52	11,4	22,8	20,6	18,1	7,5	17,3	25,1	15,5	2,0	9,2	17,4	5,8
1952-53	7,7	23,9	6,7	6,8	7,8	16,3	33,9	5,9	11,2	7,7	1,0	31,2
1953-54	25,9	11,3	25,2	2,7	4,1	12,7	7,8	44,2	8,1	0,8	2,0	0,0
1954-55	0,2	23,0	2,0	17,0	30,4	6,6	15,7	12,2	7,3	8,5	29,8	3,2
1955-56	20,7	17,1	19,5	26,5	42,2	22,6	9,5	39,7	18,0	7,0	10,0	10,8
1956-57	14,3	5,5	5,8	3,4	8,7	5,4	9,5	9,8	18,5	0,0	0,2	11,0
1957-58	63,5	10,8	8,0	15,9	6,2	11,1	6,8	19,6	15,4	0,0	3,9	9,0
1958-59	8,8	3,6	38,2	11,0	11,0	14,2	8,4	21,7	20,4	18,5	34,5	45,5
1959-60	22,1	13,2	11,8	29,3	14,4	13,2	17,0	17,6	11,9	4,3	7,8	3,8
1960-61	25,9	23,1	20,7	8,2	1,7	9,1	17,1	11,6	3,5	7,7	8,5	32,6
1961-62	9,2	23,6	23,9	17,9	10,6	23,6	27,0	23,3	12,4	0,0	0,0	23,0
1962-63	18,0	10,0	20,3	22,3	13,8	4,9	23,8	0,6	22,5	12,0	0,0	14,3
1963-64	15,5	59,8	17,6	4,3	22,6	9,3	8,9	8,8	18,2	9,0	0,0	7,0
1964-65	2,4	16,6	16,8	15,8	19,1	19,4	7,8	5,4	1,3	0,0	5,1	31,9
1965-66	40,4	29,6	22,5	33,0	14,7	5,5	18,4	14,4	18,4	2,2	2,4	11,3
1966-67	34,4	27,6	0,9	16,4	10,0	12,0	13,3	13,6	10,6	0,0	1,9	9,2
1967-68	20,0	19,0	2,2	0,7	18,1	20,9	23,9	7,7	1,8	0,2	13,7	4,8
1968-69	7,0	24,5	13,0	15,8	23,6	28,9	27,2	7,1	23,1	6,6	3,9	22,0
1969-70	17,4	27,2	9,2	25,3	3,9	7,0	0,5	3,9	8,3	9,4	10,3	0,0
1970-71	2,4	12,7	4,2	9,4	8,8	15,2	21,0	19,3	17,9	4,3	4,6	7,4
1971-72	5,5	3,5	41,5	19,1	25,6	33,8	5,7	2,5	7,7	13,4	0,2	87,0



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN RETIRO. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1972-73	32,3	43,2	20,1	23,5	1,7	13,2	4,6	22,1	15,5	4,9	1,8	0,0
1973-74	8,7	30,6	20,0	13,3	7,4	9,3	9,2	10,6	17,6	6,4	0,6	0,0
1974-75	5,4	23,2	6,9	16,8	19,0	5,1	29,7	13,6	3,9	1,1	9,2	9,4
1975-76	1,5	11,0	27,7	6,6	15,2	11,1	16,7	17,0	13,8	16,5	18,8	25,3
1976-77	18,3	11,9	19,8	15,5	7,4	3,2	10,2	10,7	15,7	6,5	8,7	15,3
1977-78	17,4	13,5	33,0	12,4	14,9	34,0	24,8	23,0	22,2	0,0	0,0	10,0
1978-79	19,2	28,5	15,8	36,2	26,2	7,9	15,3	5,0	1,7	29,8	1,0	8,0
1979-80	20,5	7,5	13,1	10,3	8,4	21,6	15,3	30,0	11,2	0,0	3,8	3,4
1980-81	18,2	22,3	0,7	1,7	17,2	12,0	24,7	13,6	5,4	14,1	4,6	12,4
1981-82	0,9	0,3	24,6	10,2	15,0	10,0	9,5	20,5	16,0	22,5	8,2	12,6
1982-83	7,0	46,0	4,7	0,0	4,8	1,4	16,0	8,8	0,5	4,0	26,7	2,9
1983-84	3,4	18,7	16,7	9,6	31,3	11,0	9,5	17,4	12,8	0,0	7,0	7,0
1984-85	11,3	31,8	3,7	17,6	10,4	3,4	15,1	14,3	14,2	5,0	0,0	0,0
1985-86	0,0	9,2	22,5	3,3	11,9	9,7	15,0	4,2	1,0	37,1	14,4	25,9
1986-87	17,6	8,9	11,6	34,9	8,7	3,5	25,1	19,8	5,3	11,8	7,4	6,9
1987-88	10,1	35,2	29,7	14,0	9,5	1,1	16,2	8,6	9,2	5,8	0,0	0,0
1988-89	31,2	12,6	0,1	5,5	6,8	13,6	16,6	21,8	4,2	8,6	2,4	34,2
1989-90	3,6	31,0	30,2	8,3	0,5	9,6	12,5	9,6	2,4	5,5	3,7	23,9
1990-91	22,4	14,3	8,2	11,5	26,9	9,2	22,9	4,6	2,0	12,8	0,9	15,1
1991-92	21,7	4,9	7,1	2,6	10,7	9,6	18,6	15,5	17,4	9,5	15,2	11,2
1992-93	17,2	3,5	15,9	1,0	18,5	9,3	6,0	32,7	24,9	12,8	3,1	8,3
1993-94	36,6	17,2	0,7	6,2	9,6	0,3	16,0	20,8	0,9	3,1	1,0	10,7
1994-95	16,4	12,8	9,8	4,6	29,0	1,2	11,0	6,1	15,4	0,8	9,8	6,6
1995-96	3,3	15,4	21,6	19,5	3,6	9,2	3,9	22,0	2,4	2,8	1,0	8,5



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN RETIRO. DATOS EN mm.												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1996-97	11,3	25,9	23,7	15,7	0,3	0,0	21,0	15,1	5,8	17,2	4,8	17,9
1997-98	6,9	50,2	12,5	8,4	29,5	11,5	5,9	15,0	19,6	0,0	14,0	16,8
1998-99	9,4	15,1	8,0	5,3	3,5	12,2	22,6	18,4	9,1	9,9	1,4	14,0
1999-00	17,2	15,8	14,5	12,7	1,8	17,9	20,4	10,7	11,1	16,5	0,0	7,4
2000-01	9,7	23,5	20,2	15,2	12,6	16,0	14,2	14,8	3,8	3,2	0,7	12,3
2001-02	23,5	4,5	7,3	12,7	10,5	18,7	13,0	18,0	16,8	2,2	3,2	5,9
2002-03	24,0	18,1	12,0	11,4	14,4	14,6	13,4	8,1	5,9	0,0	1,4	33,6
2003-04	34,3	23,0	20,0	5,0	18,4	18,2	29,7	35,3	4,4	8,1	20,8	3,7
2004-05	19,9	14,1	11,8	0,3	14,5	5,4	11,4	2,8	3,4	0,0	0,6	2,9
2005-06	16,3	30,2	16,4	19,2	21,3	10,4	25,3	9,6	10,0	3,6	9,8	2,0
2006-07	23,0	30,2	13,7	9,7	19,6	6,2	25,7	32,2	18,5	0,0	8,1	1,4
2007-08	35,7	29,7	12,0	12,3	10,1	3,2	14,9	24,4	13,4	0,7	0,1	34,0
2008-09	21,1	6,9	21,4	7,2	23,1	2,2	5,0	19,8	4,6	1,7	0,8	4,3
2009-10	14,8	9,8	26,5	10,7	24,9	34,8	11,2	17,1	10,9	12,1	2,1	10,5
2010-11	26,8	5,6	13,2	14,9	11,4	15,0	26,9	17,5	16,0	0,0	8,2	0,3
2011-12	10,1	19,8	2,3	5,4	5,5	17,3	11,6	14,4	1,3	6,7	0,3	45,3
2012-13	20,8	16,6	3,4	8,5	4,6	17,3	16,9	9,4	4,8	3,7	0,5	10,3
2013-14	16,6	10,1	20,1	12,0	16,0	17,5	20,3	3,7	5,9	1,5	0,0	11,0
2014-15	38,9	14,4	16,7	6,8	6,9	14,8	18,2	0,1	20,7	3,6	2,3	7,0
2015-16	20,9	17,5	3,3	12,0	13,8	19,8	27,8	14,8	0,6	5,7	0,0	7,0
2016-17	21,8	19,9	12,1	12,5	16,5	5,1	4,5	15,0	3,4	25,2	24,9	0,0
2017-18	20,1	4,4	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

1.5.- SORIA

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN SORIA. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1983-84	-	-	-	19,0	31,0	20,0	20,0	19,0	14,0	-	-	-
1984-85	12,0	58,0	-	21,0	22,0	7,0	19,0	-	-	-	-	1,0
1985-86	0,0	13,0	22,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986-87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987-88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992-93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995-96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998-99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,6
1999-00	15,1	15,7	11,3	14,0	0,6	23,4	23,5	10,6	14,6	9,4	0,2	10,5
2000-01	8,8	24,2	21,7	17,8	13,5	15,6	11,5	9,3	3,0	2,5	1,0	12,0
2001-02	22,4	4,6	9,4	18,6	11,5	20,5	15,5	30,0	18,2	0,0	8,0	4,7
2002-03	14,2	17,5	13,1	16,4	16,0	17,3	16,5	9,2	8,0	0,0	0,0	37,6
2003-04	37,2	26,0	19,0	4,0	-	27,5	13,0	30,1	5,0	6,0	17,5	9,8
2004-05	21,2	12,3	11,3	0,0	17,0	5,4	16,6	0,8	2,4	0,0	-	-



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN SORIA. DATOS EN mm.											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
2005-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007-08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008-09	-	-	-	-	-	-	-	12,8	11,3	1,9	4,5	5,4
2009-10	15,2	10,3	17,5	11,9	21,1	27,3	9,9	16,6	12,3	15,6	2,0	23,2
2010-11	28,0	8,8	16,0	14,8	9,8	14,3	31,3	19,4	36,4	0,0	7,0	0,1
2011-12	26,9	-	2,2	5,0	4,6	15,5	10,7	17,3	0,9	14,0	0,0	42,6
2012-13	17,5	19,6	4,3	9,1	4,6	21,3	14,0	16,3	4,9	0,5	0,5	11,5
2013-14	16,4	8,2	20,6	13,5	15,4	16,5	33,0	3,5	6,0	14,3	0,0	10,6
2014-15	36,3	14,0	15,9	7,5	4,9	18,7	20,5	0,0	34,1	0,1	2,0	7,6
2015-16	16,9	22,5	3,5	-	-	23,7	25,0	12,5	0,5	8,3	0,0	6,1
2016-17	18,5	15,6	13,2	13,0	16,6	4,8	4,3	16,3	3,1	46,8	14,5	0,0
2017-18	16,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



2.- SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL PONDERADAS POR CUENCA VERTIENTE

2.1.- CUENCA VERTIENTE EDAR LA CHINA

2.1.1.- Subcuenca Tanque de Tormenta La China

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL SUBCUENCA TANQUE DE TORMENTAS LA CHINA. DATOS EN mm												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1988-89	31,2	12,6	0,1	5,5	6,8	13,6	16,6	21,8	4,2	8,6	2,4	34,2
1989-90	3,6	31,0	30,2	8,3	0,5	9,6	12,5	9,6	2,4	5,5	3,7	23,9
1990-91	22,4	14,3	8,2	11,5	26,9	9,2	22,9	4,6	2,0	12,8	0,9	15,1
1991-92	21,7	4,9	7,1	2,6	10,7	9,6	18,6	15,5	17,4	9,5	15,2	11,2
1992-93	17,2	3,5	15,9	1,0	18,5	9,3	6,0	32,7	24,9	12,8	3,1	8,3
1993-94	36,6	17,2	0,7	6,2	9,6	0,3	16,0	20,8	0,9	3,1	1,0	10,7
1994-95	16,4	12,8	9,8	4,6	29,0	1,2	11,0	6,1	15,4	0,8	9,8	6,6
1995-96	3,3	15,4	21,6	19,5	3,6	9,2	3,9	22,0	2,4	2,8	1,0	8,5
1996-97	11,3	25,9	23,7	16,5	0,3	0,0	21,4	17,2	6,1	16,5	7,0	14,1
1997-98	6,7	53,2	13,5	8,6	28,1	6,9	5,9	20,8	19,1	0,0	15,5	10,1
1998-99	5,9	17,9	8,0	5,3	3,5	12,2	14,4	13,0	6,5	10,6	1,8	14,6
1999-00	17,7	24,4	8,8	12,7	1,8	17,9	20,4	10,7	7,2	11,4	0,0	7,5
2000-01	8,8	23,2	21,6	15,0	8,5	15,5	10,3	17,5	4,3	3,0	1,0	14,1
2001-02	26,5	4,6	7,0	14,2	8,2	17,9	14,0	18,1	17,4	2,2	5,8	6,0
2002-03	25,9	13,6	13,4	11,8	14,2	18,0	15,1	6,3	3,8	0,0	3,0	23,7
2003-04	36,3	26,3	21,0	5,0	18,8	19,5	24,8	32,9	11,9	7,0	16,9	3,7
2004-05	22,9	14,1	12,8	0,2	15,2	5,4	11,4	2,8	3,4	0,0	0,8	2,7
2005-06	15,5	18,4	12,0	12,4	13,0	10,4	15,3	10,3	7,3	3,4	9,3	3,0
2006-07	21,3	30,9	13,8	9,7	20,1	6,6	22,1	31,6	13,8	0,0	9,3	2,3
2007-08	27,9	28,9	12,0	7,4	6,1	1,9	9,0	21,5	13,5	0,5	0,3	23,4



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL SUBCUENCA TANQUE DE TORMENTAS LA CHINA. DATOS EN mm												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
2008-09	27,0	4,5	21,4	5,7	14,2	4,5	5,2	17,6	3,3	1,1	2,5	4,4
2009-10	16,7	6,4	22,8	10,2	23,9	32,1	8,4	15,3	12,8	9,6	1,8	11,3
2010-11	25,0	6,9	15,4	11,0	10,2	15,0	26,4	22,4	13,1	0,0	8,2	0,3
2011-12	7,8	18,3	2,3	5,4	5,1	16,9	9,8	10,0	0,9	8,9	0,2	29,7
2012-13	20,6	18,0	2,8	7,0	4,2	15,9	19,1	8,7	4,8	5,7	0,6	10,3
2013-14	14,8	9,1	21,6	11,3	15,9	17,8	16,2	4,2	6,2	1,7	0,0	10,2
2014-15	36,8	15,3	10,1	6,7	6,7	14,3	15,9	0,1	21,5	5,5	3,9	5,5
2015-16	15,6	13,6	2,8	9,8	13,4	17,2	27,3	14,2	0,8	7,3	0,2	6,5
2016-17	19,1	18,9	11,4	12,6	17,4	4,9	3,9	17,7	5,6	16,2	22,8	0,0
2017-18	20,1	4,4	14,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.1.2.- Subcuenca Tanque de Tormentas Abroñigales

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL SUBCUENCA TANQUE DE TORMENTAS ABROÑIGALES. DATOS EN mm												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1988-89	31,2	12,6	0,1	5,5	6,8	13,6	16,6	21,8	4,2	8,6	2,4	34,2
1989-90	3,6	31,0	30,2	8,3	0,5	9,6	12,5	9,6	2,4	5,5	3,7	23,9
1990-91	22,4	14,3	8,2	11,5	26,9	9,2	22,9	4,6	2,0	12,8	0,9	15,1
1991-92	21,7	4,9	7,1	2,6	10,7	9,6	18,6	15,5	17,4	9,5	15,2	11,2
1992-93	17,2	3,5	15,9	1,0	18,5	9,3	6,0	32,7	24,9	12,8	3,1	8,3
1993-94	36,6	17,2	0,7	6,2	9,6	0,3	16,0	20,8	0,9	3,1	1,0	10,7
1994-95	16,4	12,8	9,8	4,6	29,0	1,2	11,0	6,1	15,4	0,8	9,8	6,6
1995-96	3,3	15,4	21,6	19,5	3,6	9,2	3,9	22,0	2,4	2,8	1,0	8,5
1996-97	11,3	25,9	23,7	16,2	0,3	0,0	21,2	16,4	6,0	16,8	6,2	15,5



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL SUBCUENCA TANQUE DE TORMENTAS ABROÑIGALES. DATOS EN mm											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1997-98	6,8	52,1	13,1	8,5	28,6	8,6	5,9	18,6	19,3	0,0	14,9	12,6
1998-99	7,2	16,8	8,0	5,3	3,5	12,2	17,4	15,0	7,5	10,3	1,6	15,5
1999-00	16,6	18,8	11,3	13,3	1,3	20,3	21,7	10,7	11,0	12,1	0,1	8,6
2000-01	9,1	23,6	21,3	16,1	11,5	15,7	11,8	13,8	3,7	2,9	0,9	12,9
2001-02	24,2	4,6	8,0	15,4	10,0	19,1	14,2	22,4	17,5	1,4	5,9	5,5
2002-03	21,1	16,3	12,9	13,4	14,9	16,8	15,1	7,9	5,9	0,0	1,5	31,5
2003-04	36,1	25,3	20,0	4,6	18,6	22,0	21,9	32,6	7,3	6,9	18,2	5,9
2004-05	21,5	13,5	12,0	0,1	15,6	5,4	13,7	1,9	3,0	0,0	0,7	2,8
2005-06	15,8	22,8	13,7	14,9	16,1	10,4	19,0	10,0	8,3	3,5	9,5	2,6
2006-07	21,9	30,6	13,7	9,7	19,9	6,5	23,5	31,8	15,5	0,0	8,8	2,0
2007-08	30,8	29,2	12,0	9,2	7,6	2,4	11,2	22,6	13,5	0,6	0,2	27,4
2008-09	24,8	5,4	21,4	6,3	17,5	3,7	5,1	16,5	6,5	1,6	2,7	4,7
2009-10	15,6	8,8	21,9	10,9	23,2	31,1	9,7	16,3	12,1	12,5	2,0	15,4
2010-11	26,6	7,2	15,0	13,4	10,4	14,7	28,3	19,9	22,3	0,0	7,8	0,2
2011-12	15,3	18,9	2,3	5,3	5,0	16,5	10,6	13,9	1,0	10,1	0,1	38,7
2012-13	19,5	18,2	3,5	8,2	4,5	18,2	16,7	11,6	4,8	3,3	0,5	10,7
2013-14	15,9	9,1	20,8	12,3	15,7	17,3	23,4	3,8	6,0	6,2	0,0	10,6
2014-15	37,2	14,6	14,0	7,0	6,1	16,0	18,2	0,0	25,8	3,0	2,8	6,7
2015-16	17,6	17,9	3,2	10,6	13,6	20,3	26,6	13,8	0,6	7,2	0,1	6,5
2016-17	19,6	18,0	12,3	12,7	16,9	4,9	4,2	16,5	4,1	29,8	20,4	0,0
2017-18	18,7	4,4	14,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

2.2.- CUENCA VERTIENTE EDAR BUTARQUE

	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL CUENCA BUTARQUE. DATOS EN mm											
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1988-89	28,9	13,2	0,2	5,5	9,1	11,8	13,0	17,0	5,1	13,6	3,6	32,0
1989-90	3,2	25,2	31,1	8,7	0,4	11,2	9,2	9,8	1,4	10,6	12,4	28,5
1990-91	20,7	13,4	7,8	9,2	25,9	9,5	19,1	3,6	3,1	10,9	1,7	20,5
1991-92	22,1	5,2	6,4	3,0	10,2	9,9	17,4	16,2	17,6	10,4	11,3	11,2
1992-93	19,2	3,6	14,6	0,8	25,0	8,1	6,3	38,0	25,3	7,4	3,0	5,9
1993-94	38,7	16,4	0,8	7,0	10,2	1,2	15,3	16,1	0,6	3,4	1,0	15,3
1994-95	15,5	12,0	10,6	6,4	28,7	1,9	10,0	6,2	39,5	0,3	12,1	6,7
1995-96	4,1	16,8	17,6	17,3	4,8	10,9	4,5	22,3	5,2	5,8	0,7	12,3
1996-97	9,0	27,3	21,7	18,3	0,6	0,0	25,4	21,0	4,9	17,6	6,9	11,4
1997-98	6,1	45,5	12,8	12,7	28,2	10,3	7,3	20,9	24,2	0,0	15,0	15,9
1998-99	8,5	13,2	8,2	5,9	5,7	11,8	22,9	10,9	11,1	10,2	1,8	14,3
1999-00	18,3	16,4	12,6	10,8	2,2	13,1	20,5	11,5	12,9	10,0	0,6	7,7
2000-01	9,5	20,3	20,6	14,4	11,8	15,0	7,9	15,5	3,2	2,4	1,0	15,3
2001-02	24,7	7,9	7,0	12,1	5,4	17,8	16,6	18,6	12,2	1,7	4,5	7,8
2002-03	22,0	16,2	10,3	13,0	12,6	16,3	13,2	9,2	3,9	0,0	1,5	27,2
2003-04	36,2	29,8	21,7	4,8	18,4	20,8	19,9	27,8	5,2	5,0	14,9	2,0
2004-05	23,3	19,7	13,1	0,1	15,1	6,8	12,3	1,8	2,7	0,0	2,3	5,7
2005-06	18,5	23,0	15,7	17,7	20,4	10,9	10,5	11,0	18,1	1,5	9,4	2,5
2006-07	21,6	28,7	14,3	9,0	24,0	6,0	20,9	39,7	16,8	0,1	6,0	3,3
2007-08	24,6	28,4	11,0	11,8	8,1	2,8	12,8	23,1	17,0	10,2	0,1	23,6
2008-09	27,6	6,3	18,2	5,8	22,1	4,5	7,9	14,8	4,8	1,2	1,0	3,3
2009-10	18,3	9,6	22,7	9,2	23,2	33,6	11,1	15,0	10,2	10,9	3,8	20,0



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL CUENCA BUTARQUE. DATOS EN mm												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
2010-11	22,9	7,0	15,5	14,1	10,7	14,6	23,3	15,9	9,2	0,0	8,6	0,1
2011-12	11,5	14,0	2,4	5,0	4,2	17,2	11,0	11,2	0,6	3,7	0,1	48,6
2012-13	22,2	18,2	3,9	7,9	5,6	18,3	17,5	10,4	4,4	2,0	0,8	9,3
2013-14	13,8	10,1	17,6	11,7	15,8	19,3	12,5	4,8	6,9	3,5	0,0	9,8
2014-15	37,1	15,8	12,4	6,8	8,8	13,2	16,0	0,2	15,2	2,1	5,6	8,2
2015-16	18,2	16,7	3,1	12,6	13,8	18,2	27,2	12,7	1,5	5,1	0,1	5,3
2016-17	17,2	17,3	11,5	12,0	15,8	5,0	4,2	14,2	5,4	26,7	21,0	0,0
2017-18	18,8	4,7	14,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.3.- CUENCA VERTIENTE EDAR SUR

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL CUENCA SUR. DATOS EN mm												
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1988-89	28.1	12.8	0.0	5.4	12.4	12.8	11.6	20.4	7.1	6.4	1.7	32.3
1989-90	3.8	25.2	28.9	7.7	0.4	11.3	9.9	7.6	1.3	5.5	7.4	28.0
1990-91	17.7	12.0	6.8	7.1	25.6	10.4	19.6	5.0	1.5	11.5	0.6	17.2
1991-92	21.0	4.4	5.7	2.9	10.8	9.3	16.3	15.9	17.2	13.4	11.1	8.9
1992-93	16.9	2.9	15.7	0.8	17.2	8.0	5.0	33.1	25.0	7.0	3.4	6.7
1993-94	37.8	16.0	1.1	6.9	11.1	2.4	14.7	14.9	0.7	2.6	1.4	18.4
1994-95	14.2	12.4	10.1	5.1	28.2	2.5	9.7	5.9	9.3	0.5	6.0	9.9
1995-96	5.0	15.8	17.9	15.5	3.8	9.8	4.2	18.1	5.1	4.8	0.8	10.4
1996-97	8.5	26.8	19.7	17.5	0.8	0.0	19.6	17.1	4.6	19.8	4.4	14.0
1997-98	5.8	40.3	12.1	8.5	29.2	11.3	7.5	19.0	23.8	0.0	12.5	20.4
1998-99	8.2	11.4	7.8	5.9	5.3	13.0	23.2	13.1	19.0	7.5	1.3	12.8



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

1999-00	18.3	13.5	12.8	11.5	1.2	14.2	18.0	11.2	12.7	8.0	1.2	6.6
2000-01	9.0	20.7	20.9	15.6	10.6	13.4	11.4	15.0	2.5	2.6	0.9	12.2
2001-02	20.0	5.3	6.9	11.6	6.3	18.7	17.7	18.1	16.1	1.3	3.5	7.6
2002-03	20.4	15.6	9.4	14.0	13.8	15.0	14.4	8.9	7.1	0.0	0.7	23.3
2003-04	30.5	22.2	19.7	5.1	19.1	20.6	24.8	29.6	2.5	7.5	17.5	2.5
2004-05	19.1	16.7	11.5	0.2	12.3	7.8	11.2	1.9	2.5	0.0	1.6	2.0
2005-06	17.8	23.6	12.3	18.4	21.6	7.9	15.6	9.0	15.0	2.3	8.9	3.1
2006-07	23.6	25.9	13.0	8.9	24.0	5.5	22.8	39.2	16.5	0.2	7.1	2.6
2007-08	25.4	27.5	11.0	11.7	7.5	4.1	13.4	25.4	18.1	4.8	0.0	24.2
2008-09	21.3	5.5	17.3	6.2	22.7	4.0	8.4	17.2	3.1	0.8	0.7	3.7
2009-10	16.0	11.4	25.1	9.2	22.4	33.1	11.5	15.5	11.1	8.1	2.7	23.8
2010-11	25.7	5.6	13.8	15.5	10.8	12.5	20.8	16.8	12.6	0.1	8.6	0.1
2011-12	14.0	15.5	2.1	4.5	4.3	17.9	12.8	12.7	1.1	3.6	0.1	55.9
2012-13	21.7	17.5	3.6	8.3	6.1	17.7	15.0	12.3	5.2	1.9	0.7	7.8
2013-14	17.3	9.9	16.4	11.4	15.2	19.2	16.3	4.1	10.0	3.8	0.0	10.3
2014-15	34.5	19.6	18.0	7.1	8.4	13.4	16.0	0.3	12.3	1.7	1.9	8.0
2015-16	21.5	17.2	3.0	12.4	13.1	19.1	26.8	14.0	0.3	3.9	0.0	5.2
2016-17	19.4	19.3	11.3	11.5	14.3	4.8	4.8	10.3	3.0	24.5	28.3	0.0
2017-18	19.0	4.8	14.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-



**APÉNDICE 2.- GRÁFICAS DEL ANÁLISIS DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN
MÁXIMA DIARIA MENSUAL POR CUENCA**



ANEJO N°6. ESTUDIO HIDROLÓGICO

APÉNDICE 2.- GRÁFICAS DEL ANÁLISIS DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL POR CUENCA

ÍNDICE

1.- CUENCA VERTIENTE EDAR LA CHINA	2
1.1.- SUBCUENCA TANQUE DE TORMENTAS LA CHINA.....	2
1.2.- SUBCUENCA TANQUE DE TORMENTAS ABROÑIGALES.....	6
2.- CUENCA VERTIENTE EDAR BUTARQUE	10
3.- CUENCA VERTIENTE EDAR SUR	14
4.- CUENCA VERTIENTE EDAR GAVIA	18

1.- CUENCA VERTIENTE EDAR LA CHINA

1.1.- SUBCUENCA TANQUE DE TORMENTAS LA CHINA

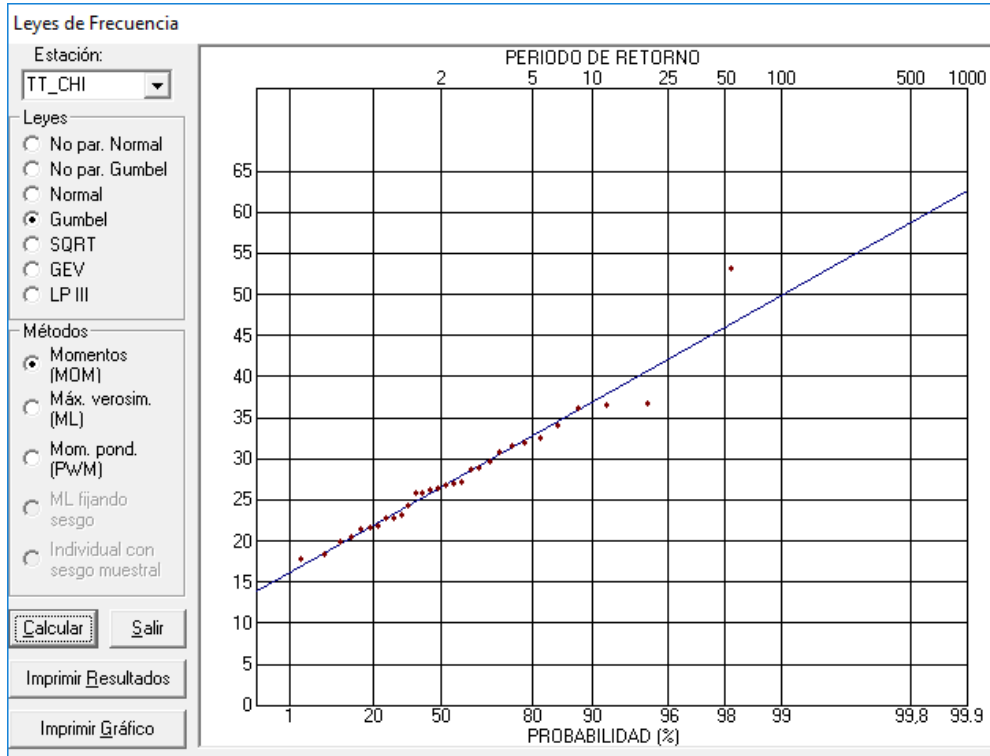


Ilustración 1. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de los Momentos.

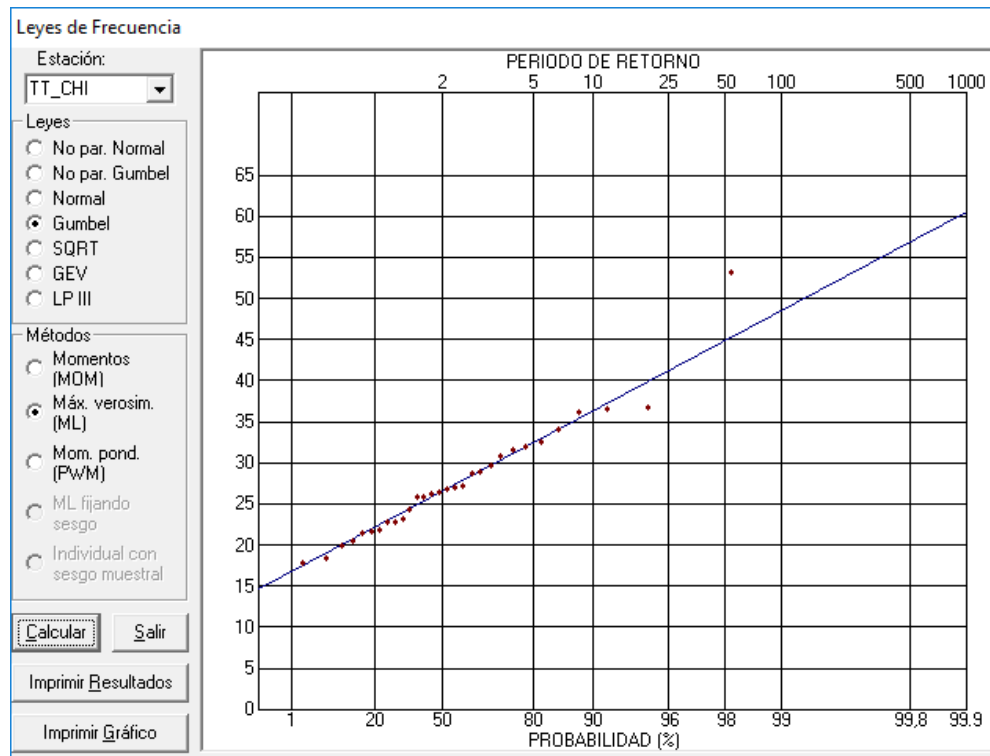


Ilustración 2. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Máxima Verosimilitud.

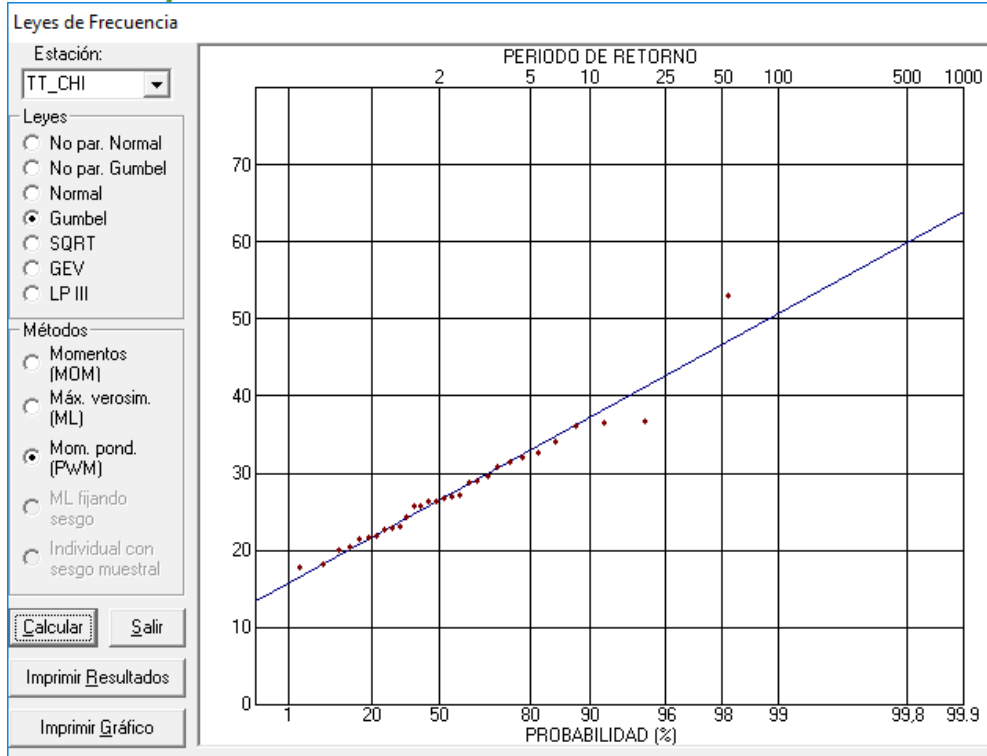


Ilustración 3. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente.

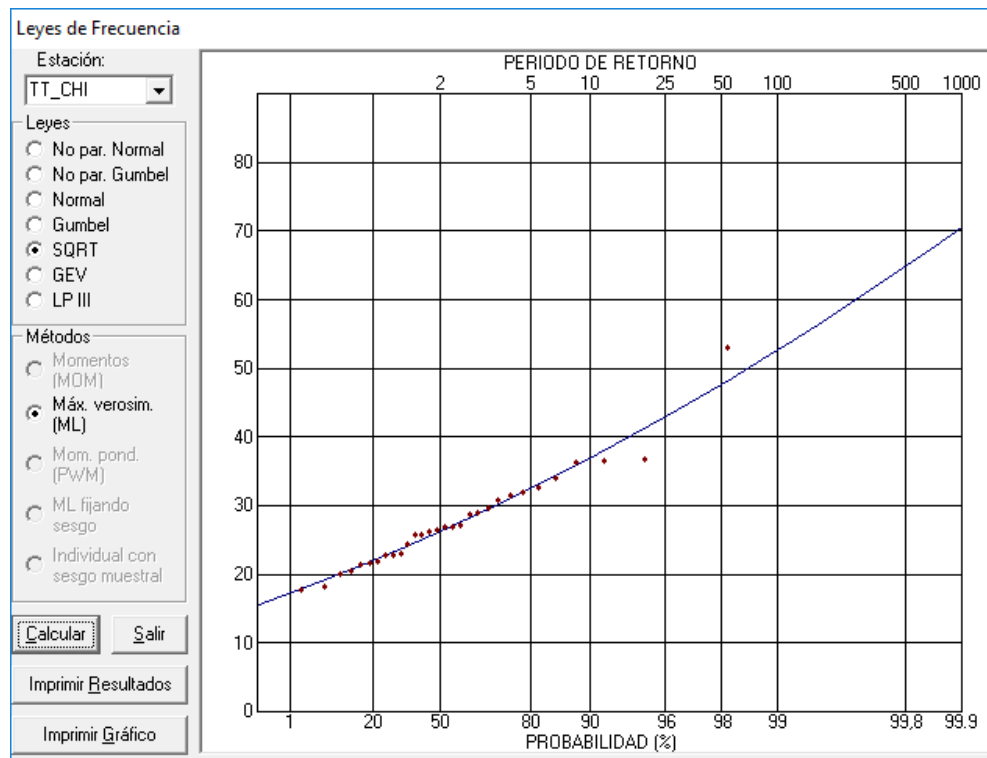


Ilustración 4. Ajuste función de distribución SQRT mediante método de Máxima Verosimilitud.

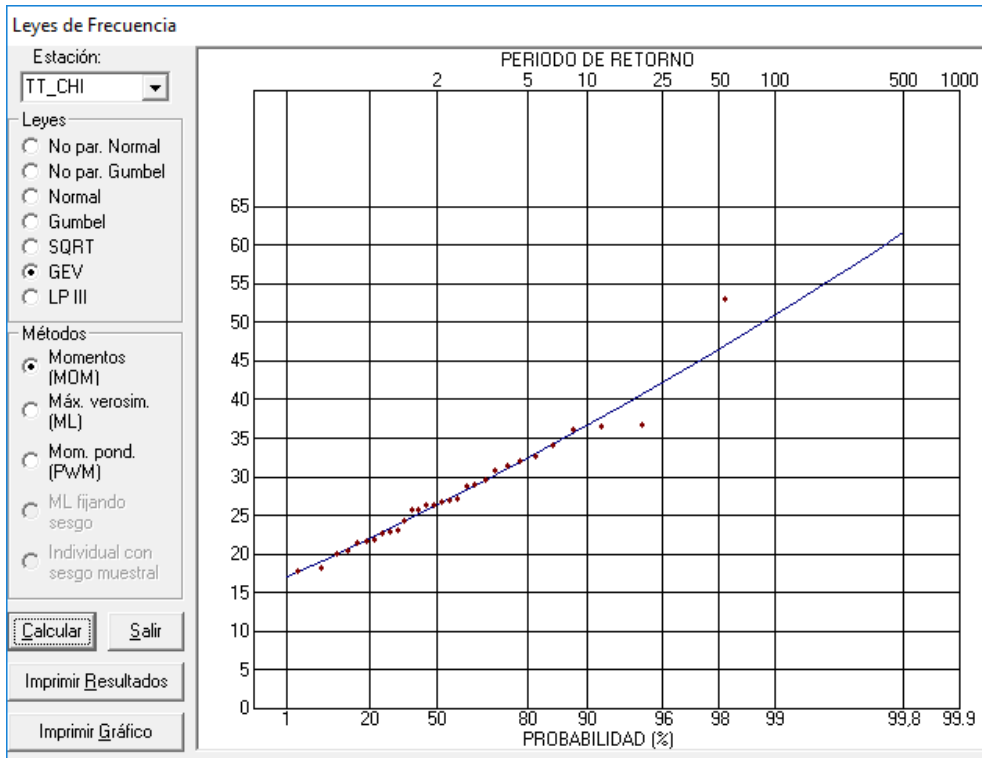


Ilustración 5. Ajuste función de distribución GEV mediante método de los Momentos.

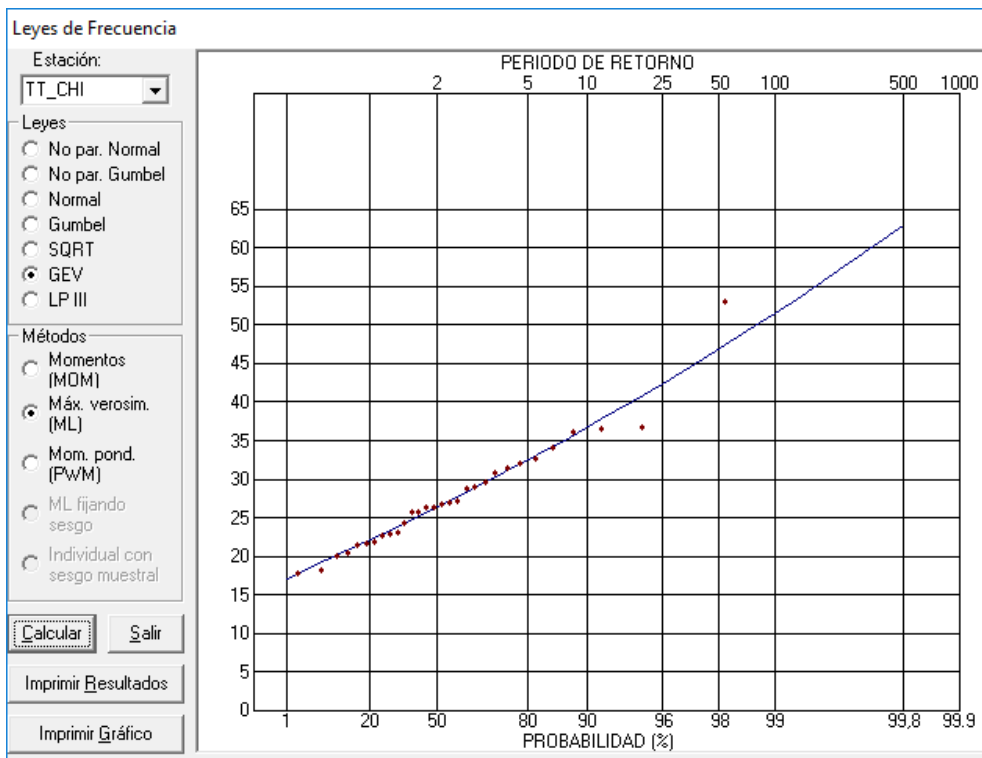


Ilustración 6. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Máxima Verosimilitud.

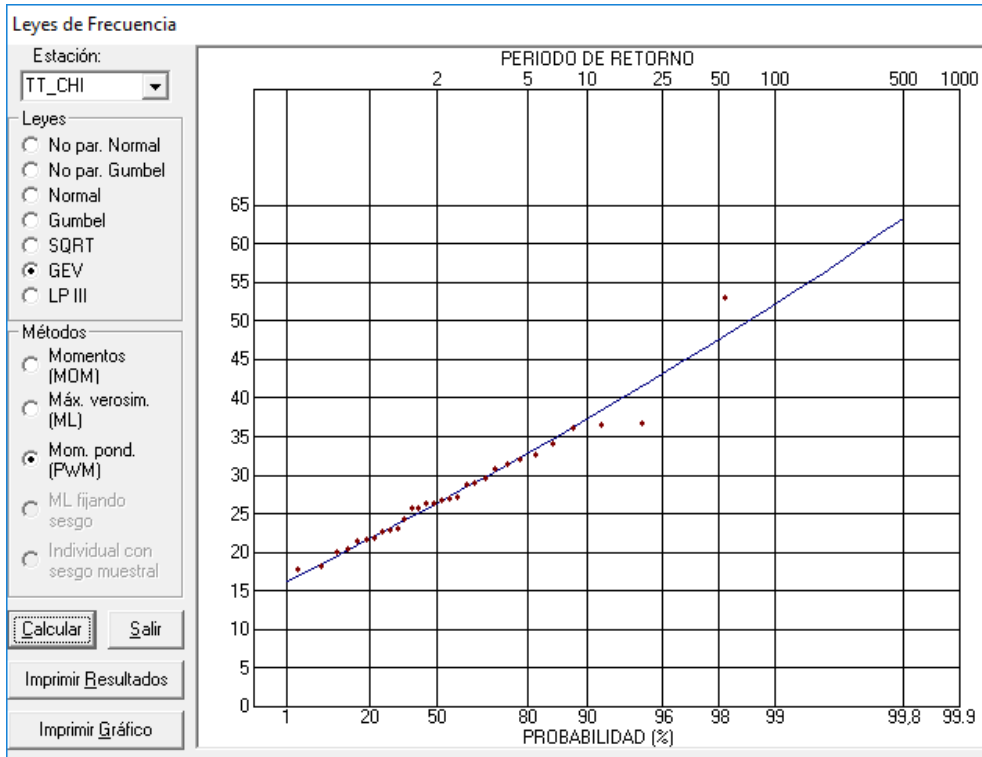


Ilustración 7. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente.

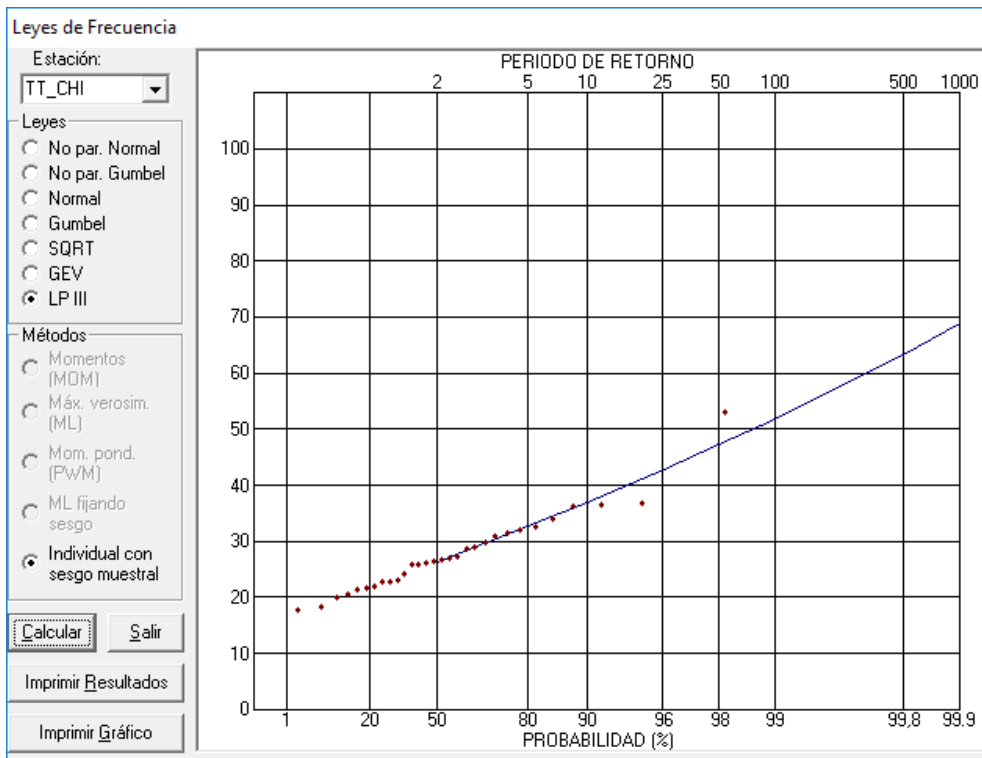


Ilustración 8. Ajuste función de distribución LogPearson tipo III mediante ajuste individual con sesgo muestral.

1.2.- SUBCUENCA TANQUE DE TORMENTAS ABRONIGALES

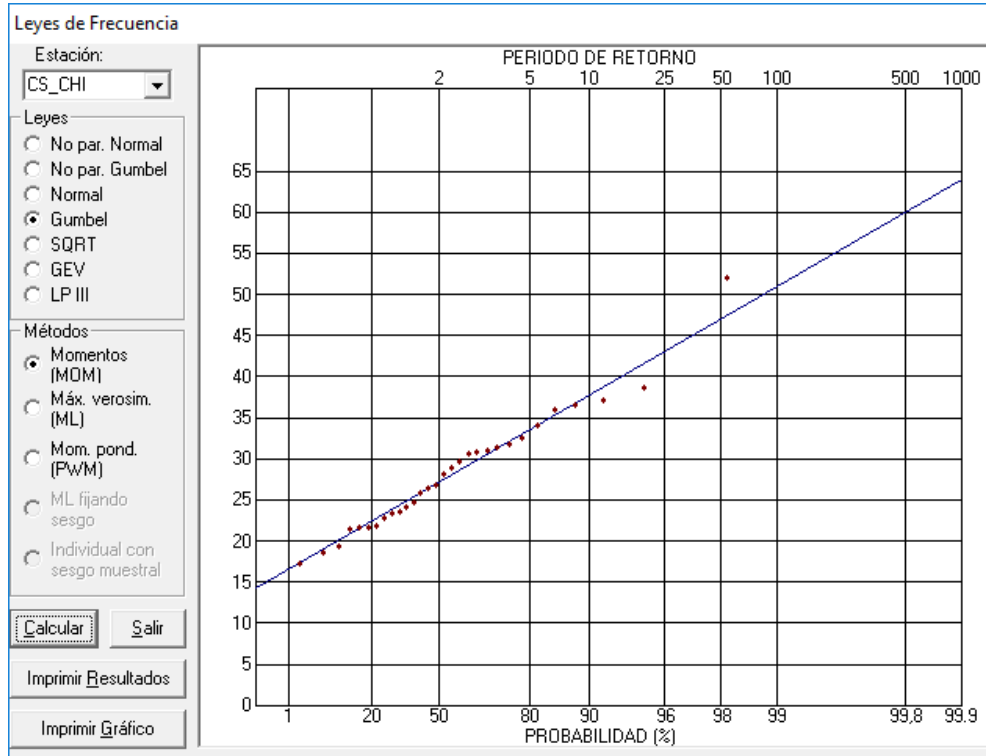


Ilustración 9. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de los Momentos.

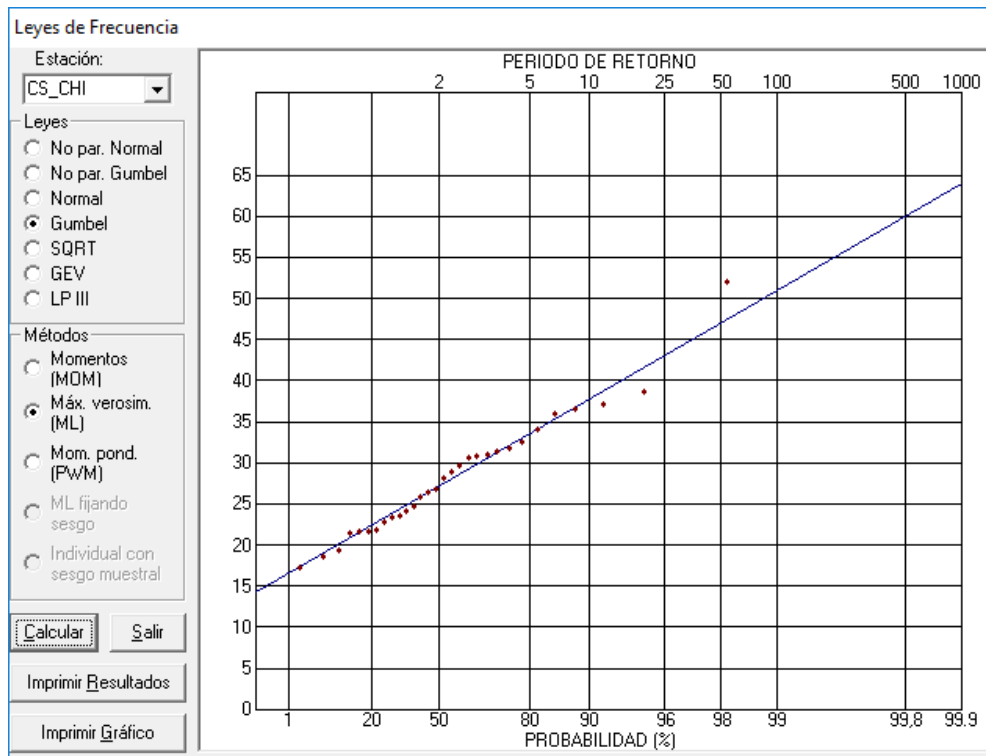


Ilustración 10. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Máxima Verosimilitud.

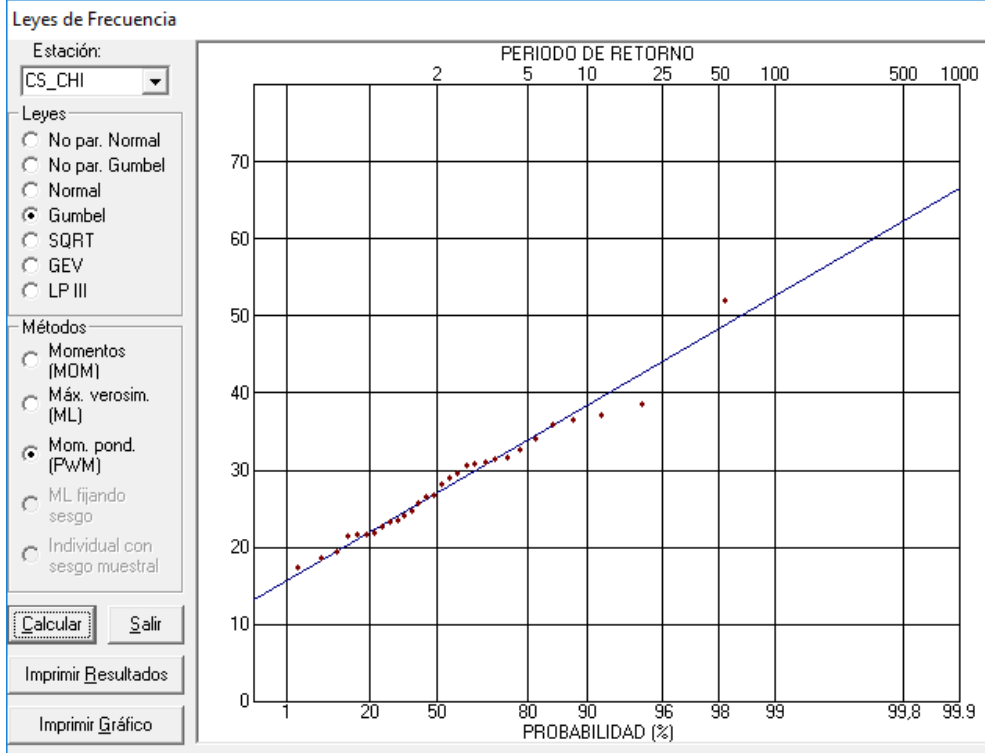


Ilustración 11. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente.

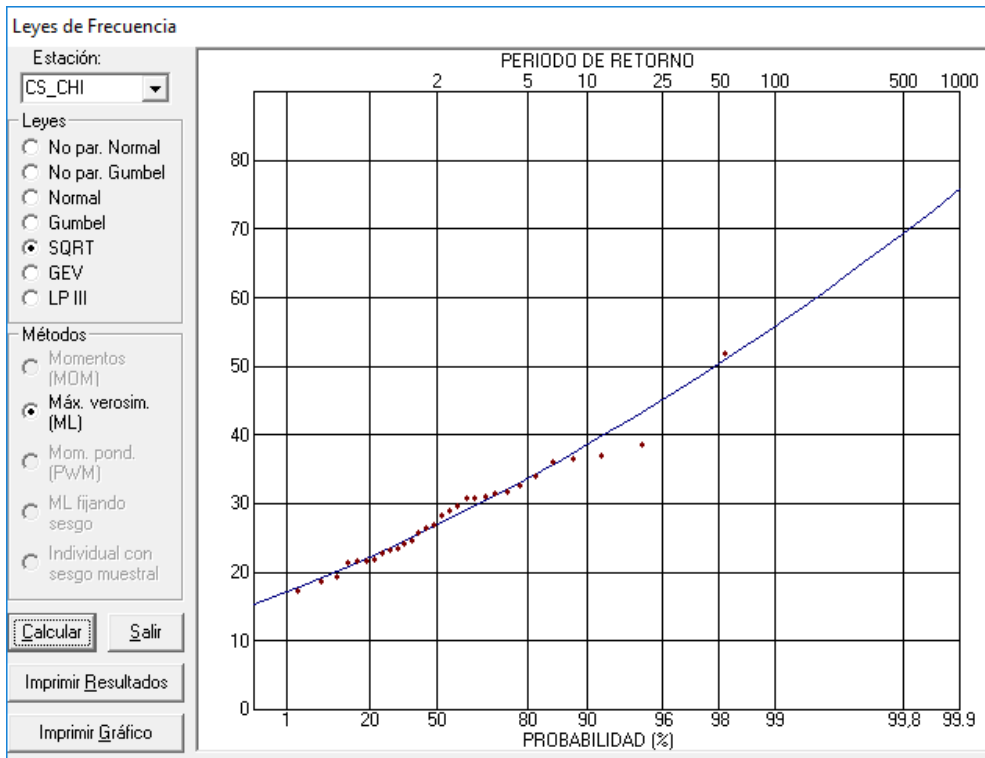


Ilustración 12. Ajuste función de distribución SQRT mediante método de Máxima Verosimilitud.

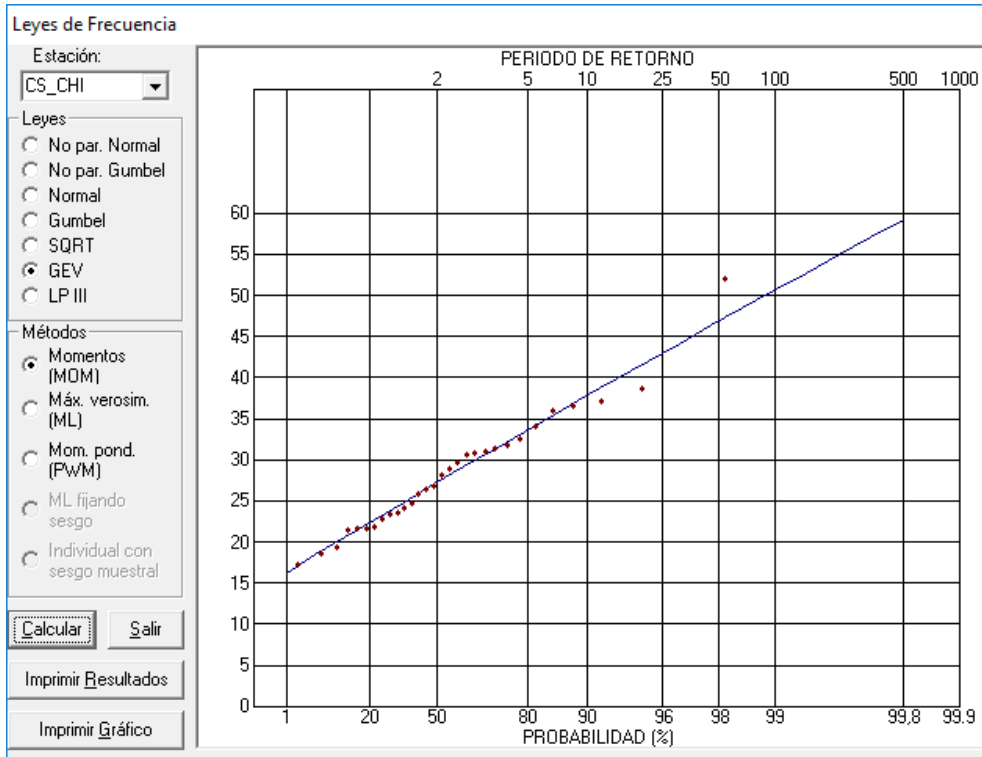


Ilustración 13. Ajuste función de distribución GEV mediante método de los Momentos

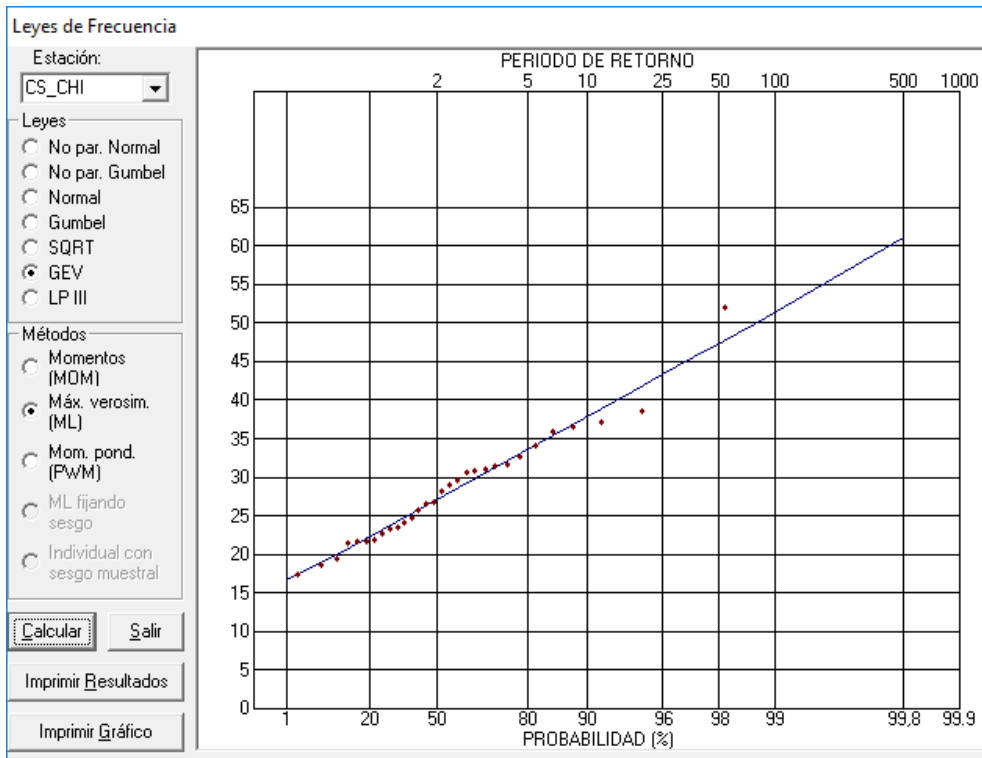


Ilustración 14. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Máxima Verosimilitud.

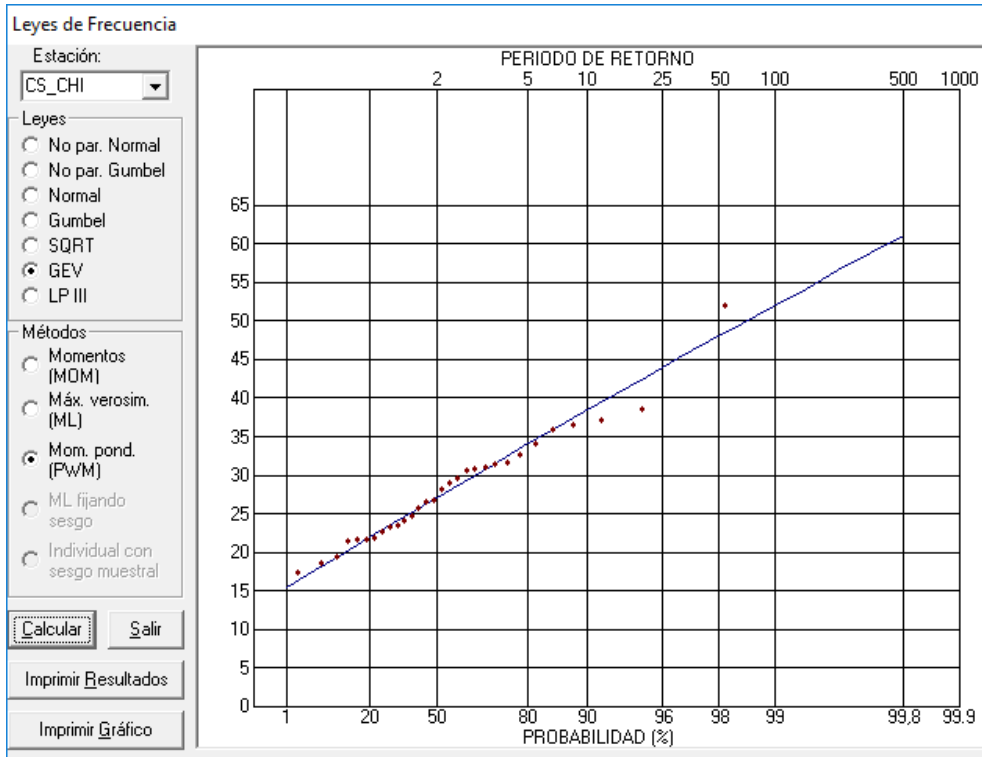


Ilustración 15. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente.

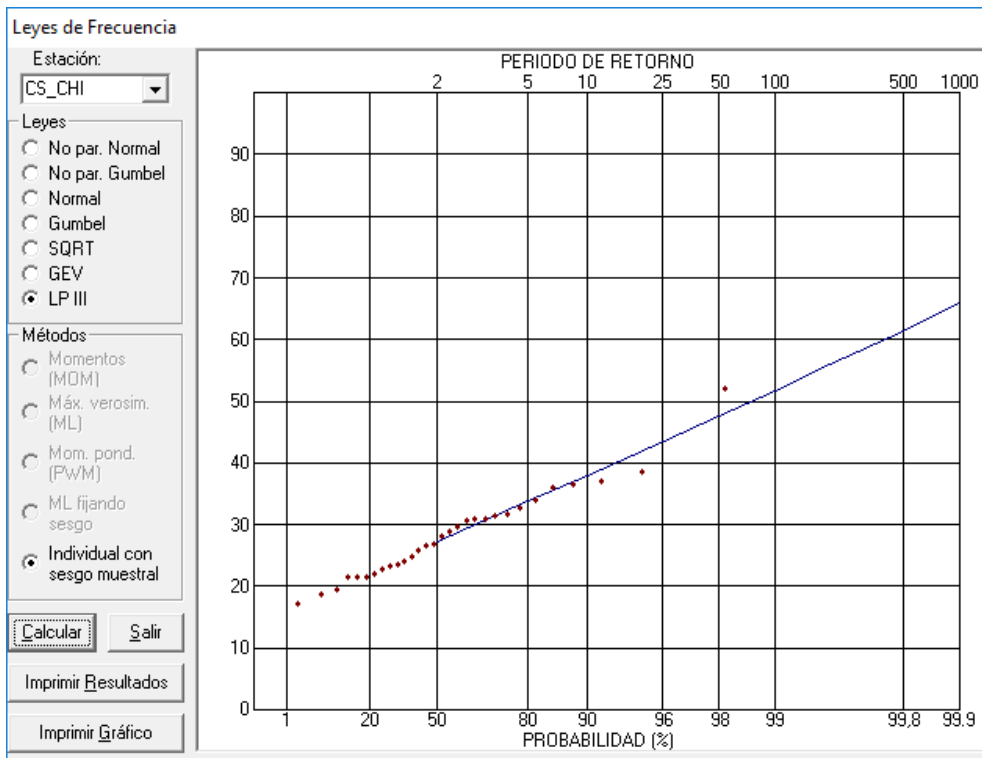


Ilustración 16. Ajuste función de distribución LogPearson tipo III mediante ajuste individual con sesgo muestral.

2.- CUENCA VERTIENTE EDAR BUTARQUE

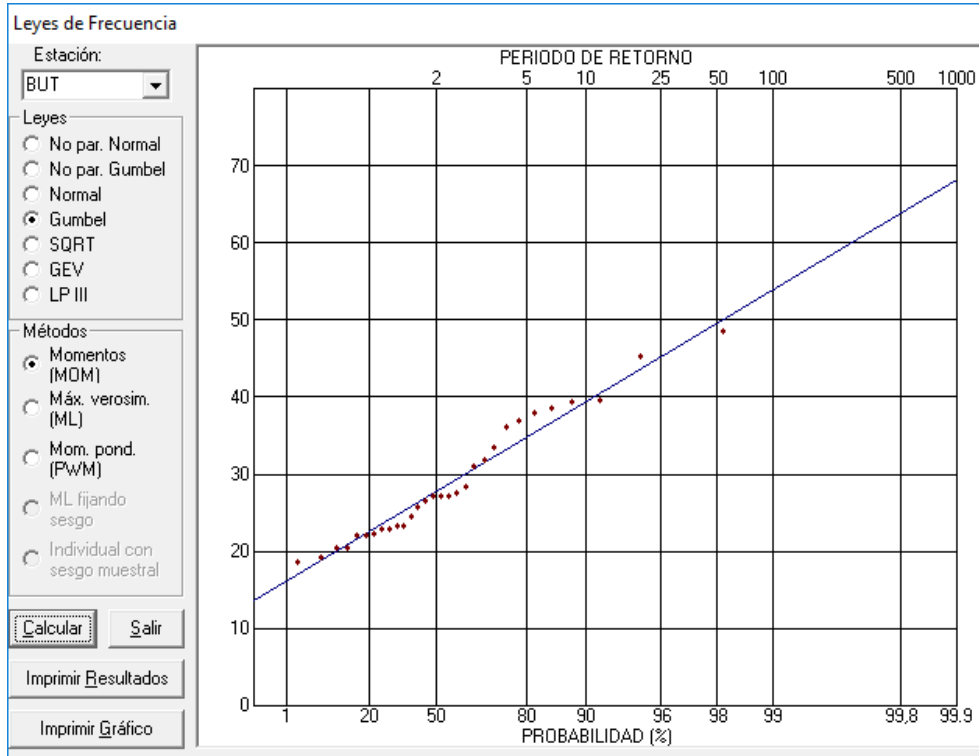


Ilustración 17. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de los Momentos.

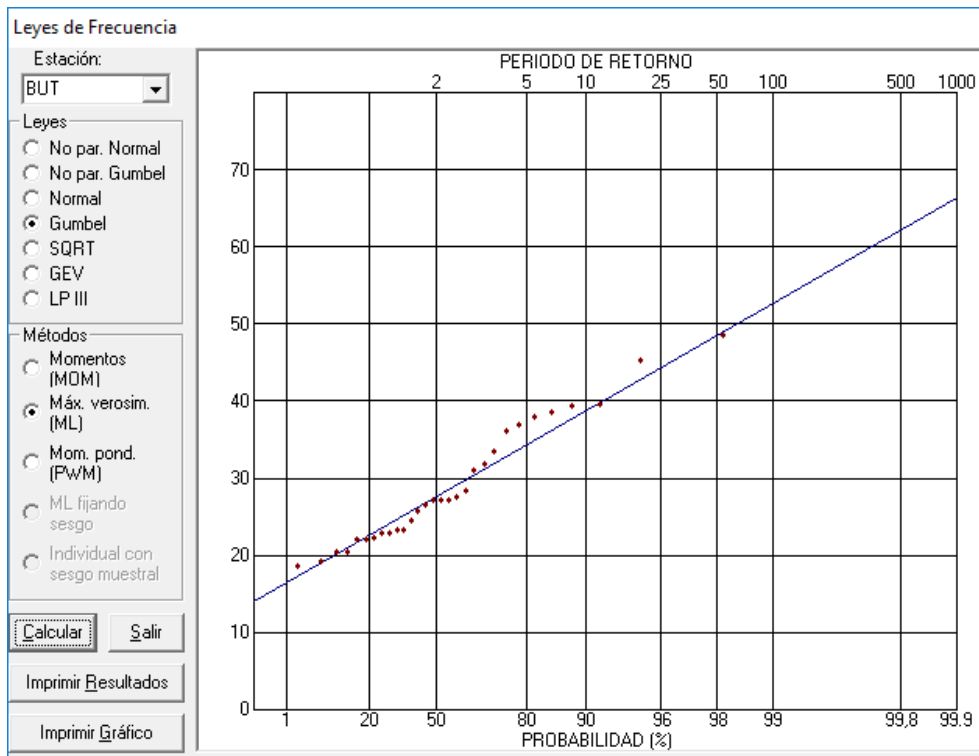


Ilustración 18. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Máxima Verosimilitud.

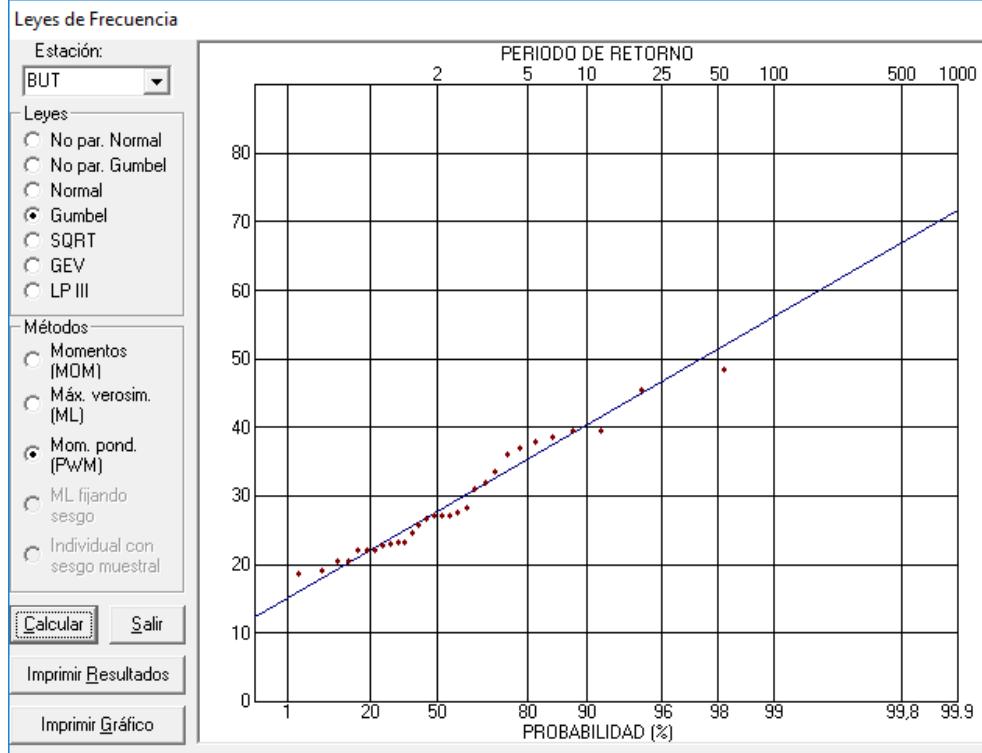


Ilustración 19. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente.

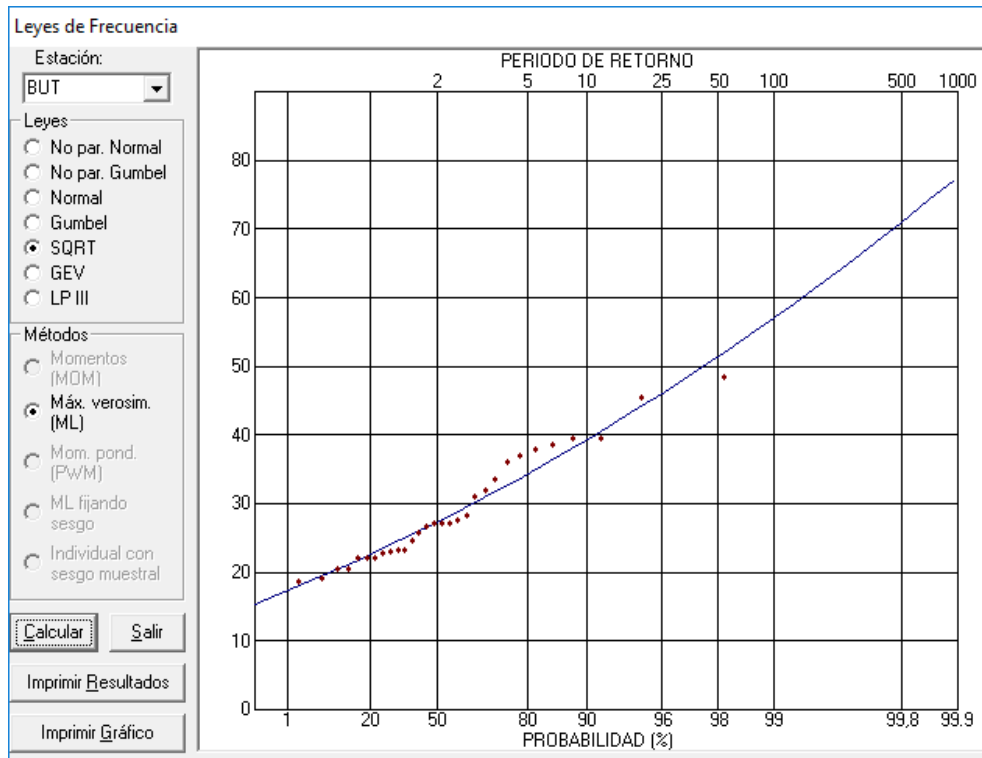


Ilustración 20. Ajuste función de distribución SQRT mediante método de Máxima Verosimilitud.

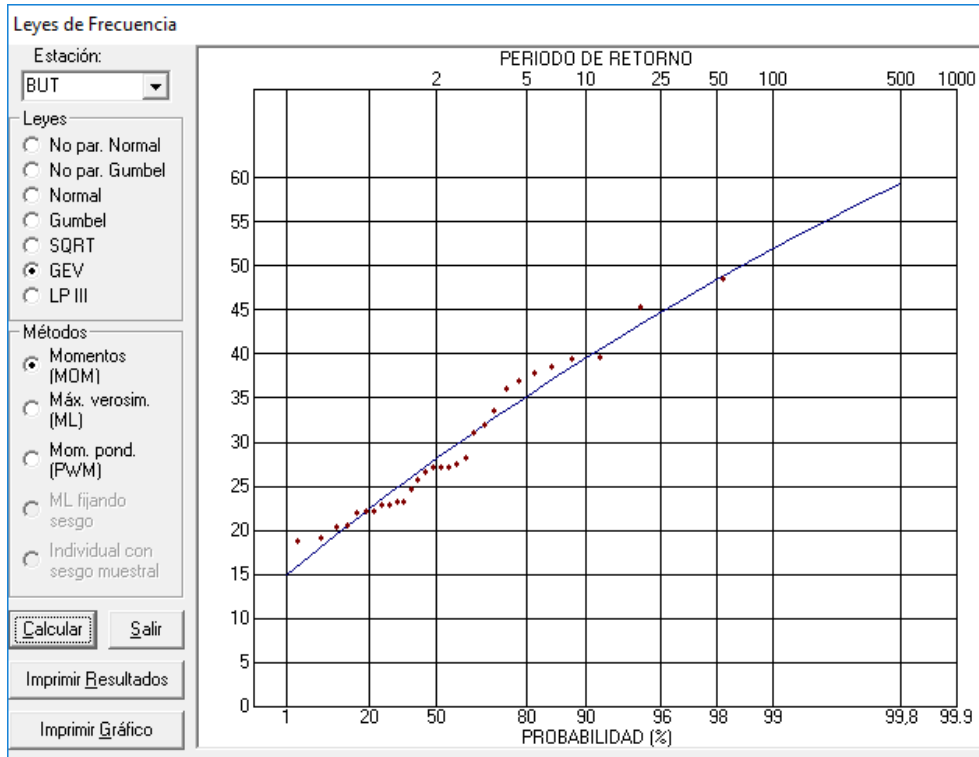


Ilustración 21. Ajuste función de distribución GEV mediante método de los Momentos.

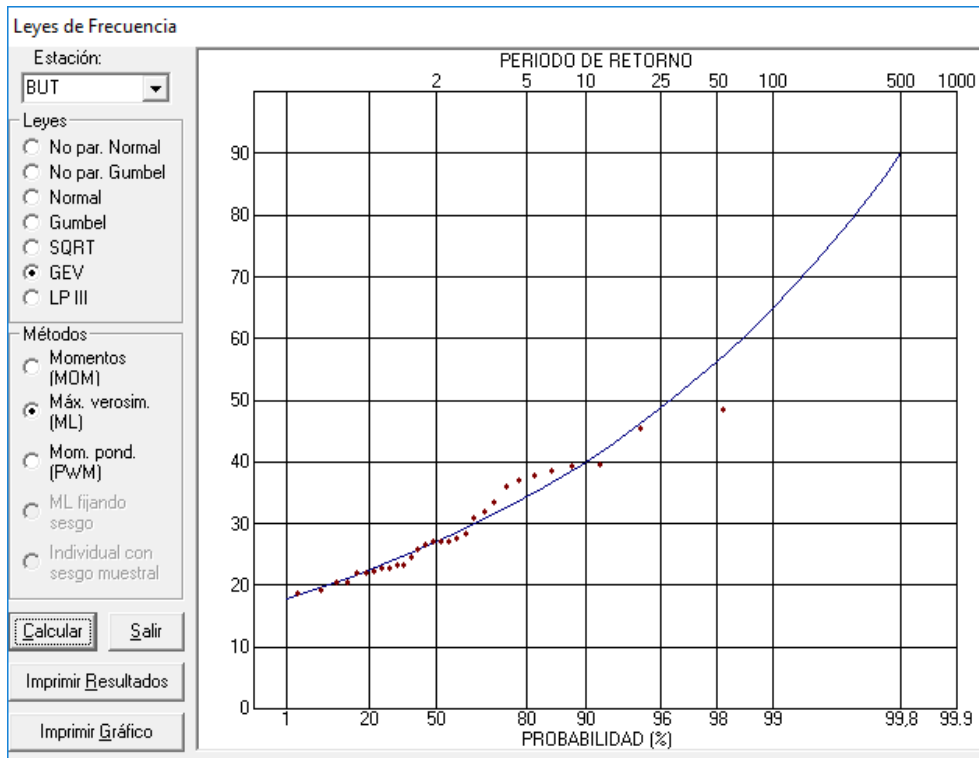


Ilustración 22. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Máxima Verosimilitud.

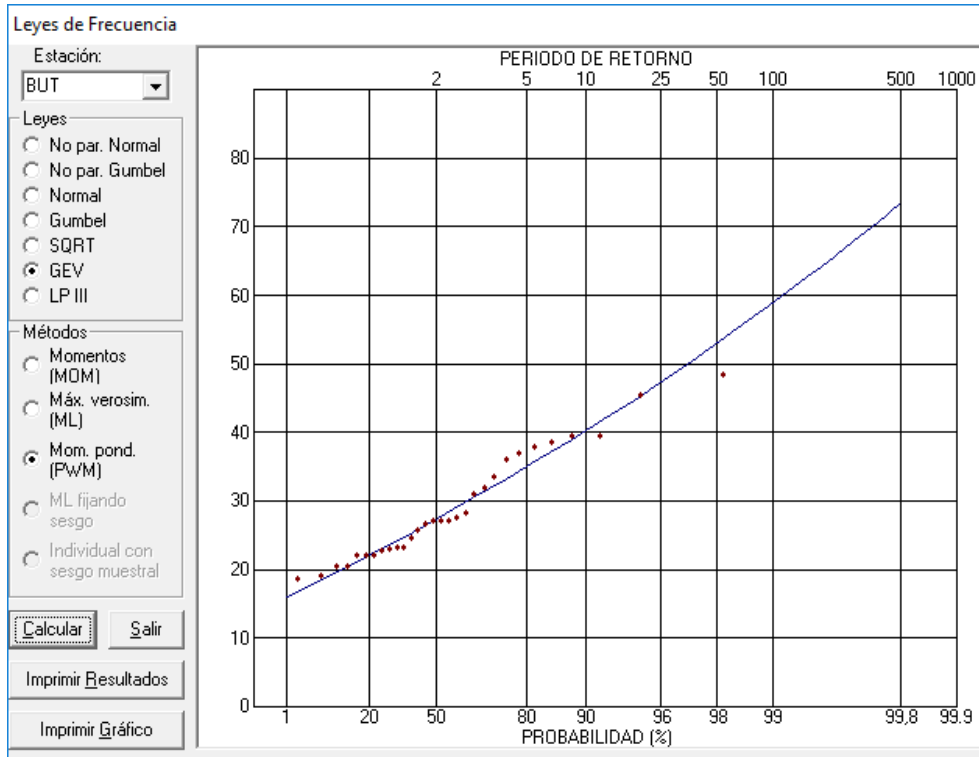


Ilustración 23. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente.

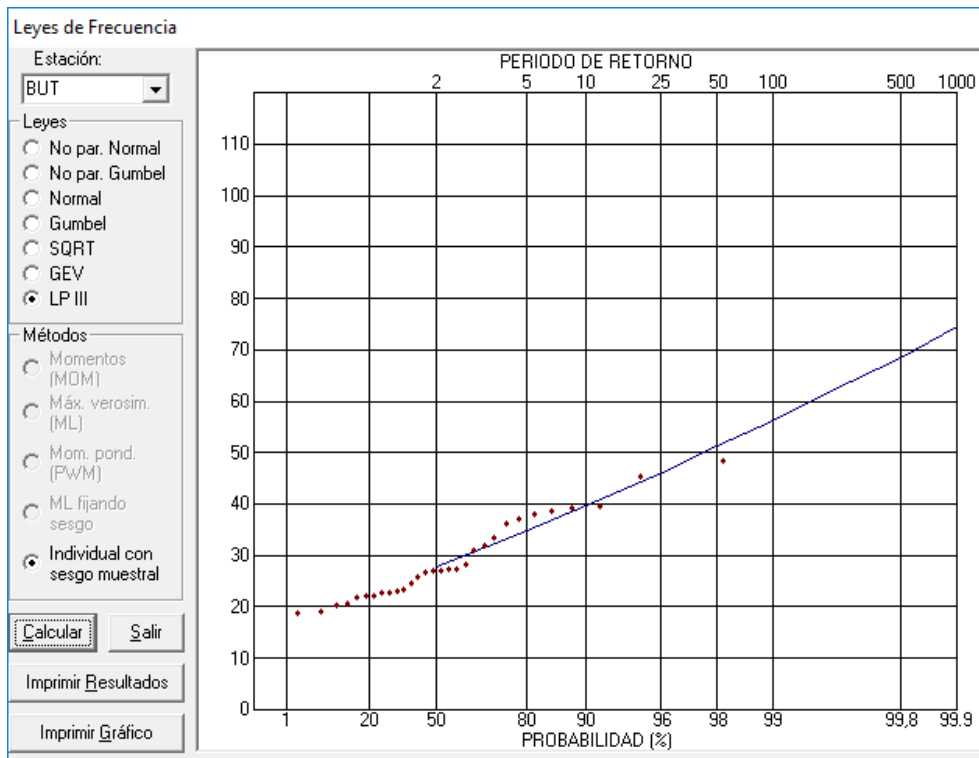


Ilustración 24. Ajuste función de distribución LogPearson tipo III mediante ajuste individual con sesgo muestral.

3.- CUENCA VERTIENTE EDAR SUR

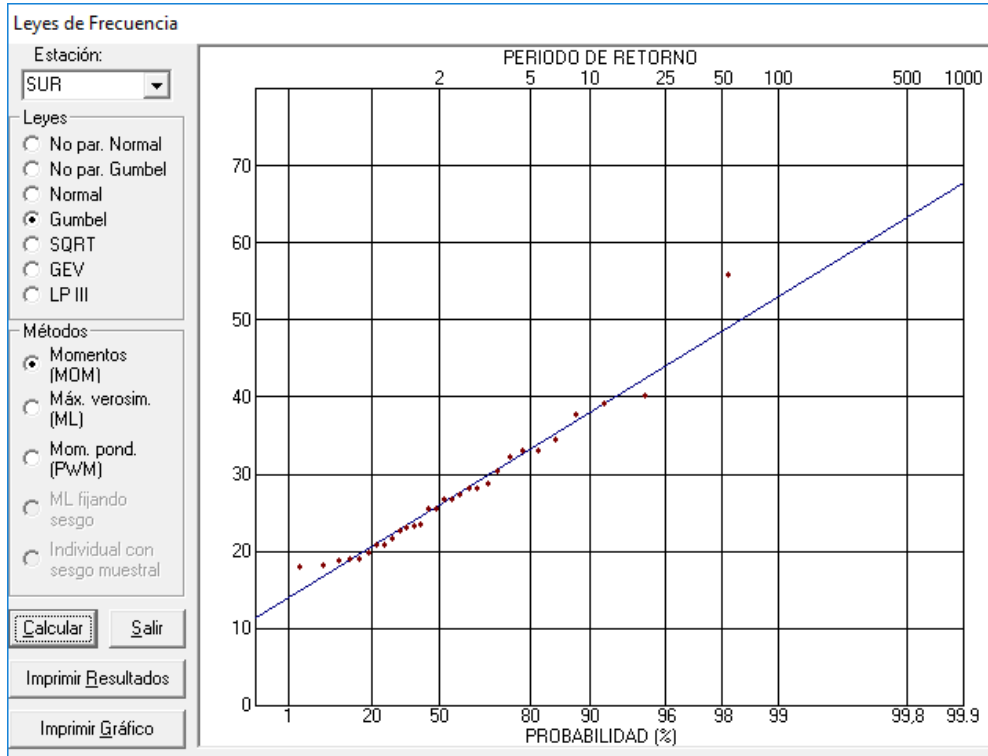


Ilustración 25. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de los Momentos.

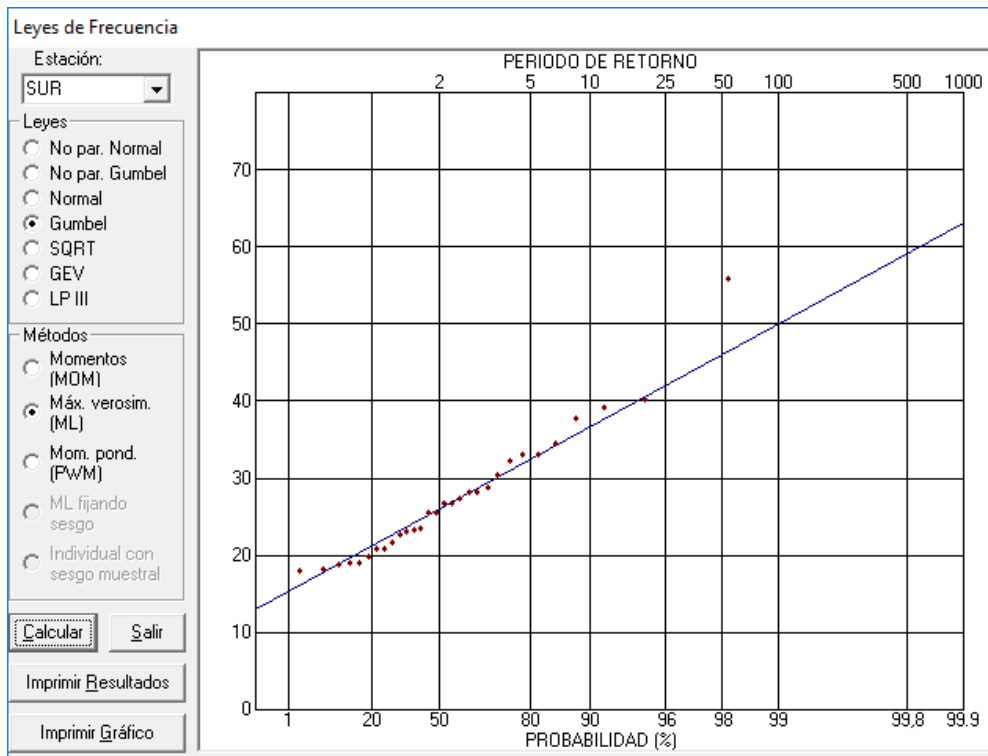


Ilustración 26. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Máxima Verosimilitud.

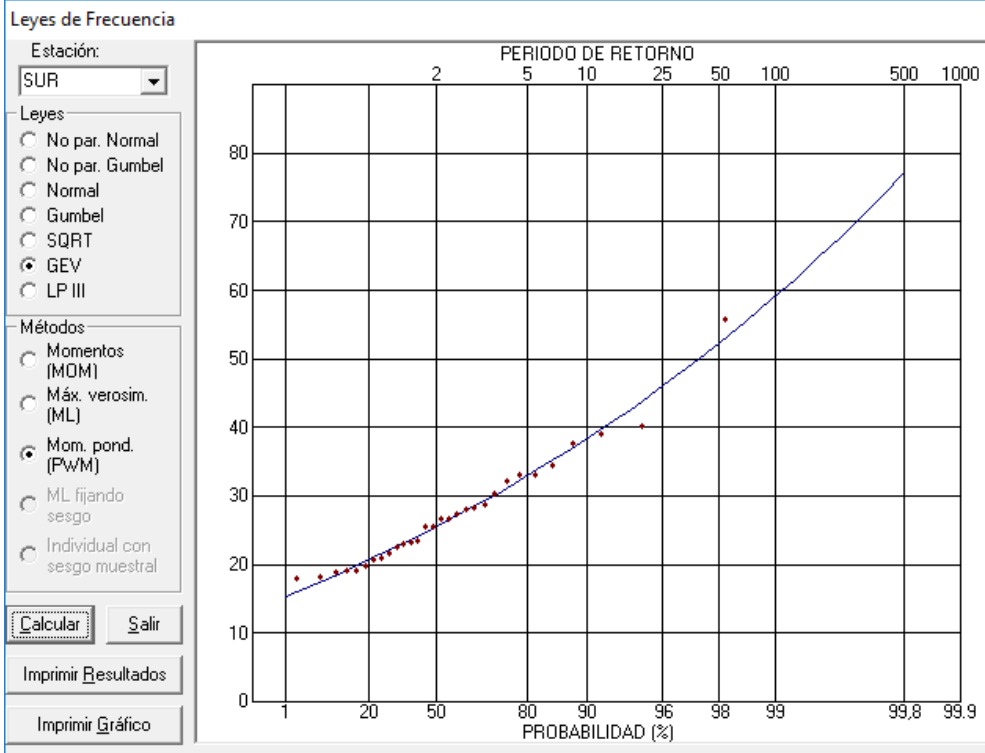


Ilustración 27. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente.

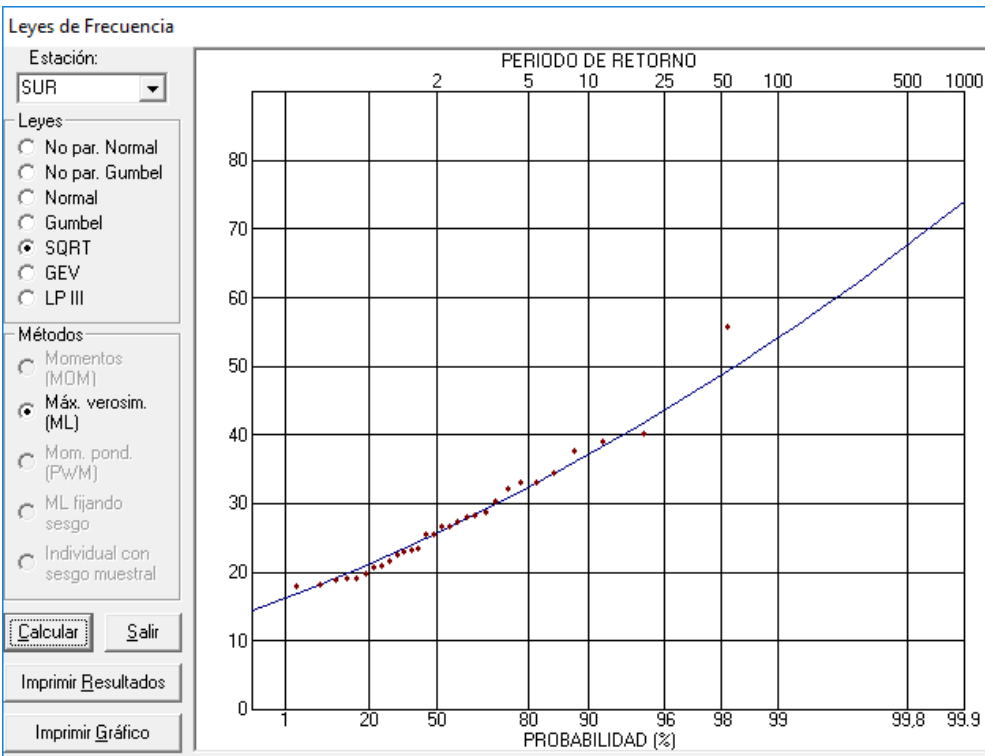


Ilustración 28. Ajuste función de distribución SQRT mediante método de Máxima Verosimilitud.

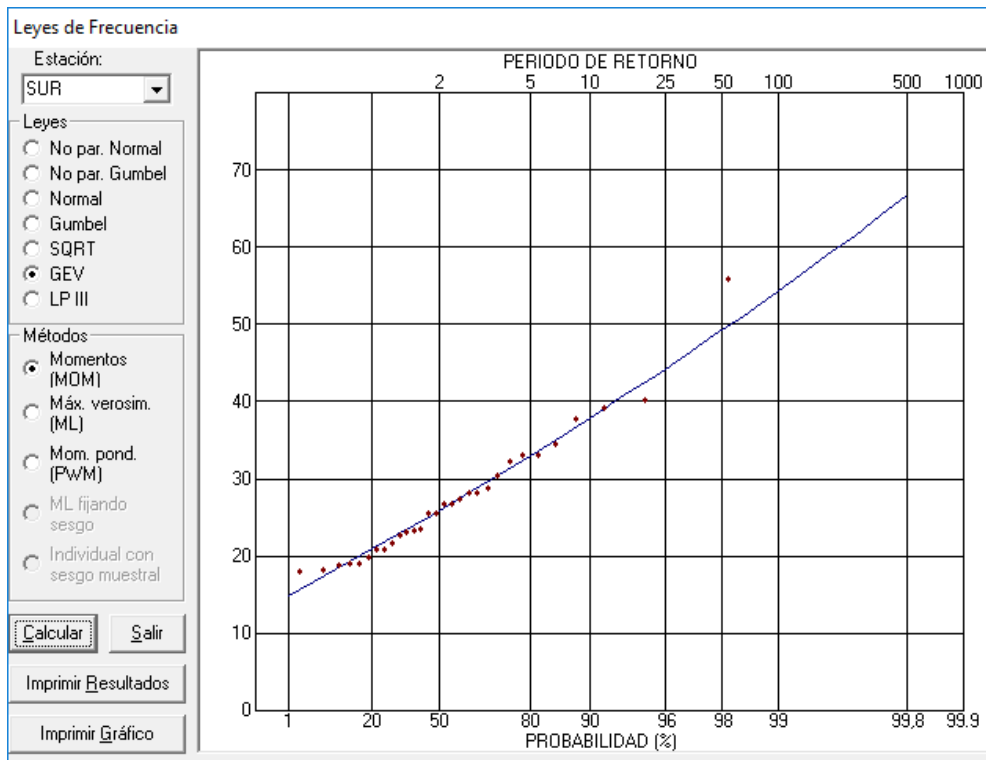


Ilustración 29. Ajuste función de distribución GEV mediante método de los Momentos

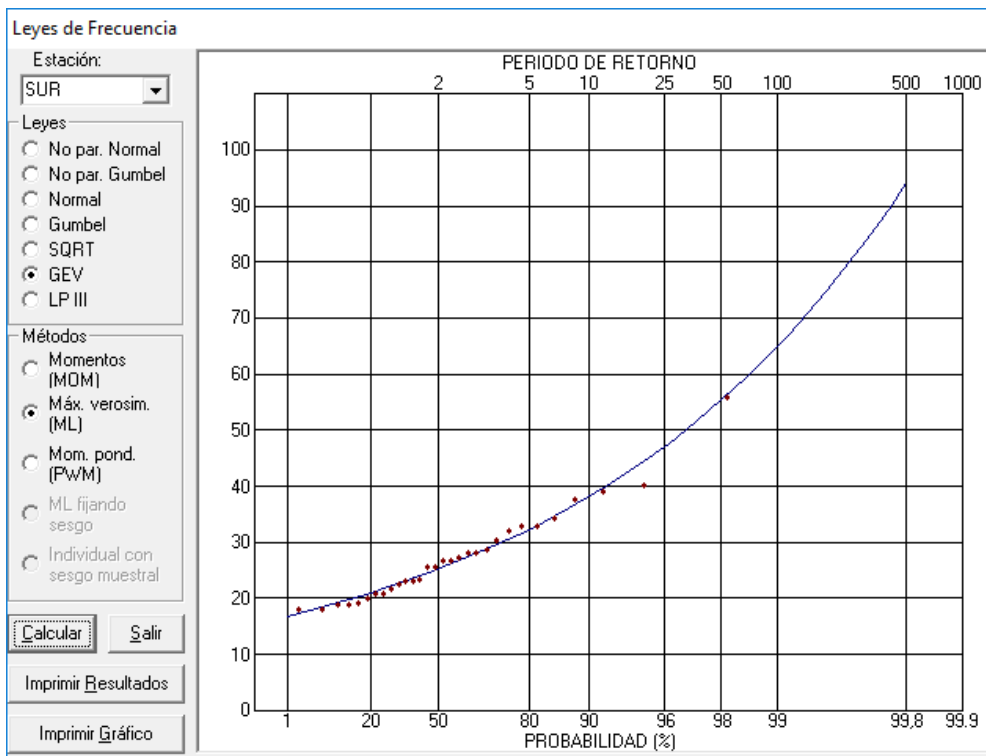


Ilustración 30. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Máxima Verosimilitud

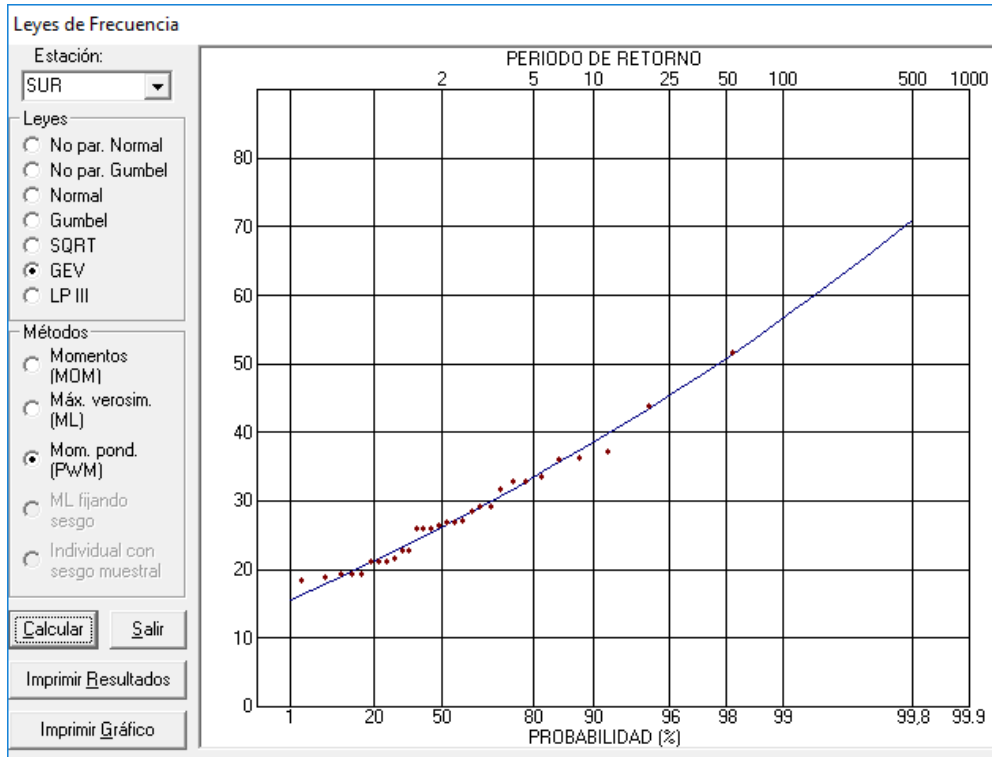


Ilustración 31. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente

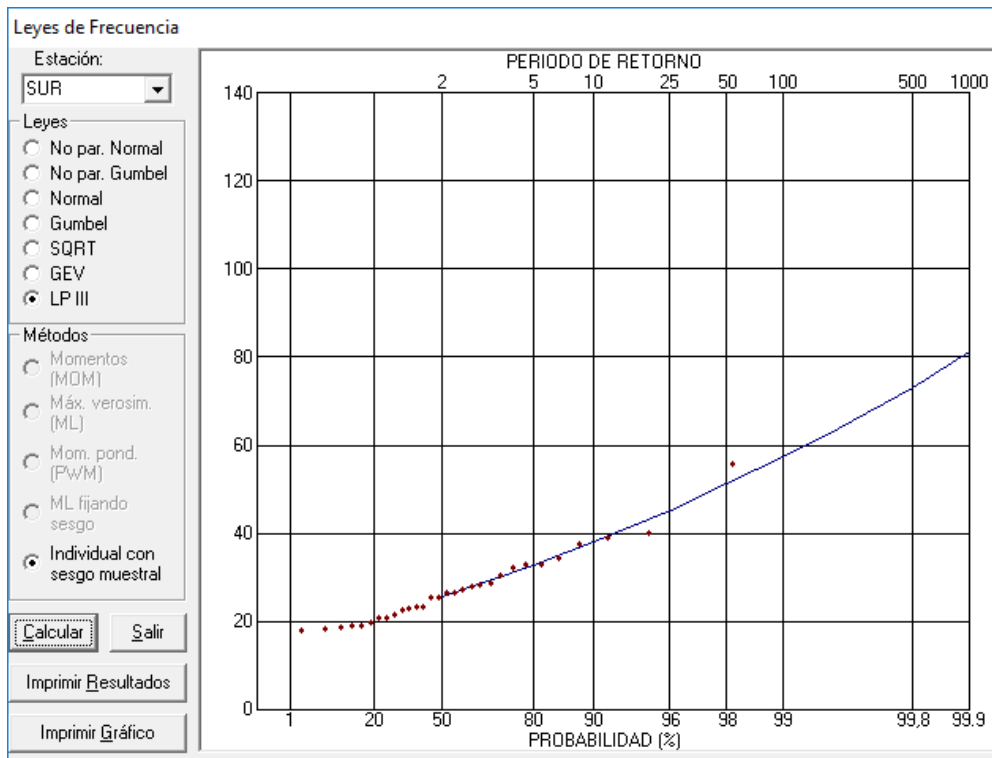


Ilustración 32. Ajuste función de distribución LogPearson tipo III mediante ajuste individual con sesgo muestral.

4.- CUENCA VERTIENTE EDAR GAVIA

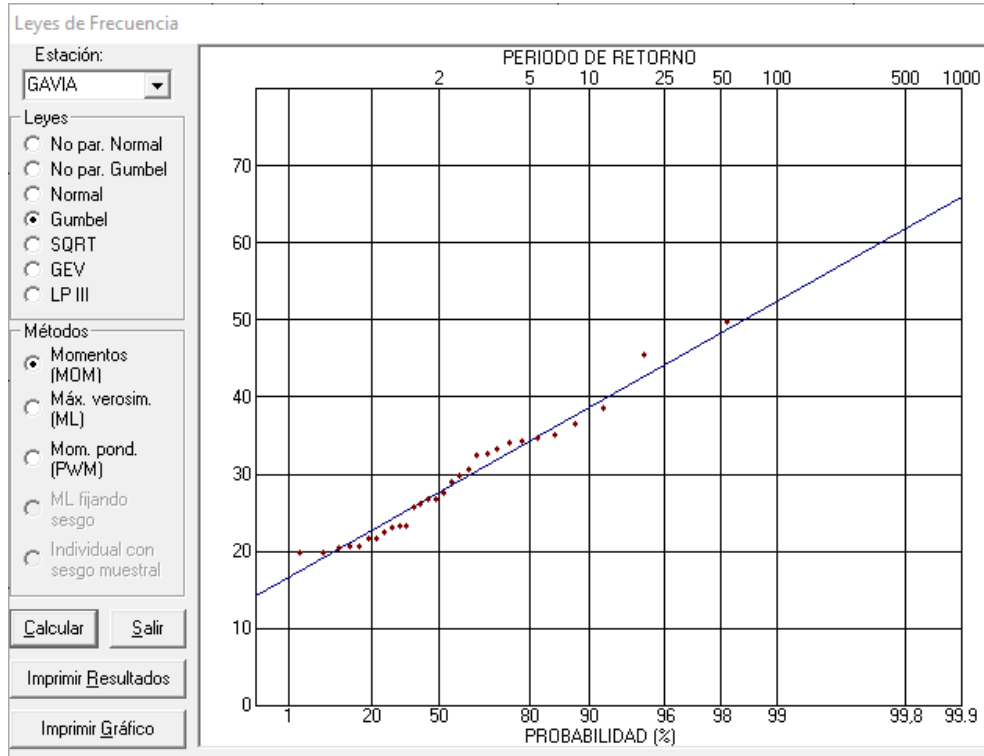


Ilustración 33. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de los Momentos.

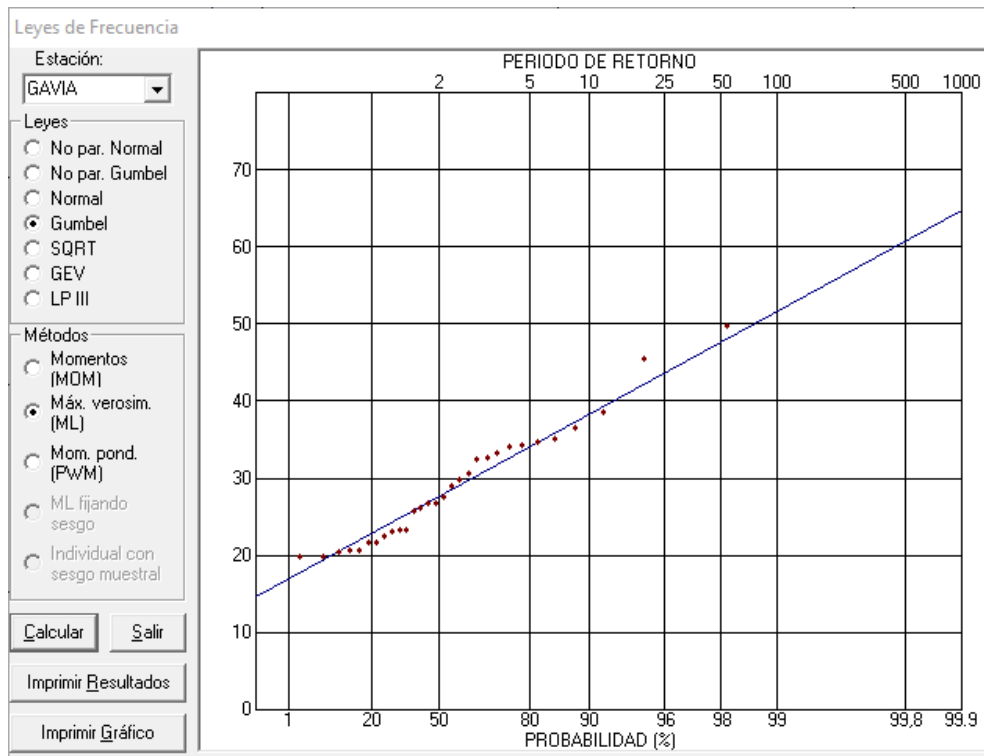


Ilustración 34. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Máxima Verosimilitud.

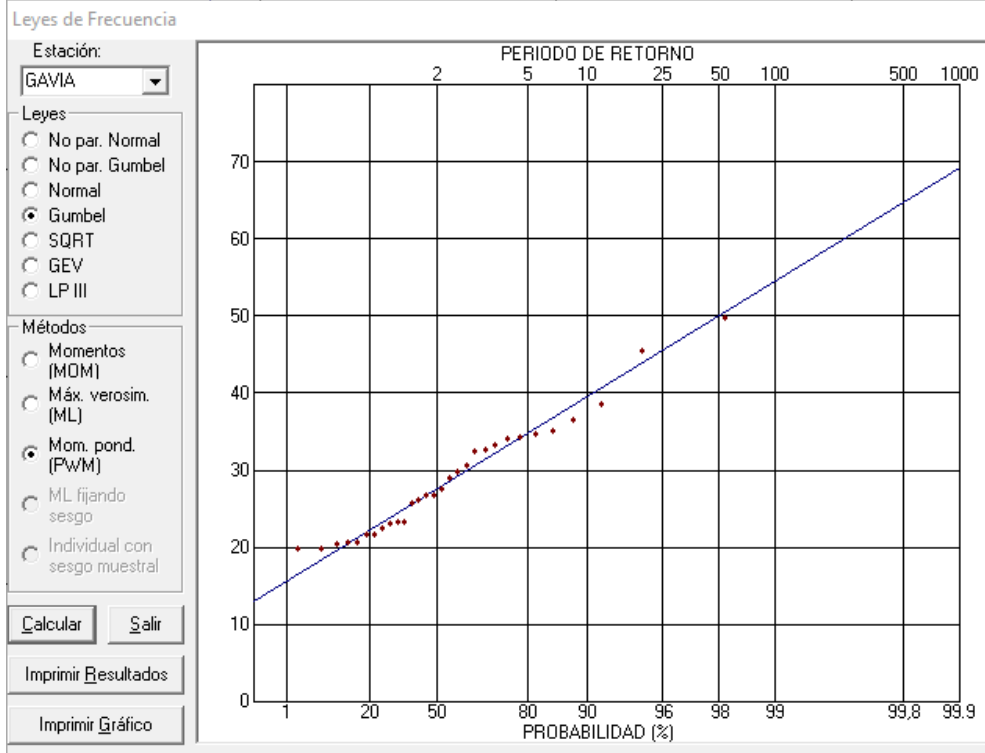


Ilustración 35. Ajuste función de distribución Gumbel mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente.

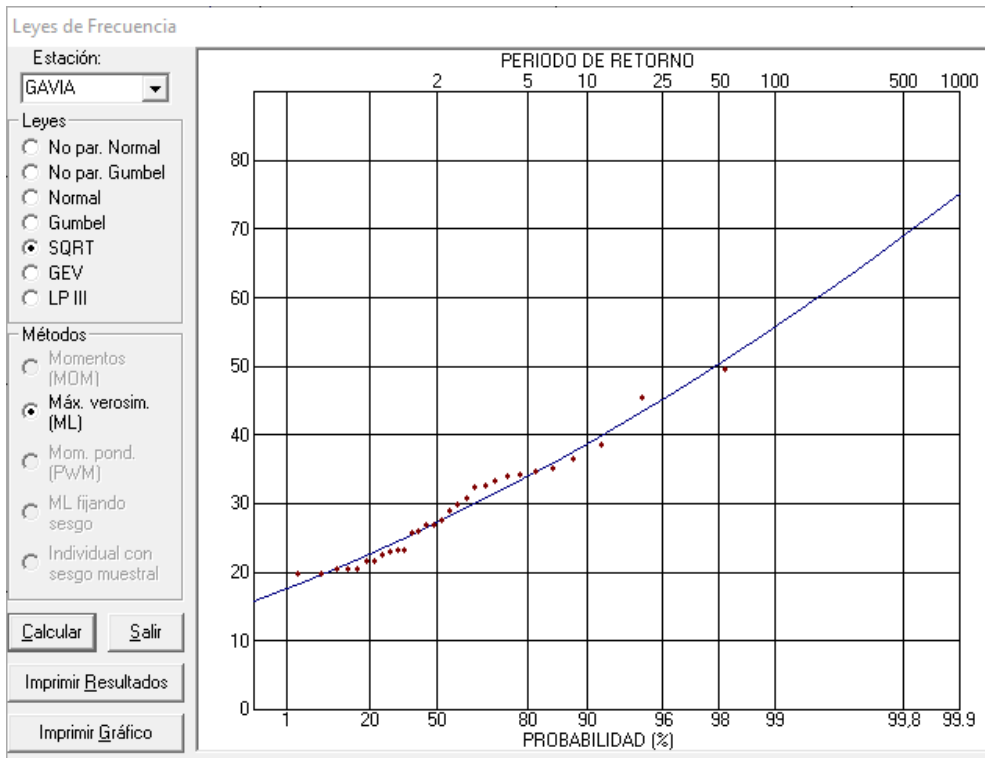


Ilustración 36. Ajuste función de distribución SQRT mediante método de Máxima Verosimilitud.

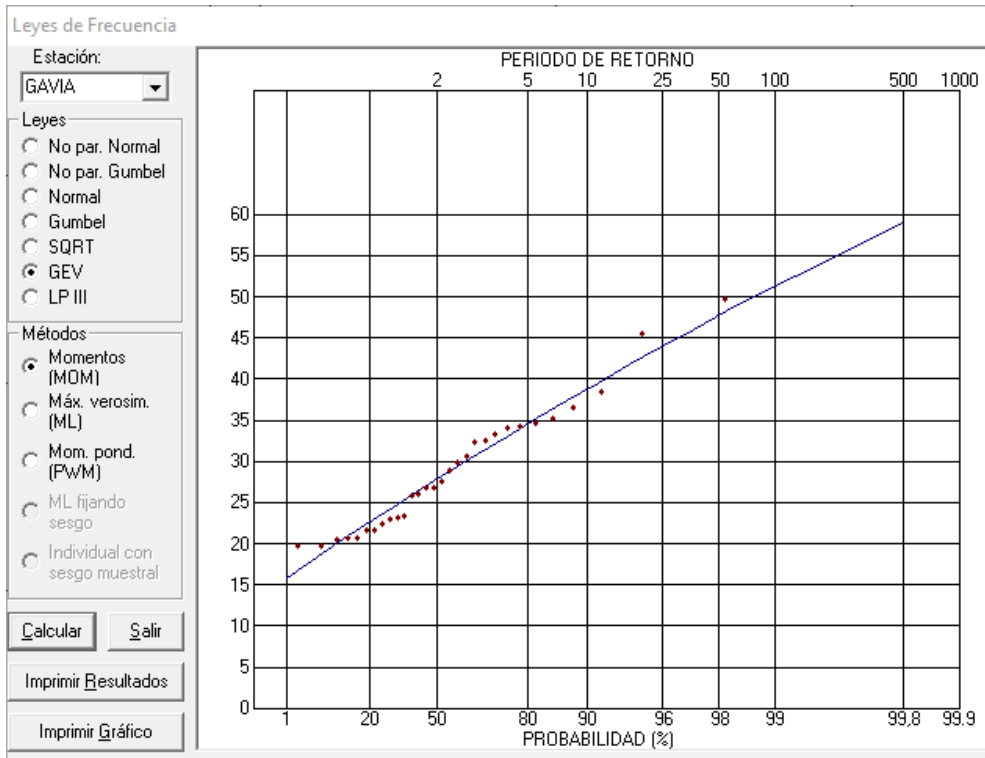


Ilustración 37. Ajuste función de distribución GEV mediante método de los Momentos.

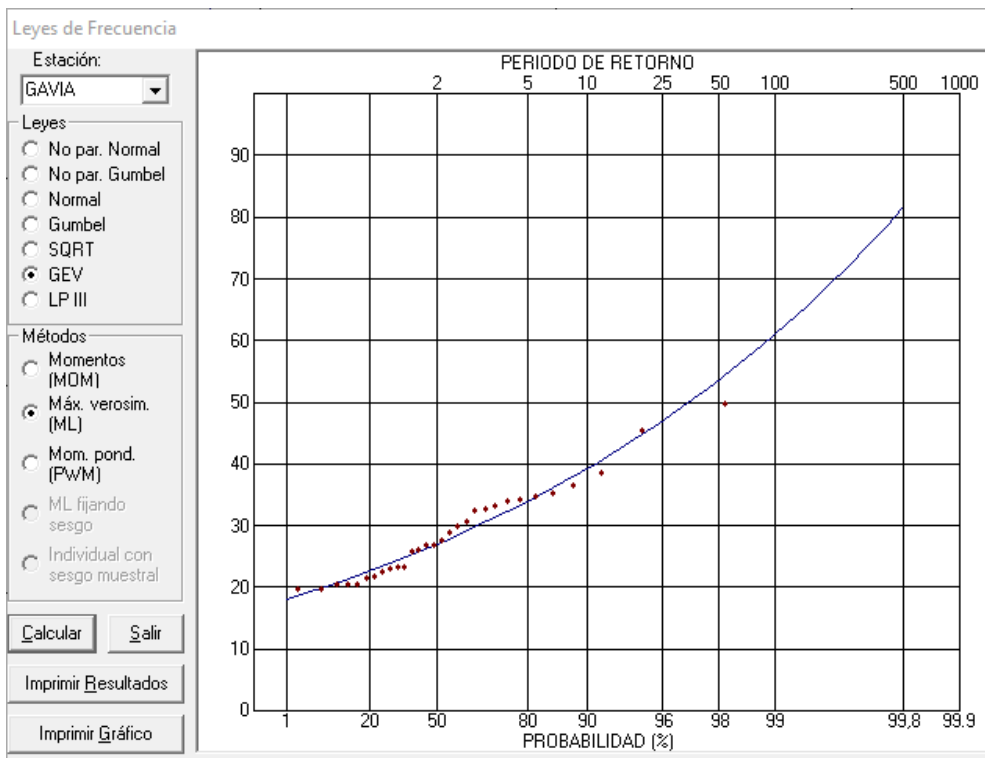


Ilustración 38. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Máxima Verosimilitud.

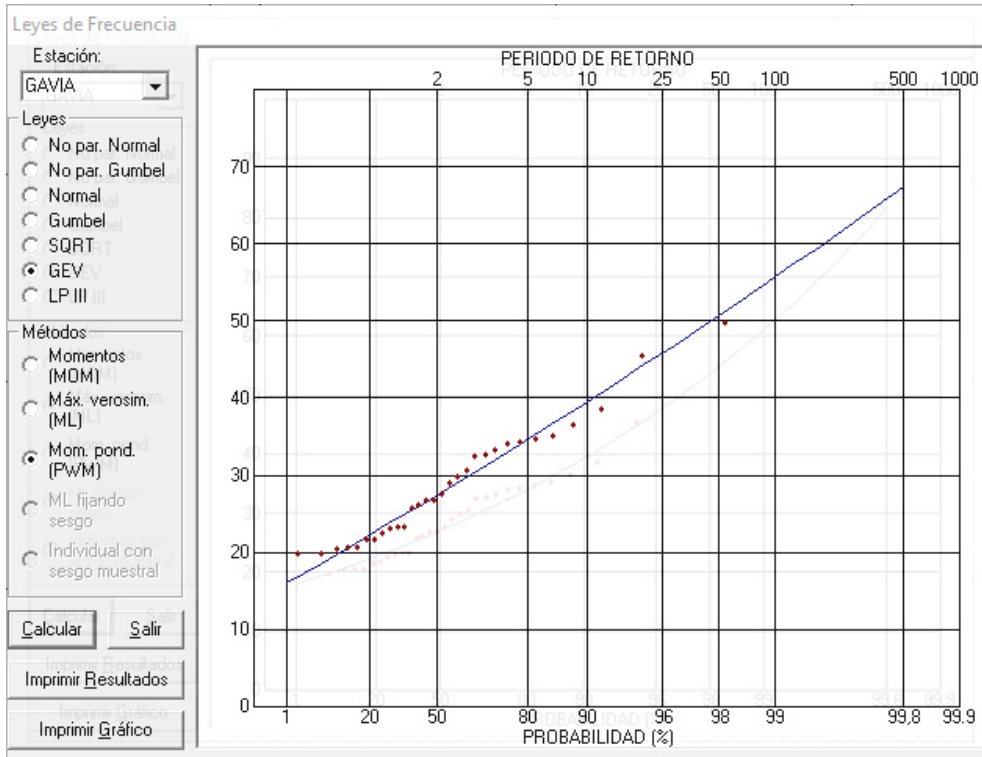


Ilustración 39. Ajuste función de distribución GEV mediante método de Momentos Ponderados Probabilísticamente.

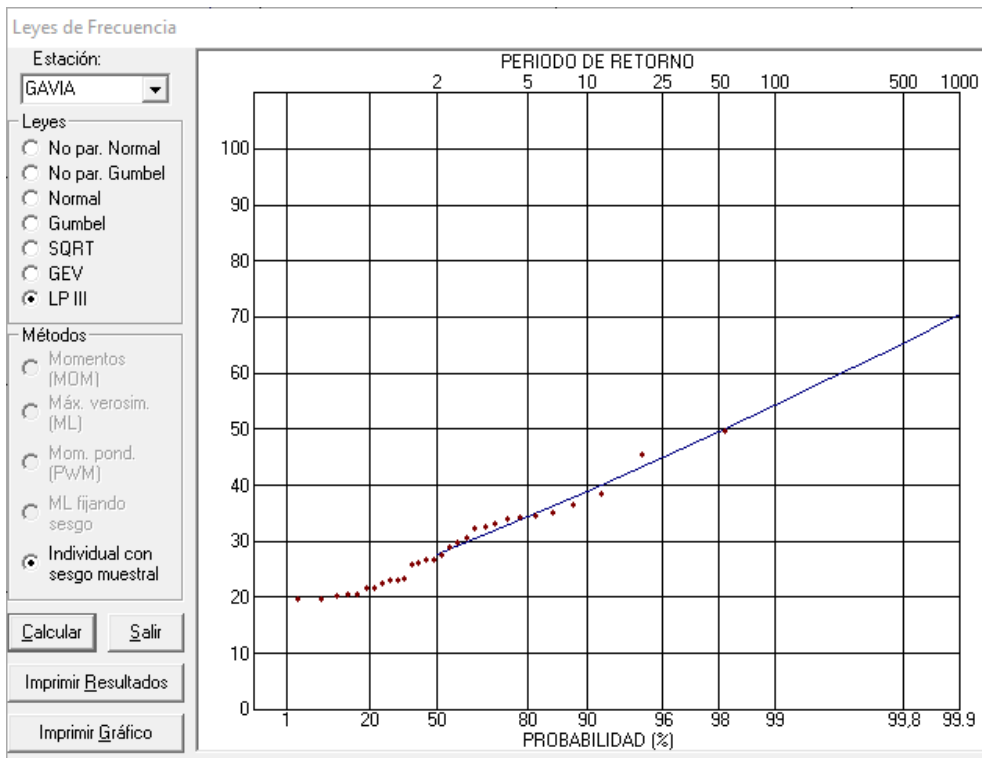


Ilustración 40. Ajuste función de distribución LogPearson tipo III mediante ajuste individual con sesgo muestral.



ANEJO N°7. POBLACIÓN Y CAUDALES

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
DISCRETIZACIÓN DE LA POBLACIÓN.....	3
2.- CENSO DE POBLACIÓN	5
3.- PLANEAMIENTO VIGENTE Y DESARROLLOS URBANÍSTICOS.....	11
4.- ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN EN EL AÑO HORIZONTE	12
5.- DETERMINACIÓN DE CAUDALES UNITARIOS VERTIDOS.....	14
6.- CÁLCULO DE CAUDALES.....	17
6.1.- CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES POR CUENCA EN TIEMPO SECO	17
6.2.- COEFICIENTES DE PUNTA ACTUALES	20



1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la estimación de los volúmenes de aguas residuales que, a través del sistema de colectores, llegan a las estaciones depuradoras de aguas residuales de Viveros de la Villa, La China, Butarque y Sur. En estos momentos y en el año horizonte del estudio.

En primer lugar, se analiza la distribución de población en los diferentes distritos, y con el crecimiento que tienen asociado se realiza una prognosis para un año horizonte, en este caso 2050. La caracterización de la población se realiza en base a las estadísticas que se encuentran disponibles en el banco de datos de la web del Ayuntamiento de Madrid, y en el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

Seguidamente, una vez realizado el pronóstico, se está en disposición de poder obtener los caudales de aguas residuales de las cuencas de vertido a cada una de las EDAR.

DISCRETIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

El análisis poblacional se desarrolla en base a la distribución de la población en los diferentes distritos a los que afecta la remodelación de las EDAR, teniendo cada uno de ellos un crecimiento asociado, según las estadísticas de los últimos años. Dichos distritos, en su totalidad o parcialmente, conforman las cuencas vertientes de cada una de las EDAR objeto del estudio, quedando éstas delimitadas por el trazado de los colectores presentes en la red de saneamiento.

Se determina qué distritos pertenecen a cada cuenca y la proporción de población asociada para obtener la población que le corresponde a cada una de ellas (Tabla 1). En la Ilustración 1, se observan las cuencas vertientes y los distritos de Madrid.

DISTRITO/MUNICIPIO	VIVEROS	LA CHINA	BUTARQUE	SUR
Arganzuela		100,00%		
Carabanchel			100,00%	
Centro		100,00%		
Chamartín	9,89%	90,11%		
Chamberí		100,00%		
Ciudad Lineal		90,48%		
Fuencarral_El Pardo	74,32%			
Hortaleza		3,64%		
Latina			100,00%	
Moncloa-Aravaca	73,19%	14,60%	37,13%	
Moratalaz		69,43%		
Pozuelo de Alarcón	80,00%		20,00%	
Puente de Vallecas		70,04%		
Retiro		100,00%		
Salamanca		100,00%		
San Blas-Canillejas		0,16%		
Tetuán	47,78%	52,22%		
Usera			100,00%	
Villa de Vallecas		0,84%		36,13%
Villaverde			100,00%	

Tabla 1. Proporción de distritos por cuencas vertientes.



Ilustración 1. Cuencas vertientes de las EDAR y distritos de Madrid



2.- CENSO DE POBLACIÓN

El análisis de la población se realiza exclusivamente en aquellos que vierten de forma total o parcial a las EDAR de Viveros de la Villa, La China, Butarque y Sur, quedando exentos en su totalidad los distritos de Barajas y Vicálvaro que vierten a las EDAR de Rejas, Valdebebas, La Gavia y Suroriental.

Además de los distritos de Madrid, se incorpora el municipio de Pozuelo de Alarcón, ya que en la nueva propuesta de saneamiento parte de sus aguas residuales serán enviadas a la EDAR Butarque.

Los datos de los distritos, que se muestran a continuación (Tabla 2), se han obtenido del banco de datos del Ayuntamiento de Madrid, concretamente de las series anuales de estructura de la población, que incluyen datos del padrón municipal por distritos desde 1986 hasta 2017. En el caso del municipio de Pozuelo de Alarcón, se han obtenido del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

Finalmente, se aporta el total de habitantes de los distritos objeto del estudio, mostrando una gráfica (Ilustración 2) donde se aprecian las variaciones a lo largo del período 1986-2017. En la Tabla 3 se observan, claramente, los efectos de las crisis económicas de 1993 y 2008, ya que provocan un descenso acentuado durante unos 5 años en ambos casos.

Atendiendo a estas variaciones, se hace notar que la población en Madrid no es estable, está muy ligada a factores socio-económicos, por lo que en el futuro existe una alta probabilidad de que tenga un comportamiento similar.

	ARGAN ZUELA	CARA BAN CHEL	CEN TRO	CHA MARTÍN	CHAM BERÍ	CIUDAD LINEAL	HORTA LEZA	FUEN CA RRAL- EL PARDO	LATINA	MON CLOA- ARAVA CA	MORA TALAZ	POZUE LO DE ALAR CÓN	PUEN TE DE VALLE CAS	RETIRO	SALAM ANCA	SAN BLAS- CANI LLEJAS	TE TUÁN	USERA	VILLA DE VALLE CAS	VILLA VERDE
Año	Hab.																			
1986	119.398	240.325	143.677	146.770	168.835	226.844	134.938	196.280	282.584	105.910	105.416	35.988	224.970	128.351	166.693	134.080	155.236	124.277	54.962	127.463
1987	120.783	242.887	146.302	150.133	172.721	229.320	137.274	199.415	285.016	108.093	106.082	36.551	226.135	130.613	170.028	135.675	156.959	125.620	56.815	128.412
1988	120.901	241.208	146.495	150.799	172.671	229.571	138.226	201.655	283.224	108.633	106.183	38.889	228.667	131.020	169.275	135.401	156.542	125.399	56.351	127.862
1989	120.690	240.630	147.331	152.065	172.969	229.733	138.854	203.922	281.380	109.280	105.814	40.515	228.945	131.793	169.356	134.927	156.358	125.718	57.070	128.013
1990	121.128	240.854	147.911	152.996	173.039	230.613	140.121	207.239	281.062	110.060	106.360	42.504	229.891	132.439	169.585	134.380	156.254	125.472	58.216	128.402
1991	116.718	234.220	136.125	145.662	160.942	225.474	138.260	206.499	272.240	105.377	105.341	48.328	224.698	127.832	156.082	127.938	147.318	120.582	59.488	124.785
1992	116.960	234.215	136.972	146.214	161.167	225.960	138.789	207.504	271.652	105.826	105.711	50.800	225.282	127.709	156.657	128.762	147.425	120.664	59.856	124.941
1993	118.119	233.935	139.703	147.679	162.457	226.608	140.075	209.849	270.973	107.088	107.184	53.339	227.338	128.817	158.312	128.712	148.052	121.188	60.578	125.286
1994	118.555	233.297	140.186	149.073	162.294	226.387	140.323	210.810	269.366	107.764	107.395	56.149	228.559	129.511	158.676	127.920	147.678	120.904	61.012	125.164
1995	118.774	230.622	139.010	148.960	160.622	225.128	141.308	210.066	267.010	107.579	106.958	57.780	230.313	129.303	157.657	126.475	146.488	119.833	61.142	126.463
1996	114.700	217.868	122.615	135.301	144.889	213.705	140.517	199.253	255.741	102.022	105.456	60.120	224.882	120.445	142.001	119.395	135.367	113.706	60.383	123.476
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	119.514	217.298	125.140	137.503	145.705	215.402	142.419	202.172	254.186	104.333	105.153	62.010	227.629	121.116	143.380	121.676	135.910	113.699	61.403	124.540
1999	122.385	215.390	126.061	137.706	145.682	214.924	143.335	204.000	251.558	105.244	104.589	64.778	226.955	121.652	143.547	125.427	135.742	112.650	61.184	123.861
2000	123.427	213.405	126.708	136.967	144.483	214.807	143.842	203.788	249.105	106.154	104.942	66.298	225.421	121.574	143.090	129.052	135.210	112.180	61.041	123.629
2001	130.829	220.198	133.809	138.941	147.498	223.745	146.493	206.793	253.014	109.637	106.596	68.470	228.548	123.736	146.168	133.247	140.951	116.037	62.132	126.501
2002	137.022	226.138	139.431	139.987	144.700	227.799	148.035	207.748	255.545	112.278	107.405	71.246	232.520	124.888	147.350	137.445	144.700	121.130	62.978	130.417
2003	143.867	233.602	146.443	142.626	151.230	232.846	151.746	210.583	258.667	116.531	108.248	72.662	237.899	126.477	149.264	143.405	149.200	124.665	64.177	135.540
2004	146.402	237.093	150.159	142.735	151.766	233.730	152.483	209.361	259.199	118.297	107.877	75.079	240.917	126.283	151.366	146.963	150.834	129.015	65.162	140.205
2005	146.833	239.782	148.714	141.302	150.810	231.029	153.848	206.688	257.431	118.815	106.858	78.083	241.661	126.058	150.775	148.985	150.379	132.145	65.842	143.388
2006	148.797	246.076	149.718	142.045	150.631	231.364	158.221	209.255	258.761	119.322	106.344	79.581	243.474	125.978	151.254	151.912	152.615	135.876	66.846	146.859
2007	149.577	248.350	141.396	143.778	145.593	226.805	161.661	212.710	256.644	117.356	104.923	79.826	241.907	124.530	146.763	153.128	152.206	136.391	67.163	146.184
2008	152.744	253.678	142.270	145.088	145.934	228.171	168.702	220.085	258.476	118.068	104.494	81.365	244.151	124.258	147.707	155.795	154.470	139.594	73.281	148.252
2009	154.345	256.973	143.674	146.347	145.794	229.290	172.388	225.954	258.012	118.724	103.704	82.428	245.180	123.969	147.961	157.367	156.658	141.189	80.711	149.727



SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN LAS AGLOMERACIONES URBANAS DE LA CHINA, BUTARQUE Y SUR

	ARGAN ZUELA	CARA BAN CHEL	CEN TRO	CHA MARTÍN	CHAM BERÍ	CIUDAD LINEAL	HORTA LEZA	FUEN CA RRAL-EL PARDO	LATINA	MON CLOA-ARAVA CA	MORA TALAZ	POZUE LO DE ALAR CÓN	PUEN TE DE VALLE CAS	RETIRO	SALAM ANCA	SAN BLAS-CANI LLEJAS	TE TUÁN	USERA	VILLA DE VALLE CAS	VILLA VERDE
Año	Hab.																			
2010	154.787	256.645	143.908	146.358	145.144	228.835	174.686	229.758	255.402	118.931	102.671	82.804	244.038	123.159	147.735	158.311	157.527	141.755	88.201	149.736
2011	154.717	254.991	142.876	146.117	143.773	225.789	175.648	231.897	251.569	118.705	101.112	82.916	240.988	122.068	147.380	157.298	156.433	140.263	92.365	148.599
2012	153.923	250.800	139.952	145.162	141.394	222.586	174.640	232.924	246.542	117.057	99.766	83.844	237.612	121.146	146.055	155.992	155.764	138.135	95.076	146.462
2013	154.062	247.404	138.400	144.546	141.085	219.013	173.966	233.852	243.603	117.041	97.965	84.474	233.240	120.252	145.623	155.578	155.684	136.063	97.490	144.286
2014	151.608	242.780	134.271	142.684	138.586	214.256	172.705	232.651	237.953	115.713	96.171	84.360	228.739	118.743	143.598	153.372	152.523	133.655	98.767	142.040
2015	150.177	240.230	131.106	141.435	137.286	211.736	174.343	232.889	234.222	115.901	94.813	84.558	226.135	117.934	142.388	152.447	150.860	132.744	99.636	140.599
2016	151.520	242.000	132.644	142.610	137.532	212.431	177.738	235.482	234.015	116.689	94.607	84.989	227.195	118.559	143.244	153.411	152.545	134.015	102.140	141.442
2017	151.965	243.998	131.928	143.424	137.401	212.529	180.462	238.756	233.808	116.903	94.197	85.605	227.595	118.516	143.800	154.357	153.789	134.791	104.421	142.608

Tabla 2. Población en los distintos distritos de Madrid. Fuente: Ayuntamiento de Madrid e Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

Población total	
Año	Hab.
1986	3.022.997
1987	3.064.834
1988	3.068.972
1989	3.075.363
1990	3.088.526
1991	2.983.909
1992	2.993.066
1993	3.015.292
1994	3.021.023
1995	3.011.491
1996	2.851.842
1997	-
1998	2.880.188
1999	2.886.670
2000	2.885.123
2001	2.963.343
2002	3.018.762
2003	3.099.678
2004	3.134.926
2005	3.139.426
2006	3.174.929
2007	3.156.891
2008	3.206.583
2009	3.240.395
2010	3.250.391
2011	3.235.504
2012	3.204.832
2013	3.183.627
2014	3.135.175
2015	3.111.439
2016	3.134.808
2017	3.150.853

Tabla 3. Población total en los distritos del estudio. Fuente: Ayuntamiento de Madrid e Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

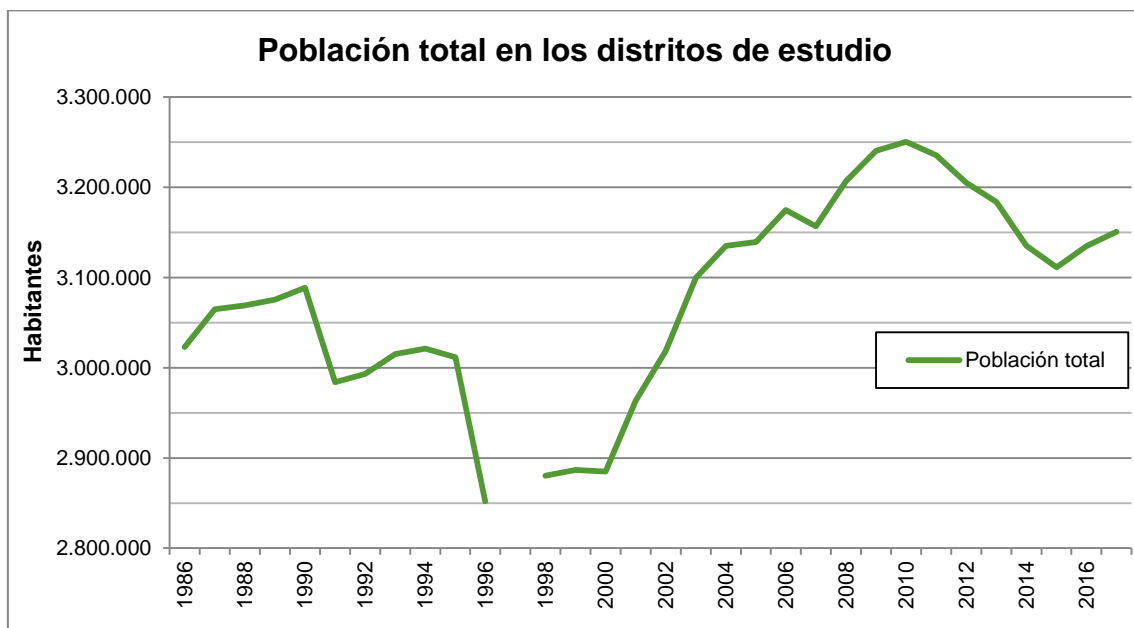


Ilustración 2. Población total en los distritos de estudio de Madrid durante el período 1986-2017.

Dejando de lado las variaciones que se han comentado anteriormente, el crecimiento durante este período ha sido positivo, situándose en el 4,23%, lo que serían unos 130.000 habitantes, un incremento ínfimo. Este incremento de población se ha dado prácticamente en los distritos periféricos, llegando a aumentos del 137,87% en Pozuelo de Alarcón y 89,99% en Villa de Vallecas.

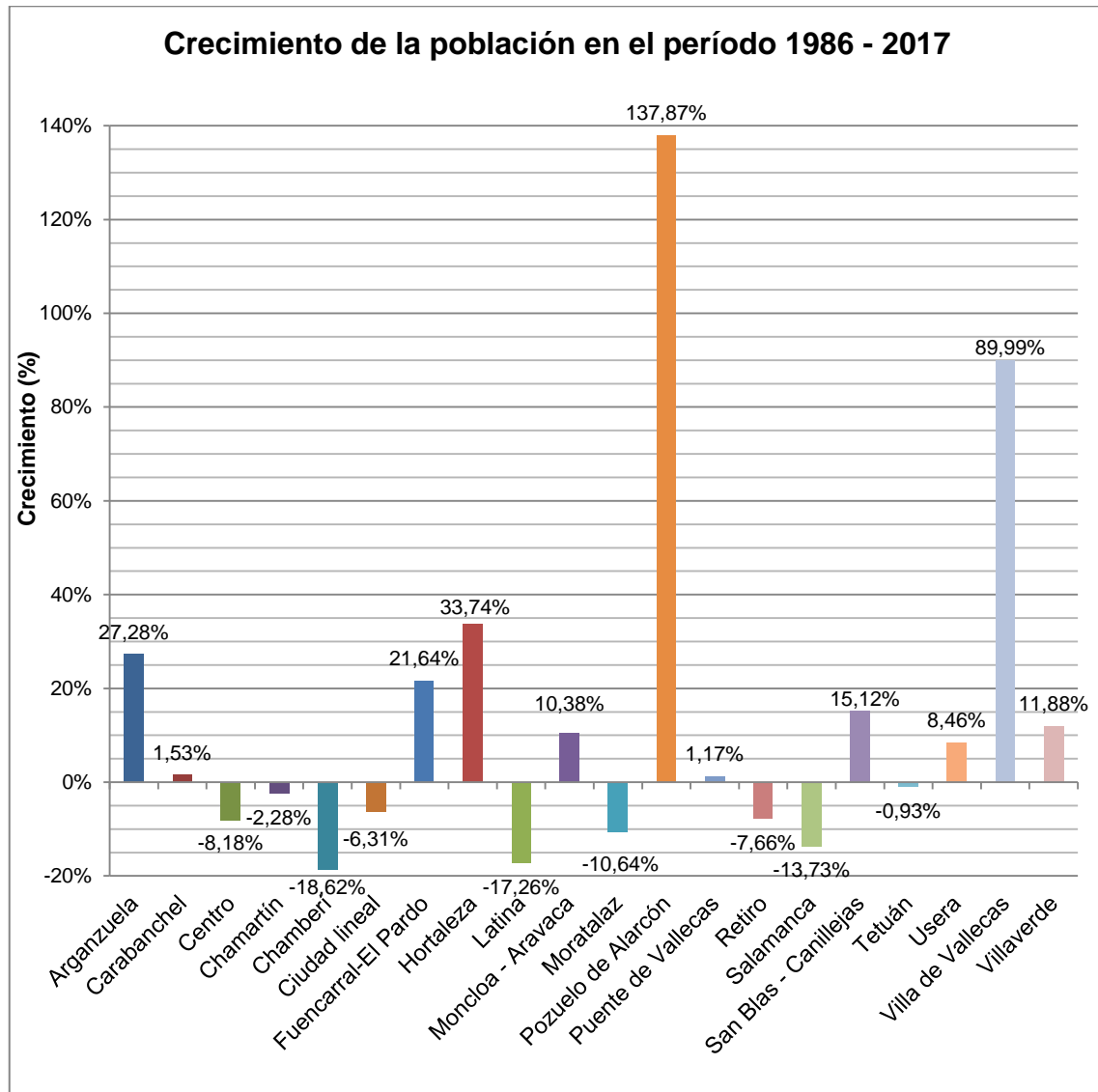


Ilustración 3. Crecimiento de la población por distritos de Madrid durante el período 1986-2017.

Una vez superado el descenso de la población hasta el año 2014, se comienza a observar un ligero crecimiento en el período 2015-2016, del orden del 0,50% de media, que ha sido posible debido a grandes ascensos en el número de habitantes de los distritos periféricos.

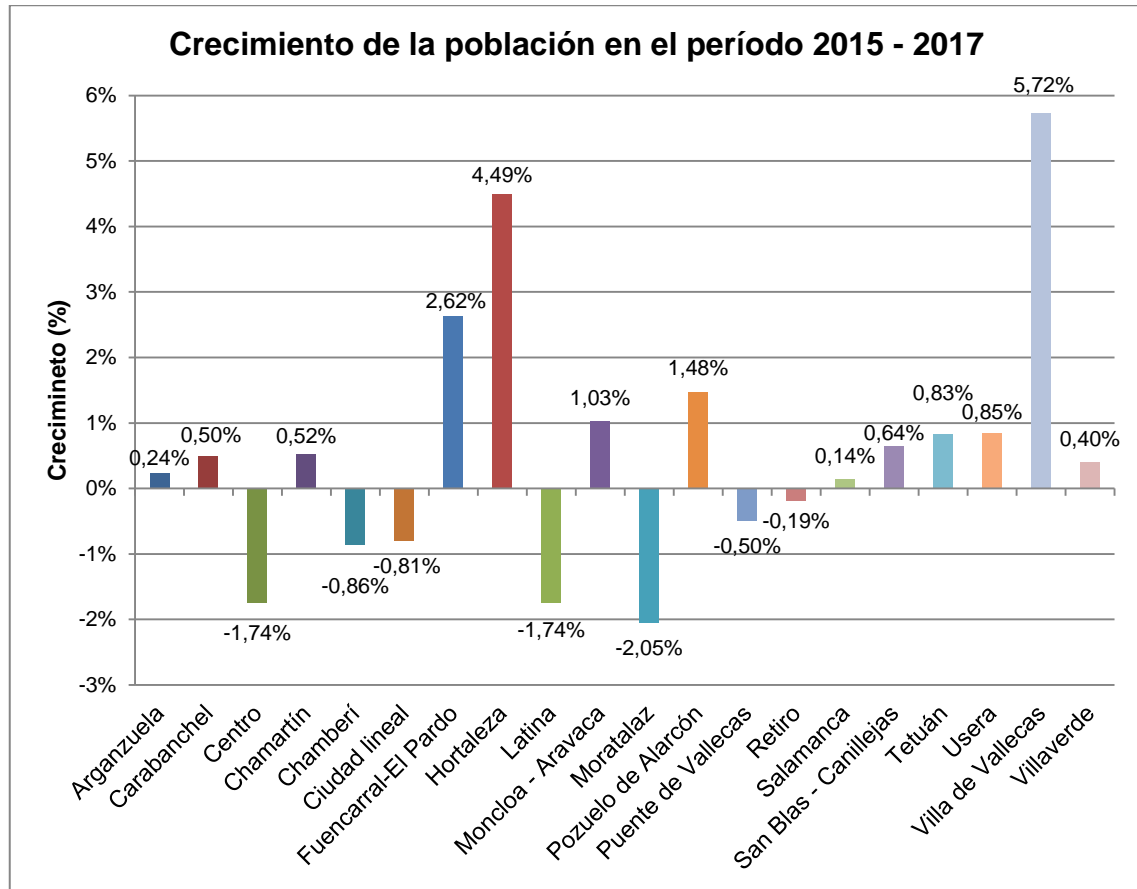


Ilustración 4. Crecimiento de la población por distritos de Madrid durante el período 2015-2017.

3.- PLANEAMIENTO VIGENTE Y DESARROLLOS URBANÍSTICOS

En la planificación urbana de Madrid, existen nuevos desarrollos urbanísticos previstos, aunque en la actualidad se encuentran paralizados en su mayoría. Los siguientes afectarían de lleno en la población servida por las EDAR de estudio:

- **Villaverde–Barrio de Butarque:** Perteneciente a la cuenca vertiente en Butarque. Esta urbanización se encuentra desarrollada parcialmente, de modo que quedarían alrededor de 800 viviendas por construir.
- **Instalaciones Militares de Campamento:** Perteneciente a la cuenca vertiente de Butarque. Se trata de un desarrollo urbanístico paralizado durante un largo período de tiempo, si se ejecutara en su totalidad albergaría un total de 10.700 viviendas.
- **Valdecarros:** perteneciente a la cuenca vertiente de Sur. Este desarrollo urbanístico está en estos momentos sin avances. En principio, se llevaría a cabo gradualmente a continuación de otros desarrollos urbanísticos como son: Los Berrocales y Los Ahijones que se encuentran más desarrollados.

El plan inicial se compone de 48.000 viviendas. Se está planteando por el ayuntamiento una redefinición del desarrollo que implicaría menos viviendas. De cara al estudio, y por estar del lado de la seguridad, se mantienen las cifras originales.

- **Prolongación Castellana:** Perteneciente parcialmente a la cuenca vertiente de Viveros. Cuenta con diferentes zonas residenciales en el Centro Terciario de Negocios y en el Espacio Productivo Malmea, con un total de 1.675 viviendas.
- **Arroyo del Fresno:** Perteneciente a la cuenca vertiente de Viveros. Se encuentra desarrollado parcialmente, se han entregado un total de 1.000 viviendas, por lo que aún quedan por ejecutarse 2.754 más.
- **Área Pozuelo Oeste (ARPO):** Perteneciente a la cuenca vertiente de Viveros en la zona de Pozuelo de Alarcón. Tiene asignadas un total de 5.500 viviendas que en el año horizonte se suponen ejecutadas.



4.- ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN EN EL AÑO HORIZONTE

La estimación de la población se fija para el año horizonte 2050, puesto que se consideran 25 años de vida útil de las EDAR, una vez se finalice su construcción, que podría fijarse sobre 2025.

La prognosis está basada en la realizada por el Ayuntamiento de Madrid para el período 2017-2023. Para ello, se ha obtenido el crecimiento interanual empleado en el análisis del ayuntamiento, y se aplica linealmente a la población actual para obtener la del año 2050. Tanto para obtener la tasa de crecimiento del análisis existente, como para la obtención de la población en el año horizonte, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_h = P_o(1 + i)^n$$

Donde P_h es la población al final de n años; P_o es la población inicial; i es la tasa de crecimiento anual en tanto por uno; y n es el número de años para los que se hace la previsión.

Puesto que para el municipio de Pozuelo de Alarcón no existe este tipo de prognosis para el año 2023, se ha tomado como tasa de crecimiento anual la media de los últimos 5 años, 0,40%, ya que tienen una dinámica de crecimiento estable que podría representar el de los próximos años.

A esta previsión, se le incorporan las viviendas de los nuevos desarrollos urbanísticos previstos. Si bien se considera que probablemente se ejecuten con grandes cambios sobre lo establecido en estos momentos, por lo que se estará del lado de la seguridad.

Los habitantes que se van a considerar por cada nueva vivienda construida se toman de las estadísticas del año 2017, 2,5 habitantes por vivienda, aunque como se observa en la Ilustración 5, el número de personas por hogar está disminuyendo constantemente a lo largo de los años, estando del lado de la seguridad nuevamente.

El número de habitantes para el año horizonte se muestran en la Tabla 4.

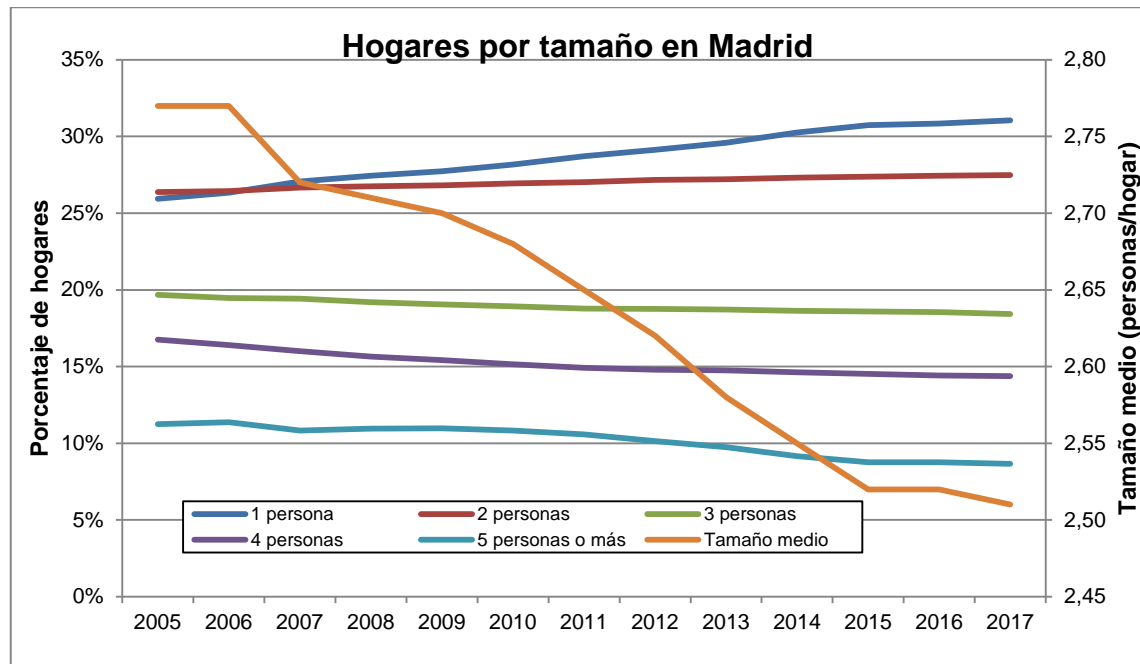


Ilustración 5. Evolución del número de personas por hogar en Madrid durante el período 2005-2017.

Distrito/Municipio	Pob. 2017	Pob. 2023	Crecimiento anual	Desarrollos urbanísticos	Pob. 2050
Total población	3.065.248	3.073.157	0,04%		3.439.276
Arganzuela	151.965	158.458	0,70%	-	191.288
Carabanchel	243.998	247.968	0,27%	-	266.646
Centro	131.928	137.832	0,73%	-	167.848
Chamartín	143.424	142.979	-0,05%	2.510	143.503
Chamberí	137.401	133.448	-0,49%	-	117.023
Ciudad Lineal	212.529	207.757	-0,38%	-	187.573
Fuencarral El Pardo	238.756	240.631	0,13%	8.607	257.858
Hortaleza	180.462	184.808	0,40%	-	205.699
Latina	233.808	226.737	-0,51%	26.857	224.330
Moncloa-Aravaca	116.903	114.105	-0,40%	-	102.318
Moratalaz	94.197	89.927	-0,77%	-	72.982
Pozuelo de Alarcón	85.605	-	0,40%	13.805	97.659
Puente de Vallecas	227.595	220.902	-0,50%	-	193.137
Retiro	118.516	113.022	-0,79%	-	91.287
Salamanca	143.800	139.096	-0,55%	-	119.759
San Blas-Canillejas	154.357	155.188	0,09%	-	158.985
Tetuán	153.789	156.038	0,24%	-	166.572
Usera	134.791	139.465	0,57%	-	162.587
Villa de Vallecas	104.421	122.067	2,64%	120.480	366.939
Villaverde	142.608	142.729	0,01%	2.008	145.284

Tabla 4. Población en el año horizonte en los distritos del estudio.



5.- DETERMINACIÓN DE CAUDALES UNITARIOS VERTIDOS

Para la determinación del vertido unitario por habitante y día en tiempo seco se recurre a la información facilitada por el Canal de Isabel II, en la que aparece el volumen de agua facturada por distritos entre los años 2012 y 2017.

A efectos del cálculo de la dotación a aplicar en la población horizonte obtenida anteriormente, solamente se tienen en cuenta los 3 últimos años, de 2015 a 2017. Se realiza una comparativa entre dichas dotaciones (Ilustración 6), y finalmente se decide utilizar la correspondiente al año 2017 (Tabla 5), pues los consumos actualmente tienden a disminuir, y se espera que sigan esta dinámica en los próximos años.

Adicionalmente, se aplica un coeficiente que incrementa las dotaciones facturadas para obtener las dotaciones de suministro y finalmente las dotaciones de caudales vertidos a la red.

Así pues, tenemos en cuenta el rendimiento de la red de abastecimiento y el coeficiente de infiltración entre el agua suministrada. Para la obtención de dicho coeficiente se recurre al Informe Anual de 2015 del Canal de Isabel II, en el cual se estima que en los años de 2013 a 2015 el agua medida en los usuarios finales es de en torno al 83% del agua captada.

Además, hay que tener en cuenta que existen pérdidas de la red e infiltraciones del terreno a la red de alcantarillado, y viceversa. No obstante, a efectos del cálculo, se consideran nulas de modo que la determinación del caudal de llegada a las EDAR quedaría del lado de la seguridad.

$$\text{Coeficiente} = \frac{1}{\text{Rendimiento red abastecimiento}}$$

De este modo se determina un ratio entre volumen vertido y volumen facturado de 1,2048. Éste se aplica directamente sobre la dotación obtenida de la facturación, obteniendo el vertido unitario por persona y día (Tabla 5).

En el caso del municipio de Pozuelo de Alarcón no se dispone del volumen facturado aportado por el Canal de Isabel II, por ello se toma como vertido unitario el obtenido para el distrito de Moncloa-Aravaca, pues este distrito presenta similitudes en cuanto a nivel de vida y tipología de edificios existentes.

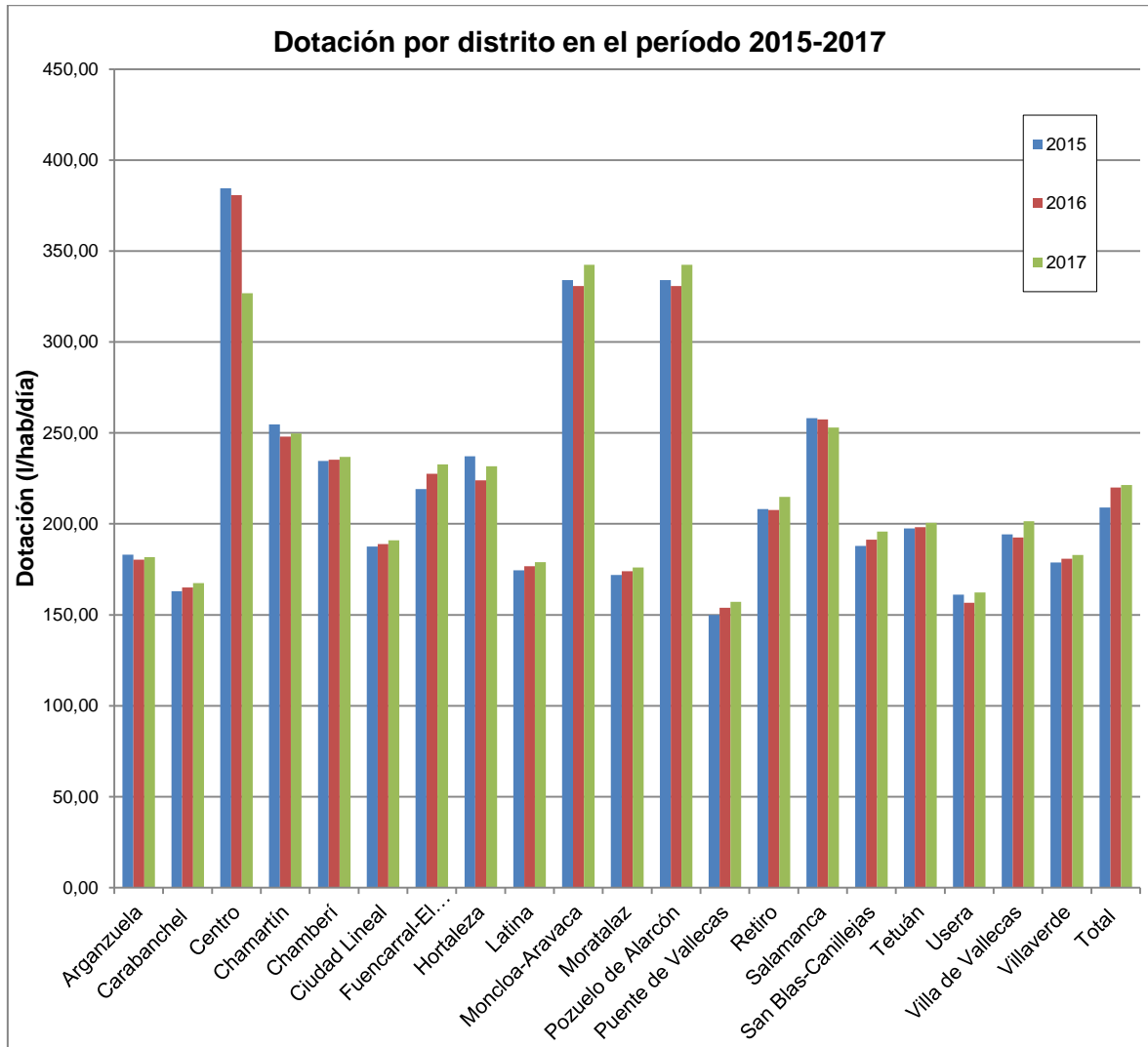


Ilustración 6. Evolución de las dotaciones en los distritos en el período 2015-2017.



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

	VERTIDOS UNITARIOS			
	2017			
	Facturado m ³ /año	Población nº hab	Fact. Unitaria l/hab/día	Vertido unitario l/hab.día
Arganzuela	8.365.201	151.965	150,81	181,70
Carabanchel	12.379.362	243.998	139,00	167,47
Centro	13.060.685	131.928	271,23	326,78
Chamartín	10.847.253	143.424	207,21	249,65
Chamberí	9.856.946	137.401	196,54	236,80
Ciudad Lineal	12.300.179	212.529	158,56	191,04
Fuencarral-El Pardo	16.834.175	238.756	193,17	232,74
Hortaleza	12.668.956	180.462	192,34	231,73
Latina	12.674.879	233.808	148,52	178,94
Moncloa-Aravaca	12.127.061	116.903	284,21	342,42
Moratalaz	5.025.639	94.197	146,17	176,11
Pozuelo de Alarcón	-	-	284,21	342,42
Puente de Vallecas	10.840.795	227.595	130,50	157,23
Retiro	7.715.260	118.516	178,35	214,88
Salamanca	11.019.264	143.800	209,94	252,94
San Blas-Canillejas	9.157.181	154.357	162,53	195,82
Tetuán	9.344.202	153.789	166,47	200,56
Usera	6.631.022	134.791	134,78	162,39
Villa de Vallecas	6.371.674	104.421	167,18	201,42
Villaverde	7.905.852	142.608	151,88	182,99
Total	195.125.586	3.065.248	183,68	221,30

Tabla 5. Dotación facturada y vertido unitario por distritos en el año 2017.

6.- CÁLCULO DE CAUDALES

6.1.- CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES POR CUENCA EN TIEMPO SECO

Una vez definida la población en el año horizonte por distritos, la discretización de los distritos en las tres cuencas vertientes de las EDAR y el vertido unitario por habitante y día, se obtienen, en primer lugar, la población servida por cada una de las EDAR (Tabla 6 y Tabla 7) y seguidamente los caudales diarios en tiempo seco y totales por cada cuenca (Tabla 8).

En estas tablas, en cada EDAR, solamente aparecen caracterizados los distritos que pertenecen a su cuenca vertiente.

Distrito/ Municipio	Población 2050	Población							
		Viveros		La China		Butarque		Sur	
Total población	3.439.276		438.447	37,6%	1.292.790	23,9%	822.982	3,9%	132.505
Arganzuela	191.288	0,0%		100,0%	191.288	0,0%		0,0%	
Carabanchel	266.646	0,0%		0,0%		100,0%	266.646	0,0%	
Centro	167.848	0,0%		100,0%	167.848	0,0%		0,0%	
Chamartín	143.503	9,9%	14.192	90,1%	129.311	0,0%		0,0%	
Chamberí	117.023	0,0%		100,0%	117.023	0,0%		0,0%	
Ciudad Lineal	187.573	0,0%		90,5%	169.710	0,0%		0,0%	
Fuencarral-El Pardo	257.858	74,3%	191.647	0,0%		0,0%		0,0%	
Hortaleza	205.699	0,0%		3,6%	7.478	0,0%		0,0%	
Latina	224.330	0,0%		0,0%		100,0%	224.330	0,0%	
Moncloa-Aravaca	102.318	73,2%	74.886	22,3%	22.829	4,5%	4.603	0,0%	
Moratalaz	72.982	0,0%		69,4%	50.672	0,0%		0,0%	
Pozuelo de Alarcón	97.659	80,0%	78.127	0,0%		20,0%	19.532	0,0%	
Puente de Vallecas	193.137	0,0%		70,0%	135.278	0,0%		0,0%	
Retiro	91.287	0,0%		100,0%	91.287	0,0%		0,0%	
Salamanca	119.759	0,0%		100,0%	119.759	0,0%		0,0%	
San Blas-Canillejas	158.985	0,0%		0,2%	247	0,0%		0,0%	
Tetuán	166.572	47,8%	79.595	52,2%	86.977	0,0%		0,0%	
Usera	162.587	0,0%		0,0%		100,0%	162.587	0,0%	
Villa de Vallecas	366.939	0,0%		0,8%	3.083	0,0%		36,1%	132.505
Villaverde	145.284	0,0%		0,0%		100,0%	145.284	0,0%	

Tabla 6. Población en el año horizonte en los distritos del estudio.

Distrito	2050	Total de población servida	
Total población	3.439.276	78,1%	2.686.723
Arganzuela	191.288	100,0%	191.288
Carabanchel	266.646	100,0%	266.646
Centro	167.848	100,0%	167.848
Chamartín	143.503	100,0%	143.503
Chamberí	117.023	100,0%	117.023
Ciudad Lineal	187.573	90,5%	169.710
Fuencarral-El Pardo	257.858	74,3%	191.647
Hortaleza	205.699	3,6%	7.478
Latina	224.330	100,0%	224.330
Moncloa-Aravaca	102.318	100,0%	102.318
Moratalaz	72.982	69,4%	50.672
Pozuelo de Alarcón	97.659	100,0%	97.659
Puente de Vallecas	193.137	70,0%	135.278
Retiro	91.287	100,0%	91.287
Salamanca	119.759	100,0%	119.759
San Blas-Canillejas	158.985	0,2%	247
Tetuán	166.572	100,0%	166.572
Usera	162.587	100,0%	162.587
Villa de Vallecas	366.939	37,0%	135.587
Villaverde	145.284	100,0%	145.284

Tabla 7. Población servida en los distritos del estudio.

Aplicando la dotación unitaria por habitante obtenida para cada distrito a la población conectada a cada EDAR tenemos:



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

DISTRITO	CUENCA VIVEROS			CUENCA CHINA			CUENCA BUTARQUE			CUENCA SUR		
	Pob. 2050	Vertido unitario	Caudal influente	Pob. 2050	Vertido unitario	Caudal influente	Pob. 2050	Vertido unitario	Caudal influente	Pob 2050	Vertido unitario	Caudal influente
	n° hab	l/hab/día	m³/día	n° hab	l/hab/día	m³/día	n° hab	l/hab/día	m³/día	n° hab	l/hab/día	m³/día
Arganzuela				191.288	181,70	34.757,66						
Carabanchel							266.646	167,47	44.655,70			
Centro				167.848	326,78	54.849,64						
Chamartín	14.192	249,65	3.542,91	129.311	249,65	32.282,19						
Chamberí				117.023	236,80	27.710,94						
Ciudad Lineal				169.710	191,04	32.421,20						
Fuencarral-El Pardo	191.647	232,74	44.603,49									
Hortaleza				7.478	231,73	1.732,95						
Latina							224.330	178,94	40.142,15			
Moncloa-Aravaca	74.886	342,42	25.642,55	22.829	342,42	7.817,08	4.603	342,42	1.576,01			
Moratalaz				50.672	176,11	8.923,83						
Pozuelo de Alarcón	78.127	342,42	26.752,27				19.532	342,42	6.688,07			
Puente de Vallecas				135.278	157,23	21.269,41						
Retiro				91.287	214,88	19.616,06						
Salamanca				119.759	252,94	30.292,22						
San Blas-Canillejas				247	195,82	48,32						
Tetuán	79.595	200,56	15.963,64	86.977	200,56	17.444,18						
Usera							162.587	162,39	26.401,83			
Villa de Vallecas				3.083	201,42	620,92				132.505	201,42	26.688,62
Villaverde							145.284	182,99	26.585,97			
Total	438.447	273,56	116.504,85	1.292.790	225,65	289.786,57	822.982	229,44	146.049,72	132.505	201,42	26.688,62

Tabla 8. Dotación en las cuencas de Viveros, China, Butarque y Sur y caudal diario en tiempo seco en el año horizonte.

Por lo tanto, los caudales influentes en tiempo seco estimados para la población horizonte por cuenca vertiente a cada EDAR son:

		VIVEROS (Cuenca)	LA CHINA (Cuenca)	BUTARQUE (Cuenca)	SUR (Cuenca)	TOTAL
Caudal tº seco	m ³ /d	116.505	289.787	146.050	26.689	579.030
	m ³ /s	1,35	3,36	1,69	0,31	6,71

Tabla 9. Caudales diarios en tiempo seco en el año horizonte para cada cuenca.

6.2.- COEFICIENTES DE PUNTA ACTUALES

La empresa operadora aporta los datos de caudales horarios de aguas residuales influentes a las plantas estudiadas. De este modo, se pueden calcular los coeficientes de punta actuales que se presentan en cada instalación.

Los datos vienen agrupados de la siguiente manera:

- **Lunes-Jueves:** días laborables en los que la jornada laboral y, por tanto, la distribución de caudales, deben ser similares.
- **Viernes:** días laborables en los que una cierta parte de los empleos presentan una jornada laboral reducida, además de ser víspera de día no laborable.
- **Sábados:** días no laborables oficialmente, pero con presencia de actividades económicas, sobre todo del sector servicios. Son víspera de día no laborable.
- **Domingos:** días no laborables oficialmente, pero con presencia de actividades económicas, sobre todo del sector servicios. Son víspera de día laborable.
- **Festivos:** días no laborables para gran parte de los trabajadores, la variación de caudales a lo largo del día es menos acusada.

Para este cálculo, se han empleado los datos horarios correspondientes al año 2017, ya que al ser el más reciente representa de un modo más certero la dinámica de consumos actuales. Para la obtención del coeficiente punta de cada planta, se opera según las siguientes indicaciones:

- Se calcula el coeficiente de punta en cada uno de los grupos mencionados anteriormente como la relación entre el máximo caudal horario en cada grupo y el caudal horario medio ponderado del año completo.
- El coeficiente de punta que se asigna a cada planta es el máximo de los obtenidos en los grupos.
- Se aplican los coeficientes a los caudales nominales en tiempo seco obtenidos anteriormente.

Los coeficientes de punta y los caudales asociados obtenidos para cada EDAR, según la metodología expuesta, son los que aparecen en la siguiente tabla:

	LA CHINA	BUTARQUE (Cuenca)	SUR (Cuenca + exceso China y Viveros)
Coefficiente de punta, C _p	1,15	1,13	1,80

Tabla 10. Coeficiente de punta real y caudal punta asociado.

A continuación, se muestra las curvas horarias obtenidas para las diferentes agrupaciones de días indicadas anteriormente. Además, se aporta una última ilustración, con las curvas horarias medias ponderadas del año 2017 de cada instalación.

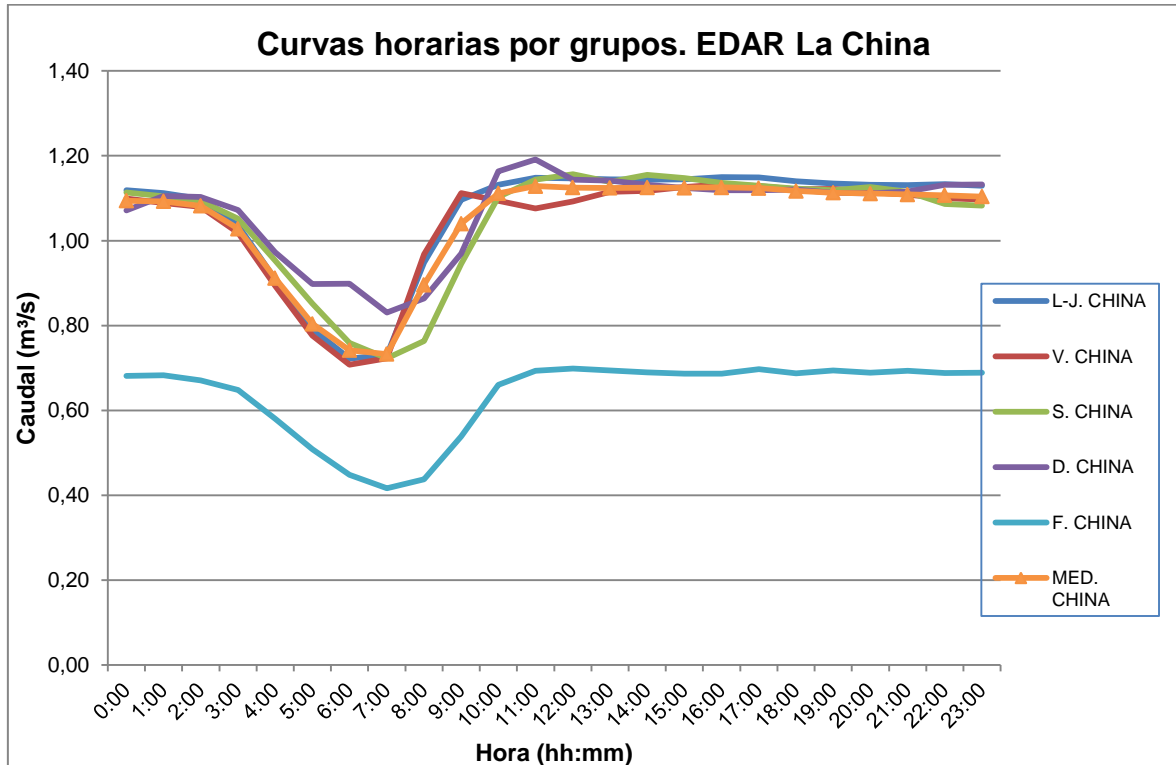


Ilustración 7. Curvas horarias por grupos de días para EDAR La China.

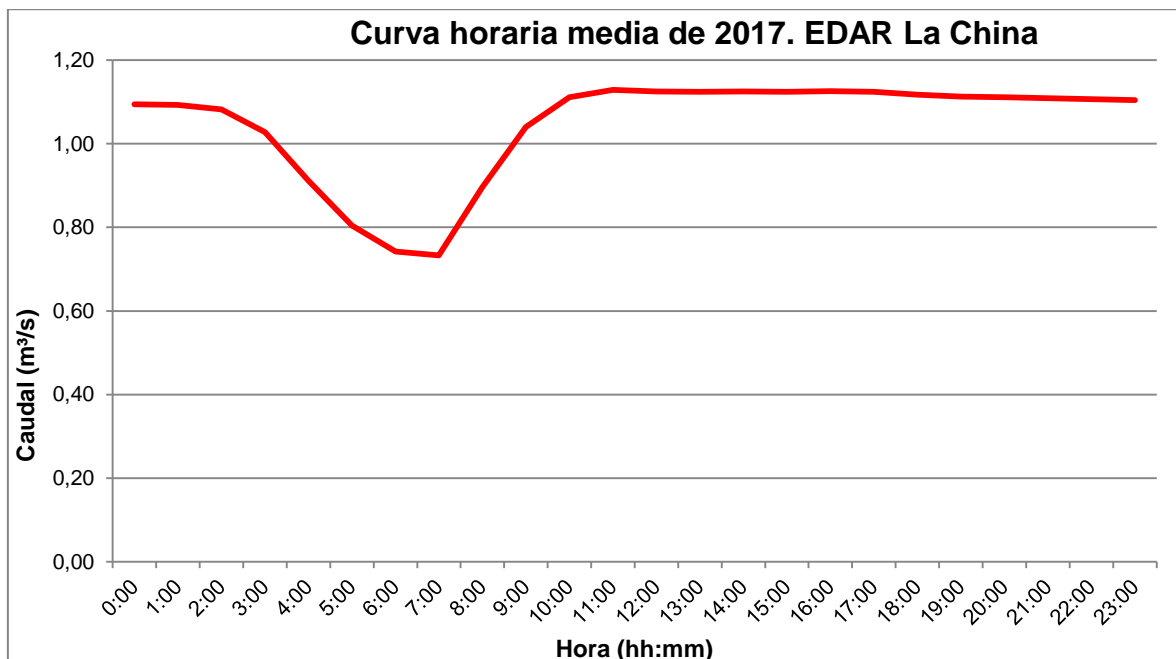


Ilustración 8. Curvas horarias medias de 2017 de La China

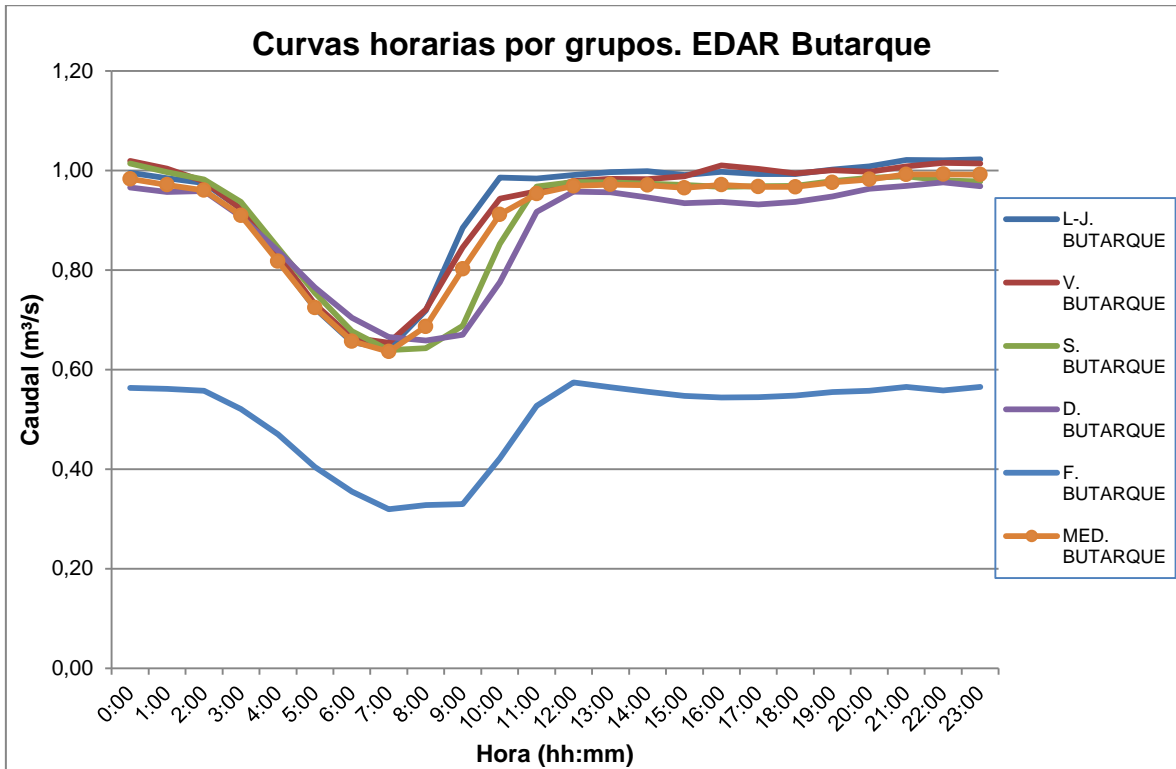


Ilustración 9. Curvas horarias por grupos de días para EDAR Butarque.

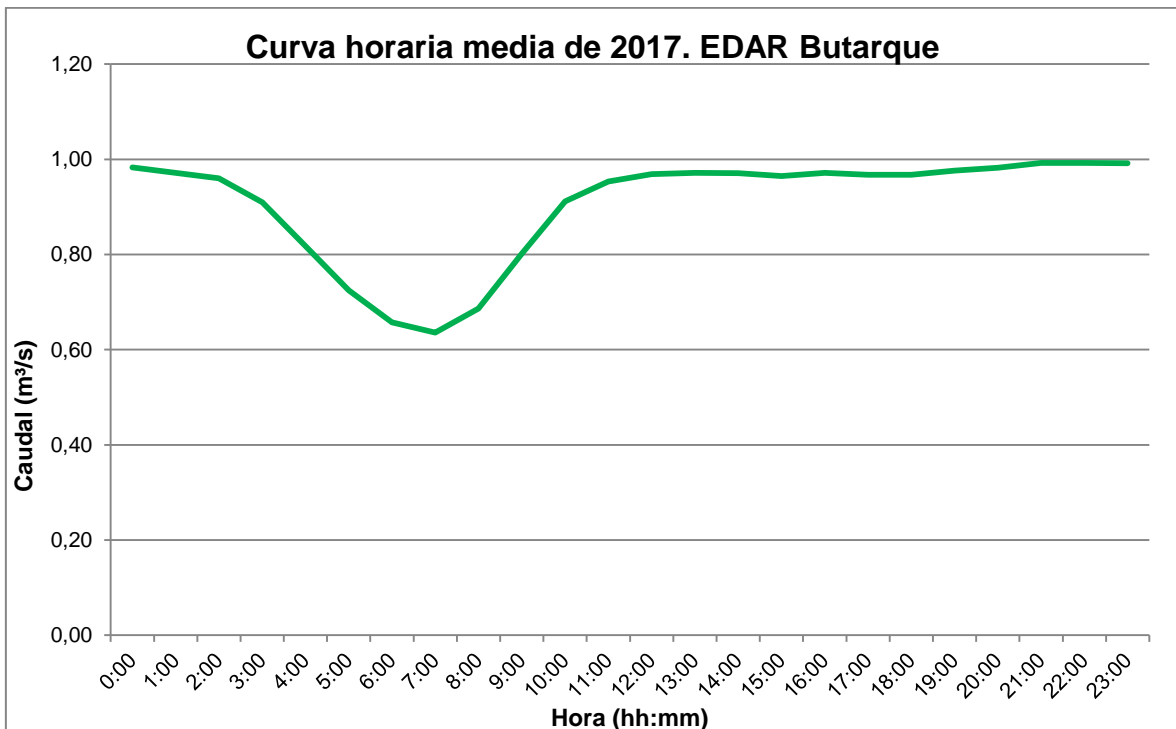


Ilustración 10. Curvas horarias medias de 2017 de Butarque

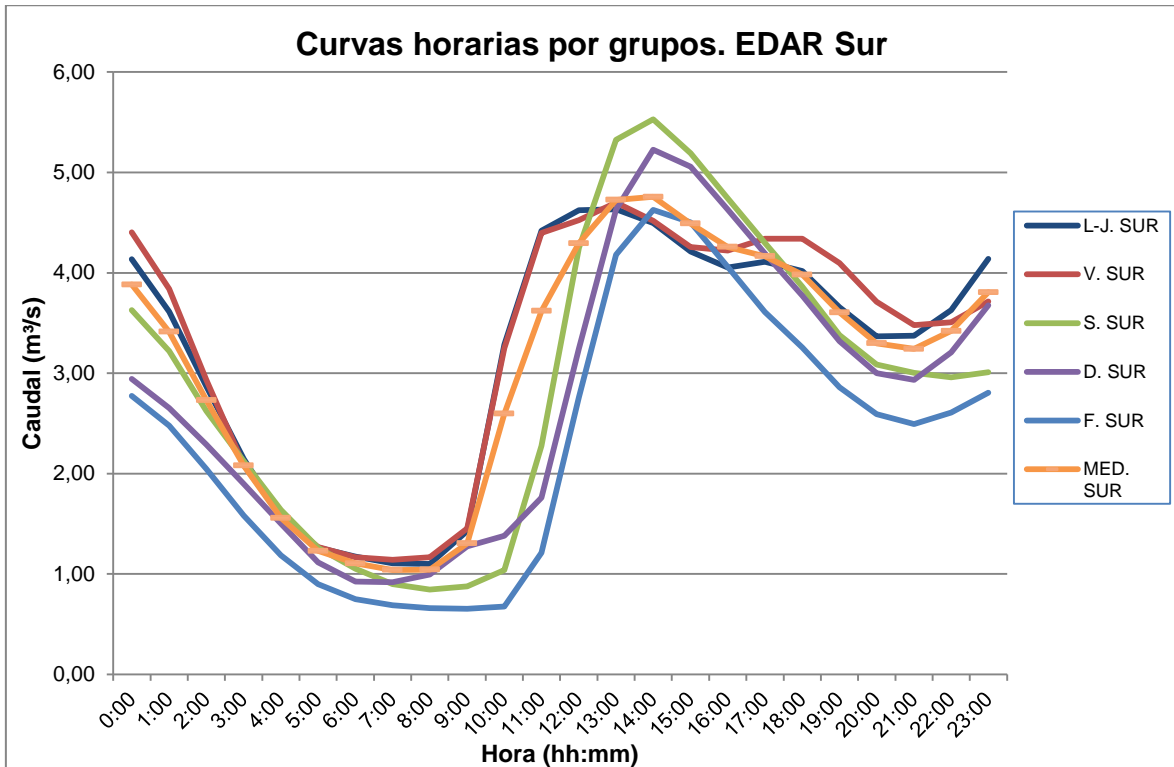


Ilustración 11. Curvas horarias por grupos de días para EDAR Sur.

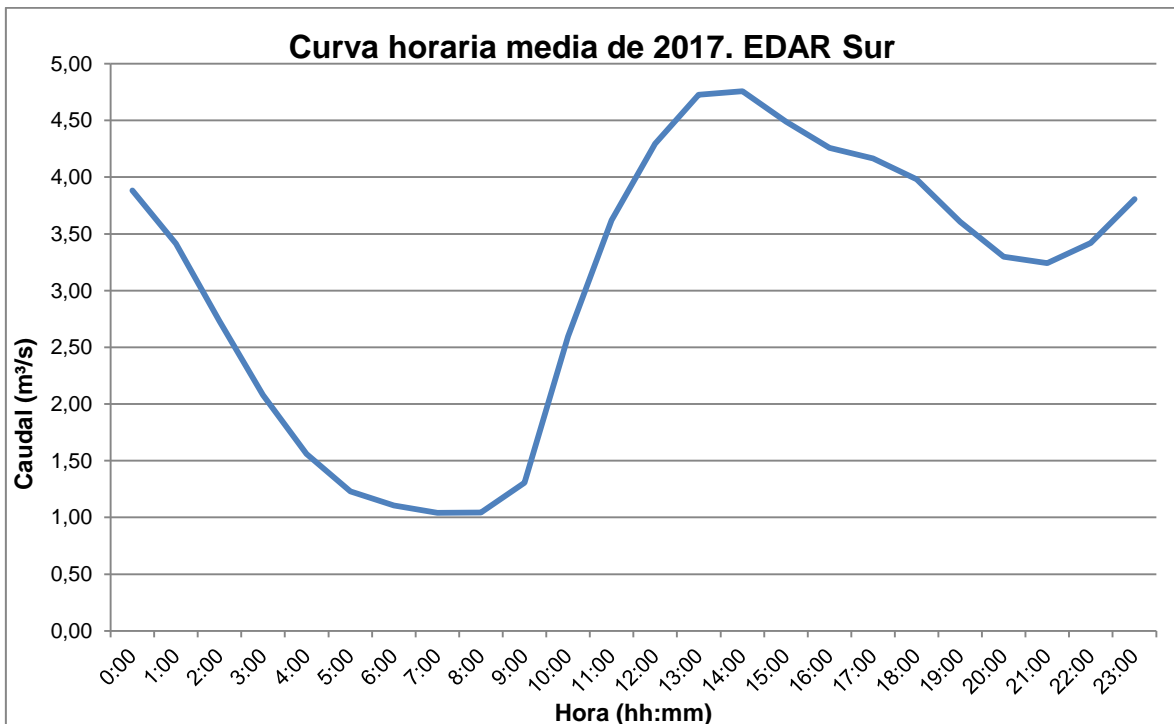


Ilustración 12. Curvas horarias medias de 2017 de Sur



ANEJO Nº8. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR	4
2.1.- ÁREAS DE APORTE	4
2.2.- CAUDALES DE DILUCIÓN.....	4
2.2.1.- Cuenca de China	4
2.2.2.- Cuenca de La Gavia	5
2.2.3.- Cuenca de Butarque.....	5
2.3.- VOLÚMENES.....	6
2.3.1.- Cuenca del TT de La China	6
2.3.2.- Cuenca del TT de Abroñigales.....	7
2.3.3.- Cuenca de la Gavia	8
2.3.4.- Cuenca de Butarque.....	9
2.4.- VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR.....	10
3.- NUEVO COLECTOR DEL AGMI	11
3.1.- COLECTOR AGMI – ALIVIADERO ABROÑIGALES. COLECTOR DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR I.....	11
3.1.1.- Capacidad actual del sistema	11
3.1.2.- Capacidad del nuevo colector del tanque de tormentas Sur I.	22
3.1.3.- Ampliación del colector de conexión I.....	22
3.1.4.- Colector Tanque de tormentas Sur.	23
3.2.- NUEVO COLECTOR ABROÑIGALES-SUR. COLECTOR DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR II.	25
3.2.1.- Capacidad actual del sistema	26
3.2.2.- Capacidad del nuevo colector del tanque de tormentas Sur II	26
3.3.- CONEXIÓN ALIVIADERO DE LA GAVIA-TANQUE DE TORMENTAS SUR.....	27
3.4.- OTROS COLECTORES.....	28
3.4.1.- Nuevo colector de conexión II.....	28
3.4.2.- Colector Sur N.....	28
4.- ESQUEMAS RESUMEN DEL SISTEMA	33
5.- RESUMEN DE COTAS.....	35
6.- OTROS DIMENSIONAMIENTOS HIDRÁULICOS	39



6.1.- DIMENSIONAMIENTOS DE LOS VERTIDOS DE LAS CÁMARAS	39
6.1.1.- Cámara del aliviadero de Abroñigales	39
6.1.2.- Cámara del aliviadero de La Gavia	40
6.2.- ALIVIADERO DEL TANQUE DE TORMENTAS. COTAS MÁXIMAS EN EL TANQUE	41



1.- INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se realiza el dimensionamiento de las dos principales infraestructuras definidas en el proyecto, esto es, el nuevo Tanque de Tormentas Sur y el nuevo colector desde el Aliviadero General de Margen Izquierda (AGMI en adelante) hasta a este nuevo tanque de tormentas.

Los datos de los caudales se han tomado de:

- Anejo de Hidrología en el caso de los caudales de aguas pluviales
- Anejo de Población, Caudales y Cargas en el caso de los caudales de agua residual



2.- DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR

Los tanques de tormentas son funcionalmente depósitos de almacenamiento de aquellas partes del hidrograma de escorrentía urbana que no cumple con los criterios de dilución establecidos respecto a las aguas residuales (17:1).

El volumen del tanque de tormentas será aquel que permita, para 10 años de periodo de retorno, almacenar la parte del hidrograma de pluviales que no cumpla los criterios de dilución respecto al área total drenada.

Este nuevo tanque de tormentas deberá situarse aguas abajo del tanque de Abroñigales. Hay que señalar que aunque este nuevo tanque da servicio a la EDAR Sur, no recoge las pluviales de su cuenca de aporte puesto que ésta, en la actualidad, es inexistente. Se ha tenido en cuenta una previsión de desarrollo urbanístico para la conformación de esta cuenca y la determinación de los caudales residuales de la EDAR Sur en el año horizonte, pero no para el cálculo del aporte de pluviales puesto que esto supondría aplicar un coeficiente de lluvia neta que parece muy aventurado a día de hoy. Cuando se produzcan estos desarrollos urbanísticos será el momento de tomar las medidas necesarias para el tratamiento de las pluviales (desarrollo de SUDS, redes separativas, un tanque de tormentas para la propia cuenca, etc.).

2.1.- ÁREAS DE APORTE

El tanque de tormentas sur prestará servicio a las cuencas de las estaciones depuradoras de China y de la Gavia, teniendo en cuenta que la cuenca de China ya cuenta con dos tanques de tormentas asociados a sus dos cuencas de aguas pluviales, China y Abroñigales, con unos volúmenes de 136.000 m³ y 200.000 m³ respectivamente y la cuenca de la Gavia cuenta con otro tanque de tormentas de 55.000 m³ de capacidad.

Además, también deberá almacenar, en caso necesario, los volúmenes de la cuenca de Butarque que no tengan cabida en su tanque de tormentas (359.000 m³).

2.2.- CAUDALES DE DILUCIÓN

Todos los cálculos desarrollados a continuación tienen como elemento común que en todos ellas, y para el periodo de retorno considerado, se cumple que los vertidos a cauce se producen una vez alcanzado el criterio de dilución de 17:1 tomando como caudal de agua residual el caudal punta de la cuenca de aporte (calculado a partir de los caudales reales, no de los nominales de cada planta).

Así pues, el primer paso es el de establecer los caudales residuales punta para cada una de las cuencas de aporte.

2.2.1.- Cuenca de China

En este caso, el caudal residual medio se obtiene del estudio de población y cargas y tiene un valor de 3,36 m³/s para el año horizonte. Sin embargo, a este caudal hay que sumarle el caudal residual de la cuenca de Viveros que no se trata en su propia EDAR, esto es 0,49 m³/s (1,35 m³/s de la cuenca menos 0,87 m³/s que trata la EDAR de Viveros). En total se tiene un caudal residual medio para la cuenca de la China de 3,85 m³/s.

El coeficiente punta se obtiene a partir del estudio de las curvas horarias de las plantas. En el caso de EDAR de la China, el C_p es de 1,13, pero se sabe que esta EDAR está limitada a unos caudales máximos y, cuando estos se superan, deriva caudal a la EDAR Sur. En el caso de la EDAR Sur, el C_p es de 1,8. Se ha tomado como C_p para la cuenca de la China un valor medio de estos dos valores, 1,5.

Considerando un factor punta de 1,5 se tiene un caudal punta de aguas negras de 5,8 m^3/s para la cuenca de la China.

En la cuenca de La China, tal y como se ha indicado anteriormente, cuando se producen estos episodios de lluvia no todo el caudal se vierte en el A.G.M.I., existe un colector de by-pass, que recoge los caudales de los colectores Abroñigales y Axiles y los conduce hasta el TT de Abroñigales.

El área drenada correspondiente a este by-pass es aproximadamente el 65 % del área total de la cuenca. El 35 % restante se recoge en los colectores de margen izquierda y se conducen hasta el propio A.G.M.I.

De esta forma, se pueden establecer los caudales punta de aguas negras de cada una de las dos subcuencas.

$$Q_{RP}^{CHINA} = 0,35 \cdot 5,8 = 2,03 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{RP}^{ABRO} = 0,65 \cdot 5,8 = 3,77 \text{ m}^3/s$$

Con lo que los caudales de pluviales que cumplirían los criterios de dilución en cada caso son:

$$17Q_{RP}^{CHINA} = 17 \cdot 2,03 = 34,5 \text{ m}^3/s$$

$$17Q_{RP}^{ABRO} = 17 \cdot 3,77 = 64,1 \text{ m}^3/s$$

2.2.2.- Cuenca de La Gavia

En el caso de la cuenca de la EDAR de La Gavia, el estudio de población indica que el caudal de aguas negras para el año horizonte será de 0,7 m^3/s .

Considerando el mismo factor punta (1,5) se tiene que caudal de pluvial que cumple los criterios de dilución para la cuenca de la Gavia es:

$$17Q_{RP}^{GAVIA} = 17 \cdot 0,7 \cdot 1,5 = 17,9 \text{ m}^3/s$$

2.2.3.- Cuenca de Butarque

En el caso de la cuenca de la EDAR Butarque, el estudio de población indica que el caudal de aguas negras para el año horizonte será de 1,69 m^3/s y su factor de punta es de 1,13. El caudal de aguas residuales punta para esta cuenca resulta de 1,91 m^3/s .

Se tiene que caudal de pluvial que cumple los criterios de dilución para la cuenca de la Butarque es:

$$17Q_{RP}^{BUTARQUE} = 17 \cdot 1,91 = 32,5 \text{ m}^3/s$$

A modo de resumen se indica en la siguiente tabla los caudales umbrales para cumplir los criterios de dilución en cada una de las cuencas:

Cuenca	Q residual punta (m ³ /s)	Umbral dilución (m ³ /s)
Tanque tormentas China	2,03	34,5
Tanque tormentas Abroñigales	3,77	64,1
Cuenca de La Gavia	1,05	17,9
Cuenca de Butarque	1,91	32,5

Tabla 1. Caudales para cumplir los criterios de dilución

2.3.- VOLÚMENES

Se analiza en el siguiente apartado los volúmenes de los hidrogramas de pluviales de cada una de las áreas de aporte.

2.3.1.- Cuenca del TT de La China

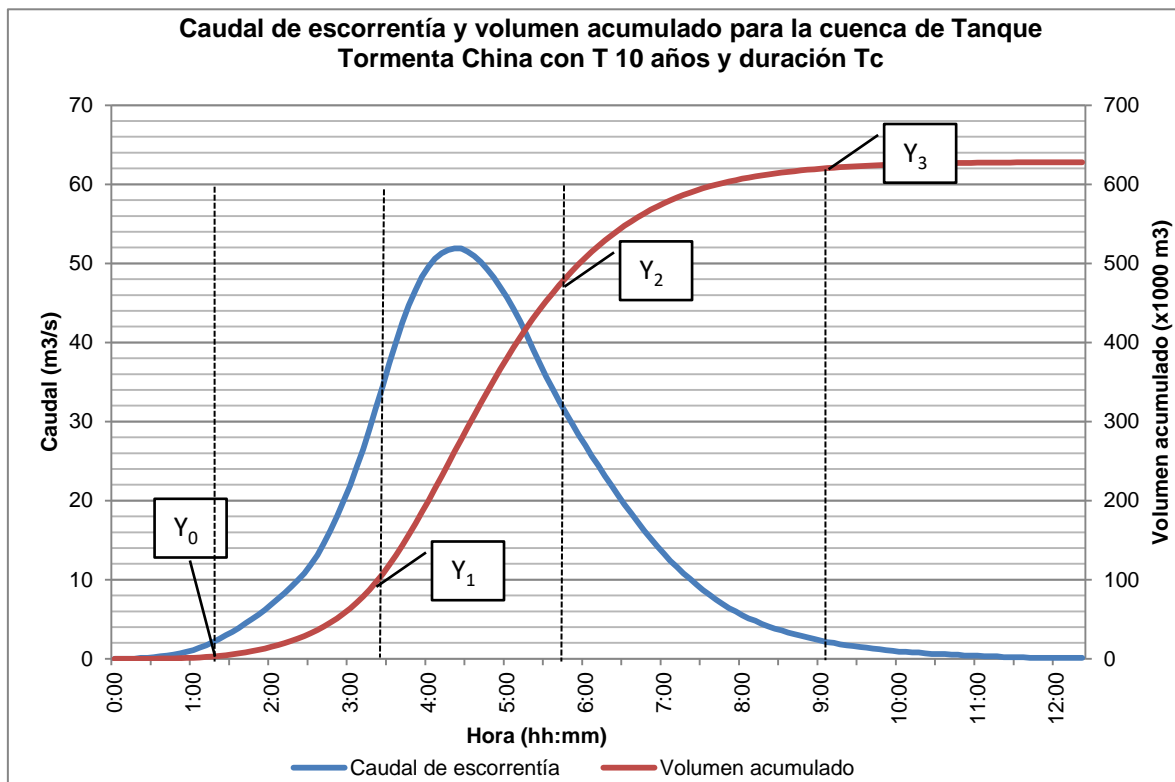


Ilustración 1 Hidrograma para la avenida de T=10 años en la cuenca del tanque de tormentas de La China

En el caso de la cuenca del TT de La China el caudal de dilución considerado es de 34,5 m³/s, según la gráfica anterior se tiene que los aportes totales de esta cuenca son:

- V₁: volumen desde que el caudal es superior a la capacidad de la EDAR de La China (La China tiene una capacidad punta de 2 m³/s y un caudal residual medio de 1,34 m³/s por lo que la capacidad para asumir pluviales es de 0,66 m³/s,) hasta

que el caudal en el punto de descarga (A.G.M.I.) alcanza el valor de 34,5 m³/s (criterio dilución).

$$V_1 = Y_1 - Y_0 = 115.000 \text{ m}^3$$

- V₂: volumen desde que el caudal vuelve a ser inferior a 34,5 m³/s (criterio dilución) hasta que es menor a la capacidad de la EDAR de La China para asumir las pluviales (0,66 m³/s).

$$V_2 = Y_3 - Y_2 = 164.000 \text{ m}^3$$

El volumen total enviado al TT de La China debería ser V₁+V₂ = 279.000 m³, teniendo en cuenta los 136.000 m³ de capacidad de este TT, el volumen necesario para derivar al nuevo tanque de sur en esta cuenca es de 143.000 m³.

2.3.2.- Cuenca del TT de Abroñigales

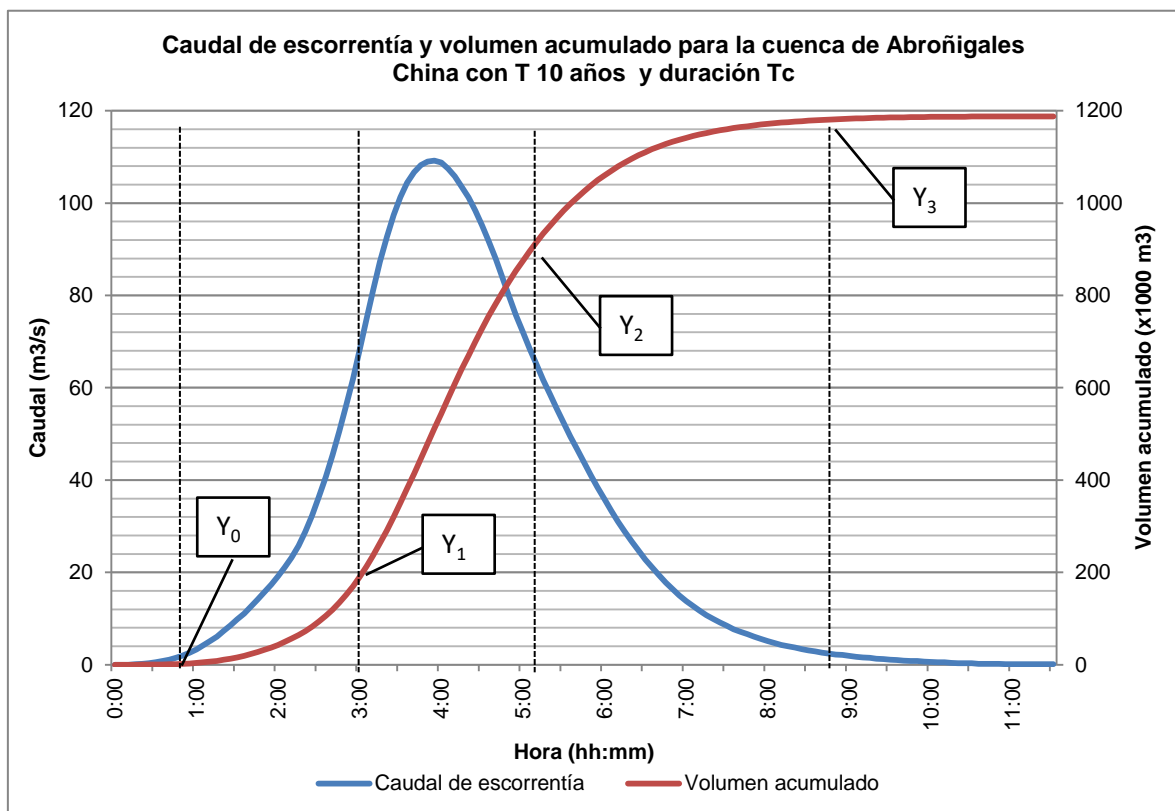


Ilustración 2 Hidrograma para la avenida de T=10 años en la cuenca del tanque de tormentas de Abroñigales

En el caso de la cuenca del TT de Abroñigales el caudal de dilución considerado es de 64,1 m³/s, según la gráfica anterior se tiene que los aportes totales de esta cuenca son:

- V₁: volumen desde que el caudal es superior a la capacidad de la EDAR Sur (Sur tiene una capacidad punta de 5 m³/s y un caudal residual medio de 2,80 m³/s por

lo que la capacidad para asumir pluviales es de 2,20 m³/s,) hasta que el caudal en el punto de descarga alcanza el valor de 64,1 m³/s (criterio dilución).

$$V_1 = Y_1 - Y_0 = 168.000 \text{ m}^3$$

- V₂: volumen desde que el caudal vuelve a ser inferior a 64,1 m³/s (criterio dilución) hasta que es menor a la capacidad de la EDAR Sur para asumir las pluviales (2,20 m³/s).

$$V_2 = Y_3 - Y_2 = 248.000 \text{ m}^3$$

El volumen total enviado al TT de Abroñigales debería ser V₁+V₂ = 416.000 m³, teniendo en cuenta los 200.000 m³ de capacidad de este TT, el volumen necesario para derivar al nuevo tanque de sur en esta cuenca es de 216.000 m³.

2.3.3.- Cuenca de la Gavia

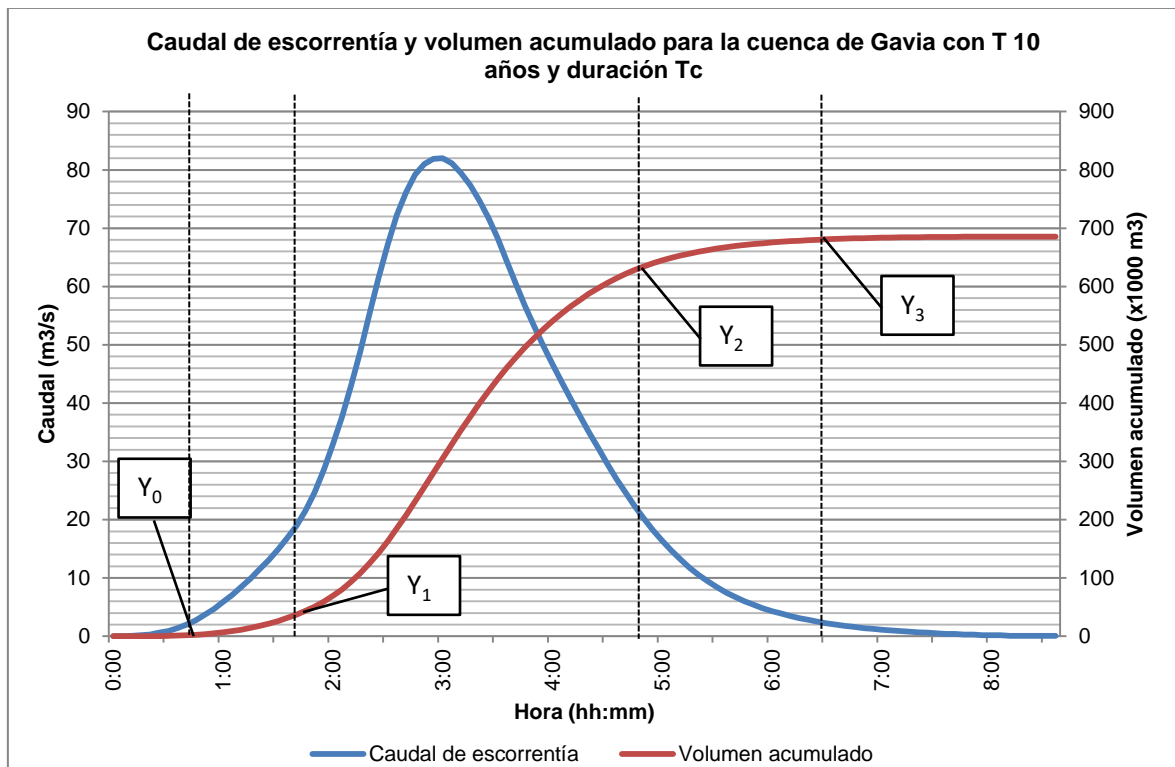


Ilustración 3 Hidrograma para la avenida de T=10 años en la cuenca del tanque de tormentas de Gavia

En el caso de la cuenca del TT de Gavia el caudal de dilución considerado es de 17,9 m³/s, según la gráfica anterior se tiene que los aportes totales de esta cuenca son:

- V₁: volumen desde que el caudal es superior a la capacidad de la EDAR de Gavia (Gavia tiene una capacidad punta de 3 m³/s y un caudal residual medio de 0,70 m³/s por lo que la capacidad para asumir pluviales es de 2,30 m³/s,) hasta que el caudal en el punto de descarga alcanza el valor de 17,9 m³/s (criterio dilución).

$$V_1 = Y_1 - Y_0 = 36.000 \text{ m}^3$$

- V_2 : volumen desde que el caudal vuelve a ser inferior a 17,9 m³/s (criterio dilución) hasta que es menor a la capacidad de la EDAR de Gavia para asumir las pluviales (2,30 m³/s).

$$V_2 = Y_3 - Y_2 = 42.000 \text{ m}^3$$

El volumen total enviado al TT de Gavia debería ser $V_1+V_2 = 78.000 \text{ m}^3$, teniendo en cuenta los 55.000 m³ de capacidad de este TT, el volumen necesario para derivar al nuevo tanque de sur en esta cuenca es de 23.000 m³.

2.3.4.- Cuenca de Butarque

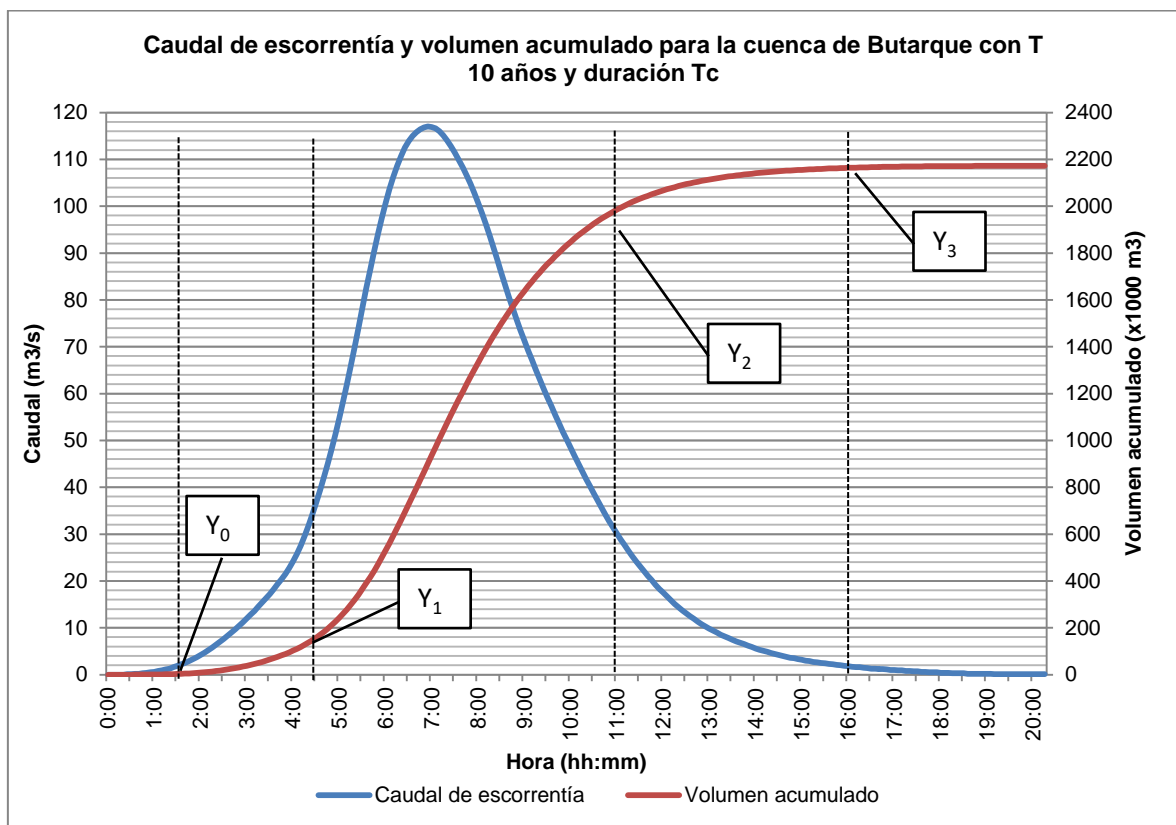


Ilustración 4 Hidrograma para la avenida de T=10 años en la cuenca de Butarque

En el caso de la cuenca del TT de Butarque el caudal de dilución considerado es de 32,5 m³/s, según la gráfica anterior se tiene que los aportes totales de esta cuenca son:

- V_1 : volumen desde que el caudal es superior a la capacidad de la EDAR de Butarque (Butarque tiene una capacidad punta de 3,5 m³/s y un caudal residual medio de 1,69 m³/s por lo que la capacidad para asumir pluviales es de 1,81 m³/s,) hasta que el caudal en el punto de descarga alcanza el valor de 32,5 m³/s (criterio dilución).



$$V_1 = Y_1 - Y_0 = 145.000 \text{ m}^3$$

- V_2 : volumen desde que el caudal vuelve a ser inferior a 32,5 m³/s (criterio dilución) hasta que es menor a la capacidad de la EDAR de Butarque para asumir las pluviales (1,81 m³/s).

$$V_2 = Y_3 - Y_2 = 188.000 \text{ m}^3$$

El volumen total enviado al TT de Butarque debería ser $V_1+V_2 = 333.000 \text{ m}^3$, teniendo en cuenta los 359.000 m³ de capacidad de este TT, se deduce que esta cuenca no tiene necesidad de un mayor volumen de almacenamiento y, por lo tanto, no aporta volumen al nuevo tanque de Sur.

2.4.- VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR

Sumando las necesidades de volumen de las tres cuencas de aporte al nuevo tanque de tormentas Sur, el volumen necesario del mismo resulta de:

$$V_{TT \text{ SUR}} = V_{EXCEDENTE \text{ TT CHINA}} + V_{EXCEDENTE \text{ TT ABROÑIGALES}} + V_{EXCEDENTE \text{ TT GAVIA}}$$
$$V_{TT \text{ SUR}} = 143.000 + 216.000 + 23.000 = 382.000 \text{ m}^3$$

Se redondea esta cifra del lado de la seguridad, quedando que el volumen del nuevo Tanque de Tormentas Sur es de **400.000 m³**.

3.- NUEVO COLECTOR DEL AGMI

Se realiza en el siguiente apartado el análisis de los colectores existentes en el ámbito del estudio así como el dimensionamiento de los nuevos colectores proyectados.

Para el cálculo hidráulico de estos colectores ha utilizado la expresión de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Dónde;

- V es la velocidad en la sección en m/s
- R_H es el radio hidráulico en m, calculado como la sección mojada dividido por el perímetro mojado
- i es la pendiente en tanto por 1
- n es el coeficiente de rugosidad de Manning, que, salvo indicación contraria, se toma con valor 0,014 para el hormigón
- El caudal en m³/s se puede obtener como producto entre la velocidad y la sección mojada.

3.1.- COLECTOR AGMI - ALIVIADERO ABROÑIGALES. COLECTOR DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR I.

Tal y como se ha indicado en el diagnóstico del sistema, la diferencia de capacidad entre los colectores de entrada al AGMI y los de salida produce alivios en este punto.

Estos alivios al río se producen en el tramo de río que atraviesa el parque lineal del Manzanares y dentro de la zona urbana. Por ello, independientemente del nivel de dilución, se pretende eliminar este punto de alivio.

Para dar solución a este aspecto se propone aumentar la capacidad de salida del AGMI mediante un nuevo colector.

3.1.1.- Capacidad actual del sistema

Como paso previo, es necesario exponer las capacidades de los colectores que forman parte del sistema actual del AGMI.

En primer lugar se indican los colectores de entrada, las secciones de estos colectores son desconocidas en su mayoría, su capacidad en estos casos se ha obtenido del *Proyecto de Acondicionamiento del Aliviadero General de Margen izquierda del Río Manzanares* redactado por el Ayuntamiento de Madrid. Se indica en cada caso los documentos de los cuales se ha obtenido la información.

- Colector Margen izquierda antiguo:
 - Sección: Desconocida
 - Pendiente: 0,002
 - Capacidad a sección llena 24 m³/s

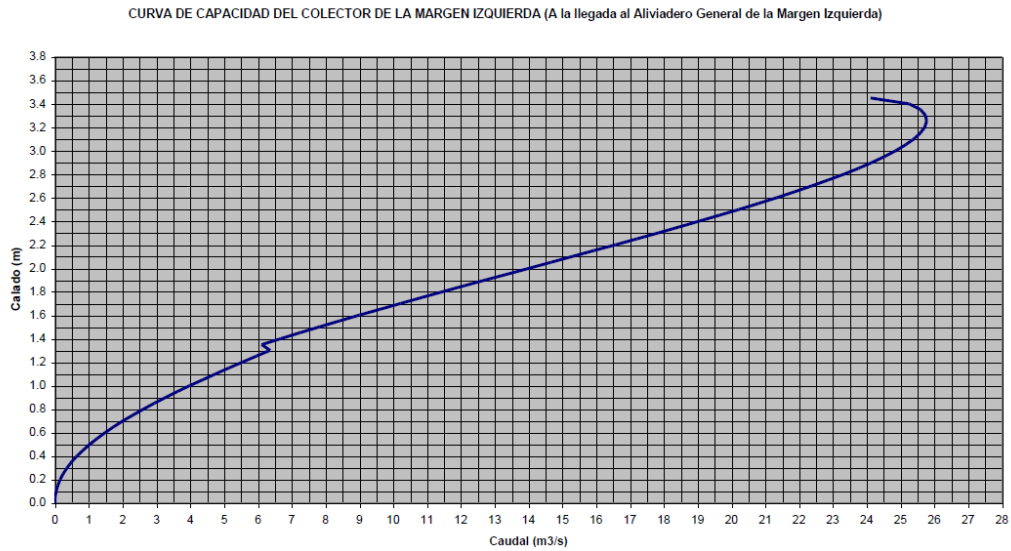


Ilustración 5. Curva de capacidad del CMI A. Fuente; Proyecto de Acondicionamiento del Aliviadero General de Margen izquierda del Río Manzanares

- Margen izquierda nuevo:
 - Sección: Marco a=4 m h=3 m
 - Pendiente: 0,00093

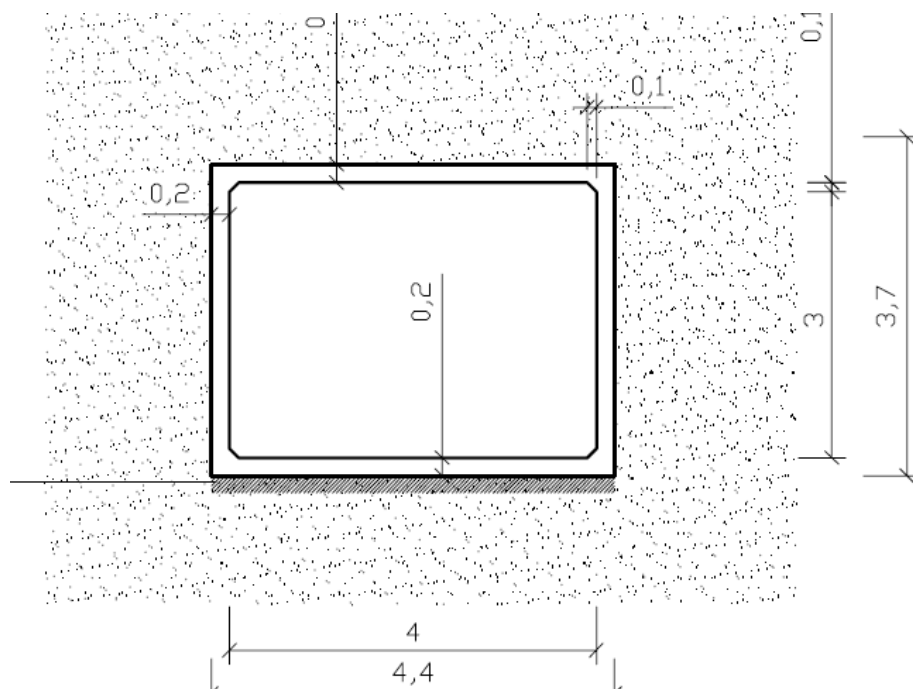


Ilustración 6. Sección del CMI N. Fuente; Proyecto Modificado N°1 del Proyecto de Construcción del Nuevo Colector de Margen Izquierda (Zona Sur). Mayo 2006

- Capacidad a sección llena 30 m³/s

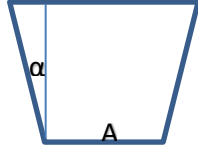
SECCIÓN TRAPEZOIDAL						
A (m) =	4.000					
α (°) =	0.000	(0 para rectangular)				
n =	0.014					
i =	0.00100					
Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
0.1	0.000	0.400	4.200	0.095	0.471	0.188
0.3	0.000	1.200	4.600	0.261	0.922	1.107
0.5	0.000	2.000	5.000	0.400	1.226	2.452
0.7	0.000	2.800	5.400	0.519	1.458	4.082
0.9	0.000	3.600	5.800	0.621	1.644	5.917
1.1	0.000	4.400	6.200	0.710	1.797	7.907
1.3	0.000	5.200	6.600	0.788	1.927	10.020
1.5	0.000	6.000	7.000	0.857	2.038	12.229
1.7	0.000	6.800	7.400	0.919	2.135	14.518
1.9	0.000	7.600	7.800	0.974	2.220	16.872
2.1	0.000	8.400	8.200	1.024	2.295	19.281
2.3	0.000	9.200	8.600	1.070	2.363	21.736
2.5	0.000	10.000	9.000	1.111	2.423	24.231
2.7	0.000	10.800	9.400	1.149	2.478	26.760
2.9	0.000	11.600	9.800	1.184	2.528	29.319
2.95	0.000	11.800	9.900	1.192	2.539	29.963

Tabla 2. Capacidad del CMI N. Elaboración propia

Este colector sin embargo, tiene una serie de quiebros en planta debido a la dificultad que presentó su trazado en una zona con numerosos servicios y con la existencia además de las pilas de uno de los puentes de carreteras sobre el cauce. Por ello, la capacidad del mismo se ve mermada hasta un valor aproximado de 22 m³/s.

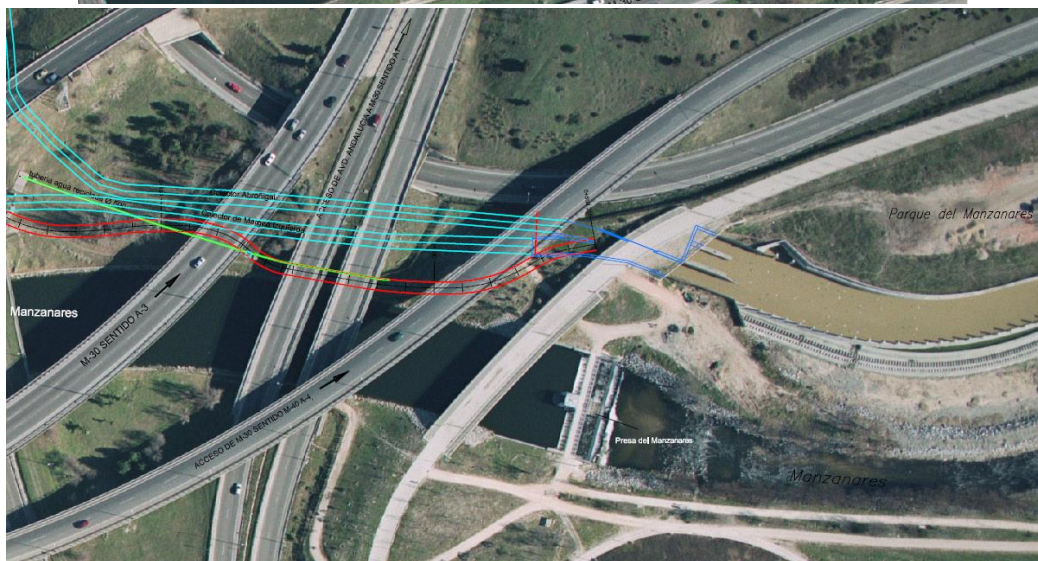


Ilustración 7. Trazado en planta del CMI N. Fuente; Proyecto Modificado N°1 del Proyecto de Construcción del Nuevo Colector de Margen Izquierda (Zona Sur). Mayo 2006

- Colector Abroñigal antiguo:
 - Sección: Desconocida
 - Pendiente: 0,0054
 - Capacidad a sección llena 64 m³/s

CURVA DE CAPACIDAD DEL COLECTOR ABRÑOIGAL ANTIGUO

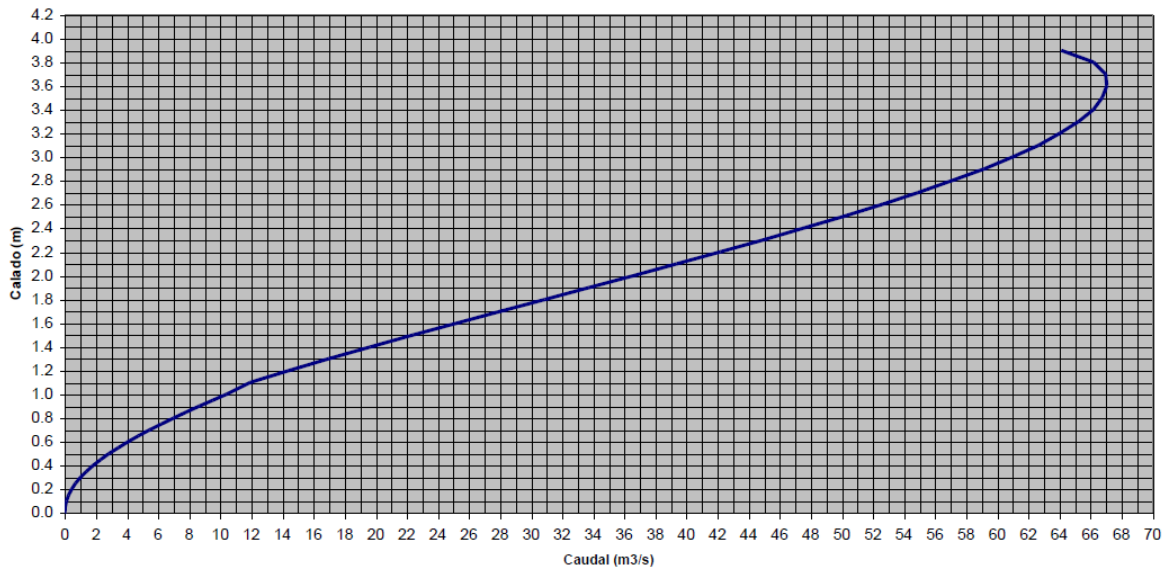


Ilustración 8. Curva de capacidad del Colector Abroñigal A. Fuente; Proyecto de Acondicionamiento del Aliviadero General de Margen izquierda del Río Manzanares

- Colector Abroñigal nuevo (2 colectores gemelos)
 - Sección: Desconocida
 - Pendiente: 0,004
 - Capacidad a sección llena $2 \times 46 = 92 \text{ m}^3/\text{s}$

CURVA DE CAPACIDAD DEL NUEVO COLECTOR ABRÑOIGAL (Un sólo conducto)

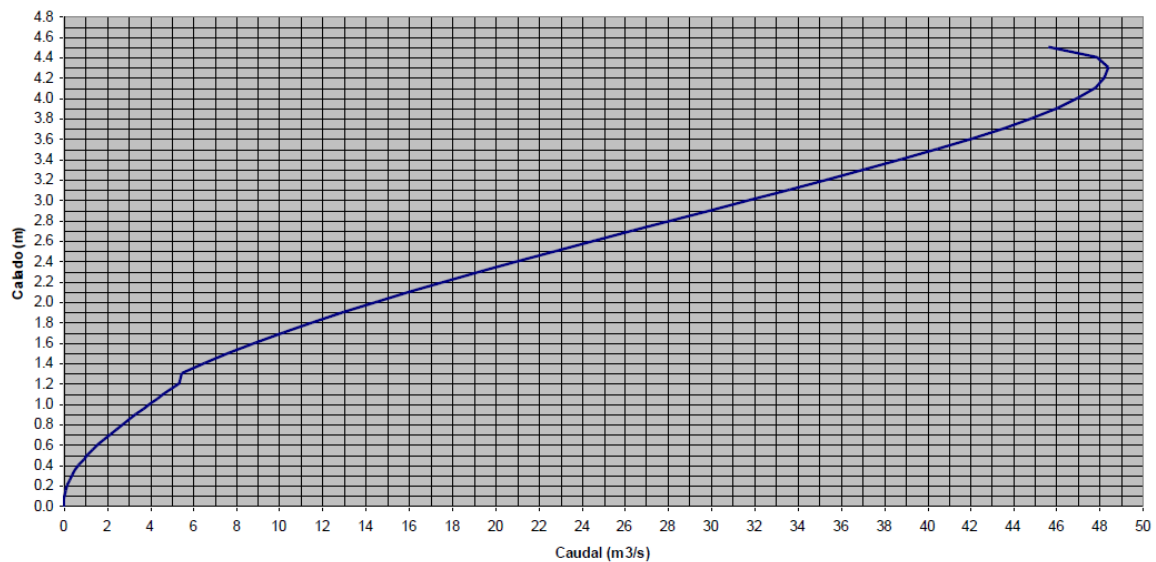


Ilustración 9. Curva de capacidad del Colector Abroñigal N. Fuente; Proyecto de Acondicionamiento del Aliviadero General de Margen izquierda del Río Manzanares

La siguiente tabla resume todos los valores obtenidos.

Colector de entrada al AGMI	Nº de colectores	Capacidad total (m³/s)
Margen izquierda antiguo (CMI A)	1	24
Margen izquierda nuevo (CMI N)	1	22 *
• Abroñigal antiguo	1	64
• Abroñigal nuevo	2	2x46=92
Total	5	202

(*) La capacidad de la sección este colector es de 30 m³/s pero se ve mermada debido a los diversos quiebros del trazado así como a los estrechamientos en algunos de sus puntos.

Tabla 3: Colectores de entrada al AGMI

Actualmente, debido a la existencia del By-pass de Abroñigales, por los colectores Abroñigales tan sólo llegan los caudales inferiores a 6,5 m³/s. Todos los caudales superiores a este valor se desvían por el indicado By-pass hacia el Tanque de Tormentas de Abroñigales.

En cuanto a los colectores de salida se tiene lo siguiente:

- Colector de La China:
 - Sección: Irregular. Ovoide con doble cuna inferior.
 - Pendiente: 0,0007

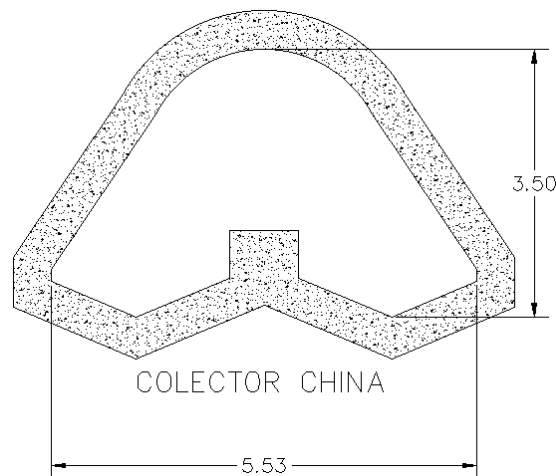


Ilustración 10. Sección del Colector de La China. Fuente; Digitalización propia a partir del PDF del Proyecto de Liquidación al Modificado N°2 del Proyecto de Construcción: Control de DSU en la Margen Izquierda del río Manzanares. Fase I – Proyecto del Estanque de Tormentas de la ERAR de la China. Noviembre 2006

- Capacidad a sección llena 18 m³/s

SECCIÓN IRREGULAR CL CHINA	
n =	0.014
i =	0.00070

Calado (m)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0.5	1.179	5.038	0.234	0.718	0.846
1	3.400	7.220	0.471	1.144	3.889
1.5	5.634	9.594	0.587	1.325	7.467
2	7.649	10.798	0.708	1.502	11.486
2.5	9.329	11.992	0.778	1.598	14.911
3	10.676	13.223	0.807	1.639	17.493
3.5	11.483	15.800	0.727	1.528	17.541

Tabla 4. Capacidad del Colector de LA China. Elaboración propia

- Colector Sur I:
 - Sección: Irregular. Ovoide con plataforma de paso
 - Pendiente: 0,0007

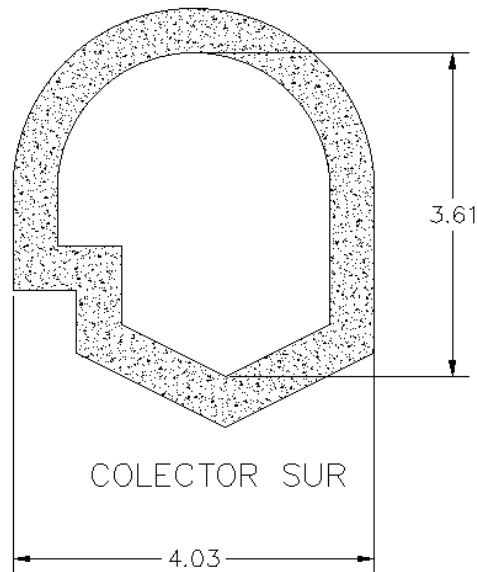


Ilustración 11. Sección del Colector de La China. Fuente; Digitalización propia a partir del PDF del Proyecto de Liquidación al Modificado N°2 del Proyecto de Construcción: Control de DSU en la Margen Izquierda del río Manzanares. Fase I – Proyecto del Estanque de Tormentas de la ERAR de la China. Noviembre 2006

- Capacidad máxima 18 m³/s

SECCIÓN IRREGULAR CL SUR	
n =	0.014
i =	0.00070

Calado (m)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0.1	0.020	0.454	0.045	0.239	0.005
0.2	0.081	0.907	0.090	0.379	0.031
0.3	0.183	1.361	0.135	0.496	0.091
0.4	0.326	1.814	0.179	0.601	0.196
0.5	0.509	2.268	0.224	0.698	0.355
0.6	0.731	2.645	0.276	0.802	0.586
0.7	0.963	2.845	0.338	0.918	0.884
0.8	1.195	3.045	0.392	1.013	1.210
0.9	1.427	3.245	0.440	1.093	1.559
1	1.659	3.445	0.482	1.161	1.926
2	4.362	6.155	0.709	1.502	6.553
3	7.223	8.286	0.872	1.725	12.456
3.1	7.458	8.544	0.873	1.726	12.874
3.2	7.676	8.823	0.870	1.722	13.220
3.3	7.872	9.133	0.862	1.712	13.473
3.4	8.041	9.492	0.847	1.692	13.606
3.5	8.176	9.946	0.822	1.658	13.560
3.6	8.258	10.761	0.767	1.584	13.080
3.61	8.260	11.108	0.744	1.551	12.813

Tabla 5. Capacidad del Colector Sur I. Elaboración propia

- Colectores de Conexión (2 colectores iguales):
 - Sección: Marco a=3 m h=2 m
 - Pendiente: 0,001

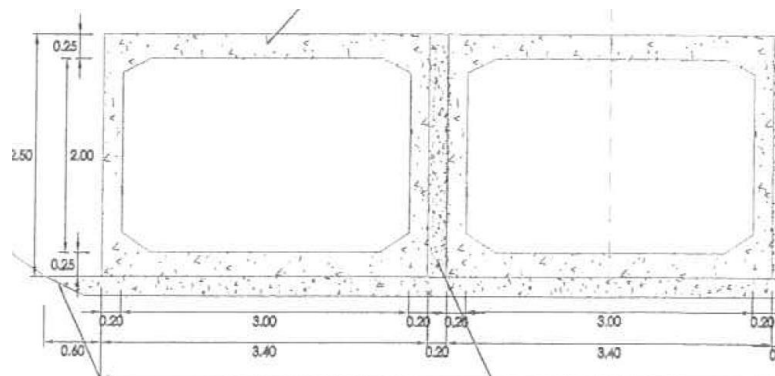
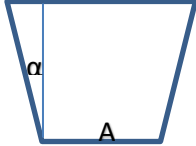


Ilustración 12. Sección del Colector de La China. Fuente; Proyecto de Liquidación al Modificado N°2 del Proyecto de Construcción: Control de DSU en la Margen Izquierda del río Manzanares. Fase I – Proyecto del Estanque de Tormentas de la ERAR de la China. Noviembre 2006

- Capacidad máxima: de la tabla siguiente se desprende que el caudal máximo obtenido del cálculo es de $2 \times 11,5 = 23 \text{ m}^3/\text{s}$ sin embargo en la documentación facilitada por el Ayuntamiento se indica que esta capacidad es inferior, de $18 \text{ m}^3/\text{s}$. Se toma este último valor para quedar del lado de la seguridad.

SECCIÓN TRAPEZOIDAL	
A (m) =	3.000
α (°) =	0.000 (0 para rectangular)
n =	0.014
i =	0.00100



Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0.1	0.000	0.300	3.200	0.094	0.466	0.140
0.2	0.000	0.600	3.400	0.176	0.711	0.426
0.3	0.000	0.900	3.600	0.250	0.896	0.807
0.4	0.000	1.200	3.800	0.316	1.047	1.257
0.5	0.000	1.500	4.000	0.375	1.175	1.762
0.6	0.000	1.800	4.200	0.429	1.284	2.311
0.7	0.000	2.100	4.400	0.477	1.379	2.897
0.8	0.000	2.400	4.600	0.522	1.464	3.513
0.9	0.000	2.700	4.800	0.563	1.539	4.156
1	0.000	3.000	5.000	0.600	1.607	4.821
1.1	0.000	3.300	5.200	0.635	1.668	5.505
1.2	0.000	3.600	5.400	0.667	1.724	6.206
1.3	0.000	3.900	5.600	0.696	1.775	6.921
1.4	0.000	4.200	5.800	0.724	1.821	7.650
1.5	0.000	4.500	6.000	0.750	1.865	8.391
1.6	0.000	4.800	6.200	0.774	1.904	9.141
1.7	0.000	5.100	6.400	0.797	1.941	9.902
1.8	0.000	5.400	6.600	0.818	1.976	10.670
1.9	0.000	5.700	6.800	0.838	2.008	11.446

Tabla 6. Capacidad de los Colectores de Conexión. Elaboración propia

Los valores anteriores se resumen en la siguiente tabla

Colector de salida del AGMI	Nº de colectores	Capacidad total (m³/s)
Colector de La China	1	18 **
Colector Sur (CSI)	1	14
Colectores de Conexión	2	2x9=18
Total	5	50

(**) Esta capacidad no es efectiva, se reduce a la capacidad máxima de tratamiento de la EDAR de La China.

Tabla 7: Colectores de salida del AGMI



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

Además, la capacidad de los colectores de salida se reduce aguas abajo del TT de tormentas de La China.

Colectores aguas abajo del TT de La China	Nº de colectores	Capacidad total (m ³ /s)
Colector de La China	1	18 **
Colector Sur (CSI)	1	14
Total	2	22

(**) Esta capacidad no es efectiva, se reduce a la capacidad máxima de tratamiento de la EDAR de La China.

Tabla 8: Colectores aguas abajo del TT La China

La siguiente figura muestra la capacidad (en m³/s) de los colectores que forman el sistema de estudio. Se han incluido además los colectores del sistema Abroñigales que aunque no forman parte del estudio se tienen en cuenta puesto que el nuevo colector propuesto recoge los excedentes de este sistema y del Colector de la Gavia.

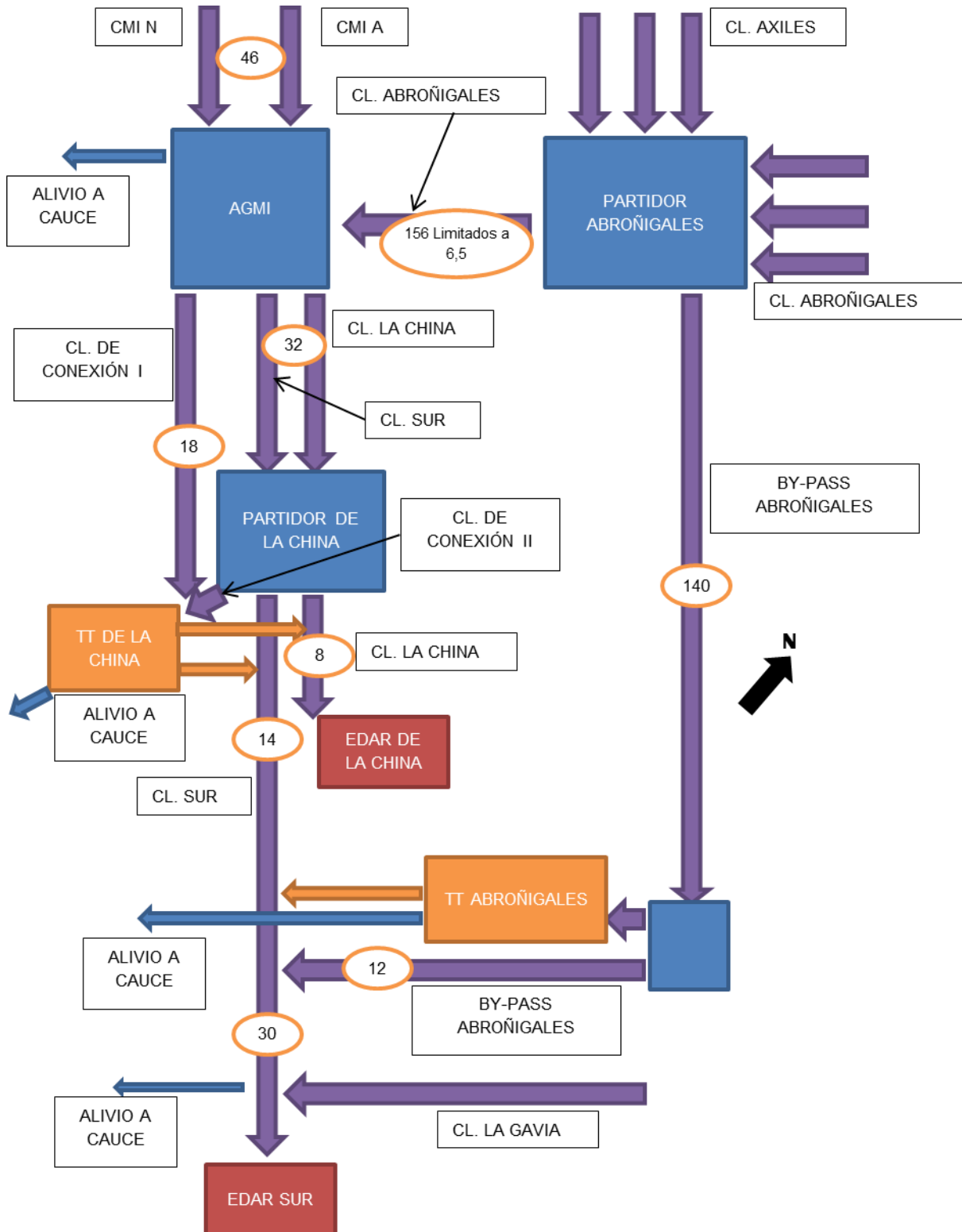


Ilustración 13 Capacidad en m³/s de los colectores en la zona de estudio

3.1.2.- Capacidad del nuevo colector del tanque de tormentas Sur I.

Del apartado anterior se demuestra la insuficiente capacidad de salida de los caudales del AGMI, que a su vez se ve reducida una vez llenado el TT de La China, frente a la capacidad de los colectores de entrada, lo que provoca los vertidos al cauce en este punto.

Para evitar los vertidos en este punto es necesario aumentar la capacidad de desagüe aguas abajo del TT de La china en $30 \text{ m}^3/\text{s}$ aproximadamente de forma que esta cantidad sumada a los $14 \text{ m}^3/\text{s}$ del colector sur más los $2 \text{ m}^3/\text{s}$ de capacidad de tratamiento de la EDAR de la China sean los $46 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal máximo de entrada por el colector de MI (teniendo en cuenta que durante los episodios de pluviales se derivaran los $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ que aportan los Abroñigales a este punto por el by-pass de Abroñigales).

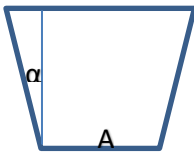
3.1.3.- Ampliación del colector de conexión I

Debido a la dificultad de ejecutar este nuevo colector por la derecha del actual colector sur (para evitar cruces con el mismo) en el inicio del mismo, en el AGMI, se ha optado por ampliar la capacidad de desagüe de este aliviadero mediante dos actuaciones:

- Aumentar la capacidad del colector de conexión mediante un marco de la misma geometría de los dos marcos que actualmente forman este colector
- Modificar el trazado de este colector (y su ampliación) haciéndolo pasar por el partidor de La China antes de llegar al tanque de tormentas de La China. De esta forma, aunque el tanque de La China este lleno, el colector de conexión puede continuar desaguando caudales del AGMI hasta el partidor de la China, donde ya se encuentra el nuevo colector del tanque de tormentas sur.

Este colector de ampliación tendrá una sección tipo en marco de 3 m de ancho y 2 m de altura interior, con una pendiente del 0,1% (la misma con la que cuentan los actuales colectores de conexión). De esta forma la capacidad de este colector de ampliación será:

SECCIÓN TRAPEZOIDAL	
A (m) =	3,000
α (°) =	0,000 (0 para rectangular)
n =	0,014
i =	0,00100



Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0	0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,000	0,600	3,400	0,176	0,711	0,426
0,4	0,000	1,200	3,800	0,316	1,047	1,257
0,6	0,000	1,800	4,200	0,429	1,284	2,311
0,8	0,000	2,400	4,600	0,522	1,464	3,513
1	0,000	3,000	5,000	0,600	1,607	4,821
1,2	0,000	3,600	5,400	0,667	1,724	6,206

1,4	0,000	4,200	5,800	0,724	1,821	7,650
1,6	0,000	4,800	6,200	0,774	1,904	9,141
1,8	0,000	5,400	6,600	0,818	1,976	10,670
1,9	0,000	5,700	6,800	0,838	2,008	11,446

Tabla 9. Capacidad del colector de ampliación del colector de conexión I. Elaboración propia

La capacidad de este nuevo colector es aproximadamente de 11 m³/s. Este colector es idéntico a los dos colectores actuales cuya capacidad se ha estimado en 18 m³/s por la información recibida del Ayuntamiento, por ello, para quedar del lado de la seguridad se adopta una capacidad para este nuevo colector de ampliación de 9 m³/s, por lo que la capacidad total del colector de conexión ampliado será de 27 m³/s.

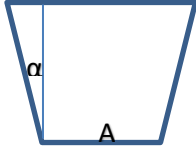
3.1.4.- Colector Tanque de tormentas Sur.

3.1.4.1.- Tramo 1. Partidor de La China – Pozo entrada al túnel. Marco 4x3

Se adopta una sección tipo para este nuevo colector de un marco de 4 m de ancho por 3 m de altura interior y una pendiente del 0.2%. Este colector comenzará en el partidor de La China.

Con estos datos se tiene:

SECCIÓN TRAPEZOIDAL	
A (m) =	4,000
α (°) =	0,000 (0 para rectangular)
n =	0,014
i =	0,00200



Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0	0,000	0,000	4,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,000	0,800	4,400	0,182	1,025	0,820
0,4	0,000	1,600	4,800	0,333	1,536	2,457
0,6	0,000	2,400	5,200	0,462	1,908	4,579
0,8	0,000	3,200	5,600	0,571	2,200	7,039
1	0,000	4,000	6,000	0,667	2,438	9,751
1,2	0,000	4,800	6,400	0,750	2,637	12,657
1,4	0,000	5,600	6,800	0,824	2,807	15,717
1,5	0,000	6,000	7,000	0,857	2,882	17,294
1,6	0,000	6,400	7,200	0,889	2,953	18,900
1,8	0,000	7,200	7,600	0,947	3,081	22,185
1,95	0,000	7,800	7,900	0,987	3,167	24,705
2	0,000	8,000	8,000	1,000	3,194	25,555
2,1	0,000	8,400	8,200	1,024	3,246	27,267
2,2	0,000	8,800	8,400	1,048	3,295	28,996
2,3	0,000	9,200	8,600	1,070	3,341	30,740
2,4	0,000	9,600	8,800	1,091	3,385	32,498
2,5	0,000	10,000	9,000	1,111	3,427	34,268

2,6	0,000	10,400	9,200	1,130	3,466	36,051
2,7	0,000	10,800	9,400	1,149	3,504	37,845
2,8	0,000	11,200	9,600	1,167	3,540	39,649
2,9	0,000	11,600	9,800	1,184	3,574	41,464

Tabla 10. Capacidad del nuevo colector del tanque de tormentas Sur I. Sección marco 4x3. Elaboración propia.

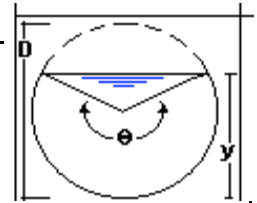
La capacidad de la nueva sección es superior a los 41 m³/s.

3.1.4.2.- Tramo 2. Túnel Ø3000

En el tramo en túnel se adopta una sección de 3 m de diámetro interior una pendiente del 0,7%, la capacidad en este caso es la siguiente:

SECCIÓN CIRCULAR

D (m) =	3.000	Q (sección llena) =	34.25 m ³ /s
R (m) =	2.000	V (sección llena) =	4.84 m/s
n =	0.014	Q (MAX) =	37.5 m ³ /s
i =	0.00700	V (MAX) =	5.62 m/s



Ángulo (°)	Ángulo (rad)	Sm (m ²)	Pm (m)	RH (m)	y (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	y/D
5	0.087	0.000	0.175	0.001	0.002	0.059	0.000	0.000
20	0,349	0,008	0,524	0,015	0,023	0,366	0,003	0,008
40	0,698	0,062	1,047	0,059	0,090	0,910	0,057	0,030
60	1,047	0,204	1,571	0,130	0,201	1,532	0,312	0,067
80	1,396	0,463	2,094	0,221	0,351	2,185	1,011	0,117
100	1,745	0,856	2,618	0,327	0,536	2,835	2,426	0,179
120	2,094	1,382	3,142	0,440	0,750	3,457	4,777	0,250
140	2,443	2,026	3,665	0,553	0,987	4,025	8,153	0,329
160	2,793	2,757	4,189	0,658	1,240	4,522	12,465	0,413
180	3,142	3,534	4,712	0,750	1,500	4,933	17,435	0,500
200	3,491	4,312	5,236	0,823	1,760	5,250	22,638	0,587
220	3,840	5,043	5,760	0,876	2,013	5,469	27,581	0,671
240	4,189	5,687	6,283	0,905	2,250	5,592	31,798	0,750
260	4,538	6,213	6,807	0,913	2,464	5,623	34,938	0,821
280	4,887	6,606	7,330	0,901	2,649	5,575	36,830	0,883
300	5,236	6,865	7,854	0,874	2,799	5,463	37,503	0,933
320	5,585	7,006	8,378	0,836	2,910	5,305	37,167	0,970
340	5,934	7,061	8,901	0,793	2,977	5,121	36,157	0,992
360	6,283	7,069	9,425	0,750	3,000	4,933	34,871	1,000

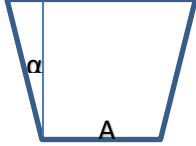
Tabla 11. Capacidad del nuevo colector del tanque de tormentas Sur I. Sección circular ø3000. Elaboración propia.

La capacidad máxima de este tramo es aproximadamente de 37 m³/s.

3.1.4.3.- Tramo 3. Pozo de salida del túnel-Aliviadero del TT de Abroñigales. Marco 4x3

Desde la salida del túnel hasta el encuentro con el aliviadero del tanque de tormentas de Abroñigales el colector del tanque de tormentas Sur I tendrá una sección en marco de 4 m de ancho por 3 m de altura interior y una pendiente del 0,16%. Con ello la capacidad queda por encima de los 41 m³/s.

SECCIÓN TRAPEZOIDAL	
A (m) =	4,000
α (°) =	0,000 (0 para rectangular)
n =	0,014
i =	0,00160



Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0	0,000	0,000	4,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,000	0,800	4,400	0,182	0,917	0,734
0,4	0,000	1,600	4,800	0,333	1,374	2,198
0,6	0,000	2,400	5,200	0,462	1,706	4,095
0,8	0,000	3,200	5,600	0,571	1,967	6,296
1	0,000	4,000	6,000	0,667	2,180	8,722
1,2	0,000	4,800	6,400	0,750	2,359	11,321
1,4	0,000	5,600	6,800	0,824	2,510	14,057
1,5	0,000	6,000	7,000	0,857	2,578	15,469
1,6	0,000	6,400	7,200	0,889	2,641	16,905
1,8	0,000	7,200	7,600	0,947	2,756	19,843
1,95	0,000	7,800	7,900	0,987	2,833	22,097
2	0,000	8,000	8,000	1,000	2,857	22,857
2,1	0,000	8,400	8,200	1,024	2,903	24,389
2,2	0,000	8,800	8,400	1,048	2,947	25,935
2,3	0,000	9,200	8,600	1,070	2,989	27,495
2,4	0,000	9,600	8,800	1,091	3,028	29,067
2,5	0,000	10,000	9,000	1,111	3,065	30,650
2,6	0,000	10,400	9,200	1,130	3,100	32,245
2,7	0,000	10,800	9,400	1,149	3,134	33,850
2,8	0,000	11,200	9,600	1,167	3,166	35,463
2,9	0,000	11,600	9,800	1,184	3,197	37,086
2,95	0,000	11,800	9,900	1,192	3,212	37,901

Tabla 12. Capacidad del nuevo colector del tanque de tormentas Sur I. Sección marco 4x2.5. Elaboración propia

3.2.- NUEVO COLECTOR ABRONIGALES-SUR. COLECTOR DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR II.

Este nuevo colector permitirá transportar los excedentes que no se almacenen en el TT de Abroñigales junto con los excedentes de la AGMI (todos ellos por debajo de los criterios de dilución) hasta el nuevo tanque de tormentas Sur.

El punto de conexión se realiza sobre el propio aliviadero del TT de Abroñigales puesto que este tiene capacidad para aliviar todos los caudales que llegan por el by-pass y, además, está situado al otro lado de la L.A.V., con lo que no será necesario realizar un nuevo cruce bajo las vías.

3.2.1.- Capacidad actual del sistema

La capacidad de los colectores que forman parte del sistema del Abroñigales-Sur es:

Colector	Nº de colectores	Capacidad total (m³/s)
By-Pass Abroñigales	1	140
Derivación Abroñigales -Colector Sur	1	12
Colector sur, aguas abajo de Abroñigales	1	30

Tabla 13 Capacidad actual de los colectores. Fuente, caudales estimados a partir de conversaciones con el Ayuntamiento

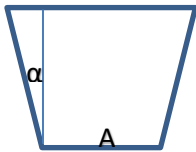
3.2.2.- Capacidad del nuevo colector del tanque de tormentas Sur II

De acuerdo con la tabla anterior y con las capacidades indicadas en la ilustración anterior la capacidad que debe tener este colector es aquella que permita transportar los 64,1 m³/s que viene por el by-pass de Abroñigales hasta que se alcanza el nivel de dilución (según apartado 2.2.1 de este documento), pero también tiene que poder transportar el exceso de caudales del AGMI que vienen por el nuevo colector del tanque de tormentas Sur I, anteriormente definido, y cuya capacidad finalmente es de 41 m³/s, con lo que la capacidad de este colector deberá ser aproximadamente de 105 m³/s.

Se adopta, por analogía con el colector del tanque de tormentas Sur I, una sección formada por 2 marcos gemelos de 4 m de ancho por 3 m de altura interior. La pendiente de este nuevo colector será del 0.35 %.

Con ello se tiene:

SECCIÓN TRAPEZOIDAL	
A (m) =	4,000
α (°) =	0,000 (0 para rectangular)
n =	0,014
i =	0,00350



Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0	0,000	0,000	4,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,000	0,800	4,400	0,182	1,356	1,085
0,4	0,000	1,600	4,800	0,333	2,032	3,250
0,6	0,000	2,400	5,200	0,462	2,524	6,057
0,8	0,000	3,200	5,600	0,571	2,910	9,312
1	0,000	4,000	6,000	0,667	3,225	12,899

1,2	0,000	4,800	6,400	0,750	3,488	16,744
1,4	0,000	5,600	6,800	0,824	3,713	20,791
1,6	0,000	6,400	7,200	0,889	3,907	25,003
1,8	0,000	7,200	7,600	0,947	4,076	29,348
1,9	0,000	7,600	7,800	0,974	4,153	31,564
2	0,000	8,000	8,000	1,000	4,226	33,806
2,2	0,000	8,800	8,400	1,048	4,359	38,358
2,4	0,000	9,600	8,800	1,091	4,478	42,990
2,6	0,000	10,400	9,200	1,130	4,586	47,691
2,9	0,000	11,600	9,800	1,184	4,729	54,851

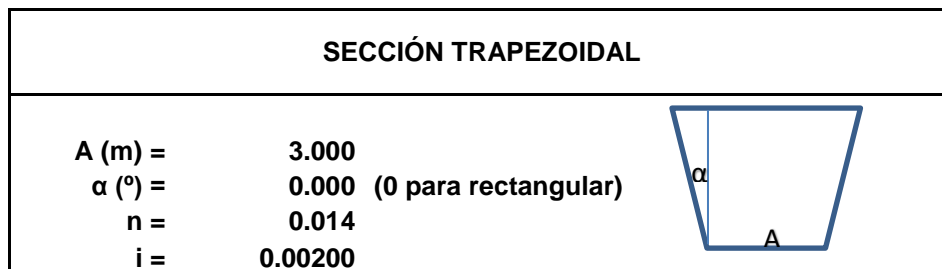
Tabla 14. Capacidad del nuevo colector del tanque de tormentas Sur II. Elaboración propia

La capacidad a 2,9 m es aproximadamente de 109 m³/s, suficiente para los caudales que circularán por este colector, sin embargo, debido a la proximidad de este colector con el tanque de tormentas, se adopta una sección en marco de 4 m de ancho por 4 m de altura interior, para evitar la entrada en carga del mismo en los casos en los que el tanque de tormentas sur esté lleno y aliviado al cauce a través de su aliviadero de emergencia.

3.3.- CONEXIÓN ALIVIADERO DE LA GAVIA-TANQUE DE TORMENTAS SUR.

Debido a la proximidad del aliviadero de La Gavia con el nuevo tanque de tormentas Sur este colector se reduce prácticamente a una sección de control para poder controlar los caudales de entrada. Su longitud aproximada es de tan sólo 8 m.

L sección de este colector es mediante 2 marcos de 3 m de ancho por 2 m de altura interior con una pendiente del 0,2 %. Con ello se obtiene lo siguiente:



Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000
0.2	0.000	0.600	3.400	0.176	1.005	0.603
0.4	0.000	1.200	3.800	0.316	1.481	1.778
0.6	0.000	1.800	4.200	0.429	1.816	3.268
0.8	0.000	2.400	4.600	0.522	2.070	4.969
1	0.000	3.000	5.000	0.600	2.272	6.817
1.2	0.000	3.600	5.400	0.667	2.438	8.776
1.4	0.000	4.200	5.800	0.724	2.576	10.819
1.6	0.000	4.800	6.200	0.774	2.693	12.928
1.8	0.000	5.400	6.600	0.818	2.794	15.090
1.9	0.000	5.700	6.800	0.838	2.840	16.187
1.95	0.000	5.850	6.900	0.848	2.861	16.740

Tabla 15. Capacidad del colector de conexión entre el aliviadero de La Gavia y el tanque de tormentas Sur

La capacidad de los dos marcos es aproximadamente de 33,5 m³/s suficiente para vehicular los caudales hasta alcanzar el criterio de dilución de esta cuenca (32,5 m³/s según apartado 2.2.2 de este documento). Sin embargo, de la misma forma que para el colector del tanque de tormentas Sur II, debido a la proximidad de este colector con el tanque de tormentas, se adopta una sección en marco de 3 m de ancho por 3 m de altura interior, para evitar la entrada en carga del mismo en los casos en los que el tanque de tormentas sur esté lleno y aliviado al cauce a través de su aliviadero de emergencia.

Además, dada la corta longitud de este colector, los caudales circulantes se verán influenciados por los condicionantes hidráulicos aguas arriba y aguas abajo, por lo que los valores aquí obtenidos son orientativos.

3.4.- OTROS COLECTORES

3.4.1.- Nuevo colector de conexión II

El nuevo colector de conexión II, de entrada al tanque de tormentas de La China desde el partidor de La China estará compuesto por 5 marcos (de la misma forma que en la situación actual al TT de La China llegan 5 marcos) de 3 m de ancho por 2 m de altura interior, con una pendiente del 0,18 %, por lo que la capacidad del mismo será aproximadamente de 5x15=75 m³/s.

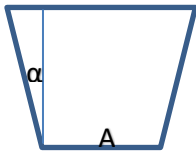
SECCIÓN TRAPEZOIDAL						
A (m) =	3,000					
α (°) =	0,000 (0 para rectangular)					
n =	0,014					
i =	0,00180					
Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0	0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,000	0,600	3,400	0,176	0,953	0,572
0,4	0,000	1,200	3,800	0,316	1,405	1,686
0,6	0,000	1,800	4,200	0,429	1,723	3,101
0,8	0,000	2,400	4,600	0,522	1,964	4,714
1	0,000	3,000	5,000	0,600	2,156	6,467
1,2	0,000	3,600	5,400	0,667	2,313	8,326
1,4	0,000	4,200	5,800	0,724	2,444	10,264
1,6	0,000	4,800	6,200	0,774	2,555	12,264
1,8	0,000	5,400	6,600	0,818	2,651	14,315
1,9	0,000	5,700	6,800	0,838	2,694	15,357

Tabla 16. Capacidad del nuevo colector de conexión II. Elaboración propia

3.4.2.- Colector Sur N

Debido al precario estado del actual colector Sur en su tramo desde la EDAR de La China hasta aguas abajo del nudo M40-A4 (Nudo Supersur) se incluye en el siguiente proyecto

la ejecución de un nuevo tramo del colector sur, que anule el anterior, con comienzo en el Partidor de La China y final en un pozo de conexión existente situado aguas abajo del nudo Supersur.

3.4.2.1.- Colector Sur N. Tramo 1

Este nuevo colector, con un trazado paralelo al colector del tanque de tormentas sur tramo 1, se ha diseñado con una sección en marco de 2 m de ancho por 3 m de altura interior y con una plataforma visitable, de forma que queda una cuna para los caudales bajos de 1.4 m de ancho por 1 de altura. La pendiente de este tramo será la misma que la del primer tramo del colector del tanque de tormentas sur, un 0,2 %. Este tramo finaliza aguas arriba del nudo supersur.

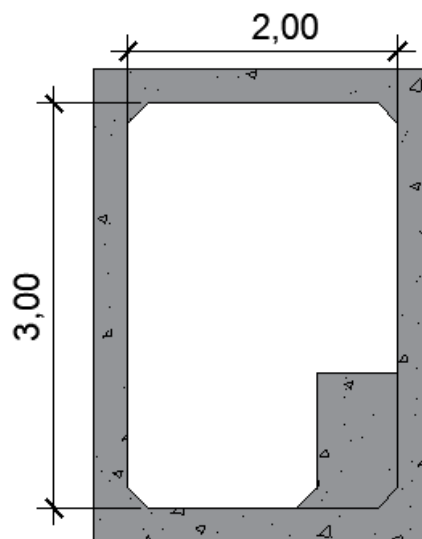


Ilustración 14. Sección de nuevo colector Sur

La capacidad de esta sección se calcula en la siguiente tabla.

SECCIÓN IRREGULAR CL SUR N					
Ancho 1 = 1,500 m					
Ancho 2 = 2,000 m					
n = 0,014					
i = 0,00200					
Calado (m)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0,1	0,150	1,700	0,088	0,633	0,095
0,2	0,300	1,900	0,158	0,933	0,280
0,3	0,450	2,100	0,214	1,144	0,515
0,4	0,600	2,300	0,261	1,304	0,783
0,5	0,750	2,500	0,300	1,432	1,074
0,6	0,900	2,700	0,333	1,536	1,382
0,7	1,050	2,900	0,362	1,623	1,704
0,8	1,200	3,100	0,387	1,697	2,036

0,9	1,350	3,300	0,409	1,760	2,376
1	1,500	3,500	0,429	1,816	2,724
1,1	1,700	4,200	0,405	1,748	2,971
1,2	1,900	4,400	0,432	1,825	3,467
1,3	2,100	4,600	0,457	1,894	3,977
1,4	2,300	4,800	0,479	1,956	4,499
1,5	2,500	5,000	0,500	2,012	5,031
1,6	2,700	5,200	0,519	2,064	5,572
1,7	2,900	5,400	0,537	2,111	6,121
1,8	3,100	5,600	0,554	2,154	6,676
1,9	3,300	5,800	0,569	2,193	7,238
2	3,500	6,000	0,583	2,230	7,805
2,1	3,700	6,200	0,597	2,264	8,378
2,2	3,900	6,400	0,609	2,296	8,954
2,3	4,100	6,600	0,621	2,326	9,535
2,4	4,300	6,800	0,632	2,353	10,120
2,5	4,500	7,000	0,643	2,379	10,707
2,6	4,700	7,200	0,653	2,404	11,298
2,7	4,900	7,400	0,662	2,427	11,891
2,8	5,100	7,600	0,671	2,448	12,487
2,9	5,300	7,800	0,679	2,469	13,085
2,95	5,400	7,900	0,684	2,479	13,385

Tabla 17. . Capacidad del nuevo Colector Sur N tramo 1. Elaboración propia

Se obtiene una capacidad del orden de 13 m³/s, similar a la que se en la actualidad.

3.4.2.2.- Colector Sur N. Tramo 2

El tramo 2 del nuevo colector Sur es el que discurre por debajo del nudo supersur, se trata de un tramo en túnel. Se adopta una sección de 2,5 m de diámetro interior una pendiente del 0,28%, la capacidad en este caso es la siguiente:

SECCIÓN CIRCULAR

D (m) =	2,500	Q (sección llena) =	13,320 m ³ /s
R (m) =	1,250	V (sección llena) =	2,713 m/s
n =	0,014	Q (MAX) =	14,586 m ³ /s
i =	0,00280	V (MAX) =	3,149 m/s

Ángulo (°)	Ángulo (rad)	Sm (m ²)	Pm (m)	RH (m)	y (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	y/D
5	0,087	0,000	0,109	0,001	0,001	0,032	0,000	0,000
20	0,349	0,006	0,436	0,013	0,019	0,205	0,001	0,008
40	0,698	0,043	0,873	0,050	0,075	0,510	0,022	0,030
60	1,047	0,142	1,309	0,108	0,167	0,858	0,121	0,067
80	1,396	0,321	1,745	0,184	0,292	1,224	0,393	0,117
100	1,745	0,594	2,182	0,272	0,447	1,588	0,944	0,179
120	2,094	0,960	2,618	0,367	0,625	1,936	1,858	0,250

140	2,443	1,407	3,054	0,461	0,822	2,254	3,171	0,329
160	2,793	1,914	3,491	0,548	1,033	2,532	4,848	0,413
180	3,142	2,454	3,927	0,625	1,250	2,763	6,781	0,500
200	3,491	2,994	4,363	0,686	1,467	2,941	8,805	0,587
220	3,840	3,502	4,800	0,730	1,678	3,063	10,727	0,671
240	4,189	3,949	5,236	0,754	1,875	3,132	12,367	0,750
260	4,538	4,315	5,672	0,761	2,053	3,149	13,589	0,821
280	4,887	4,587	6,109	0,751	2,208	3,123	14,325	0,883
300	5,236	4,767	6,545	0,728	2,333	3,060	14,586	0,933
320	5,585	4,866	6,981	0,697	2,425	2,971	14,456	0,970
340	5,934	4,903	7,418	0,661	2,481	2,868	14,063	0,992
360	6,283	4,909	7,854	0,625	2,500	2,763	13,563	1,000

Tabla 18. . Capacidad del nuevo Colector Sur N tramo 2. Elaboración propia

Se obtiene una capacidad del orden de 14 m³/s

3.4.2.3.- Colector Sur N. Tramo 3

Se trata del tramo desde el final del túnel hasta la conexión con el colector Sur actual. La sección del tramo es un marco de 3x3 interior con una plataforma para hacerlo visitable y la pendiente es del 0,05 % por lo que su capacidad es:

SECCIÓN IRREGULAR CL SUR N	
Ancho 1 =	2,500 m
Ancho 2 =	3,000 m
n =	0,014
i =	0,00050

Calado (m)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0,1	0,250	2,700	0,093	0,327	0,082
0,2	0,500	2,900	0,172	0,495	0,247
0,3	0,750	3,100	0,242	0,620	0,465
0,4	1,000	3,300	0,303	0,721	0,721
0,5	1,250	3,500	0,357	0,804	1,005
0,6	1,500	3,700	0,405	0,875	1,312
0,7	1,750	3,900	0,449	0,936	1,638
0,8	2,000	4,100	0,488	0,990	1,979
0,9	2,250	4,300	0,523	1,037	2,334
1	2,500	4,500	0,556	1,079	2,698
1,1	2,800	5,200	0,538	1,057	2,960
1,2	3,100	5,400	0,574	1,103	3,420
1,3	3,400	5,600	0,607	1,145	3,894
1,4	3,700	5,800	0,638	1,184	4,379
1,5	4,000	6,000	0,667	1,219	4,876
1,6	4,300	6,200	0,694	1,251	5,381
1,7	4,600	6,400	0,719	1,282	5,895
1,8	4,900	6,600	0,742	1,310	6,417



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

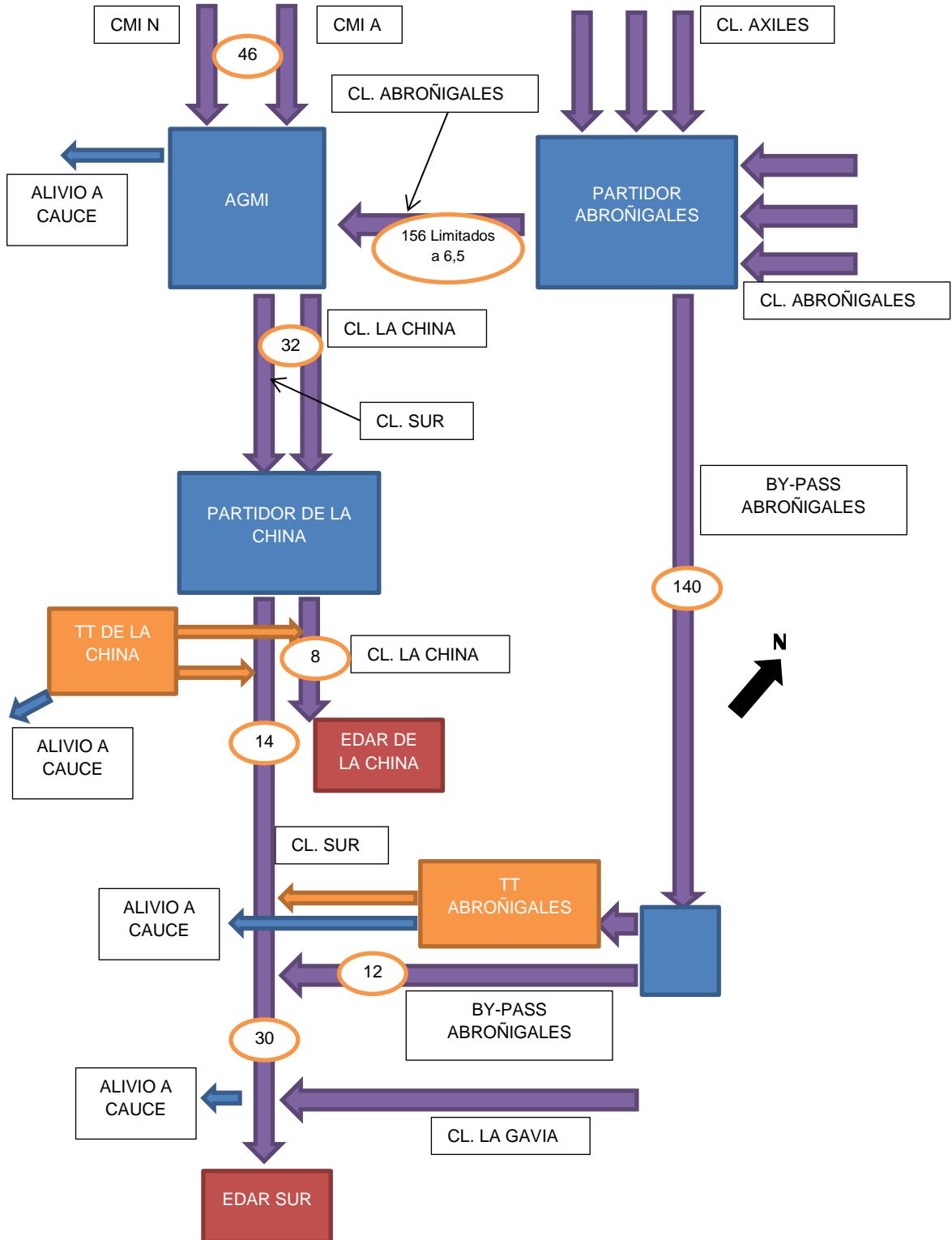
1,9	5,200	6,800	0,765	1,336	6,945
2	5,500	7,000	0,786	1,360	7,480
2,1	5,800	7,200	0,806	1,383	8,020
2,2	6,100	7,400	0,824	1,404	8,565
2,3	6,400	7,600	0,842	1,424	9,116
2,4	6,700	7,800	0,859	1,443	9,670
2,5	7,000	8,000	0,875	1,461	10,228
2,6	7,300	8,200	0,890	1,478	10,790
2,7	7,600	8,400	0,905	1,494	11,355
2,8	7,900	8,600	0,919	1,509	11,923
2,9	8,200	8,800	0,932	1,524	12,495
2,95	8,350	8,900	0,938	1,531	12,781

Tabla 19. . Capacidad del nuevo Colector Sur N tramo 3. Elaboración propia

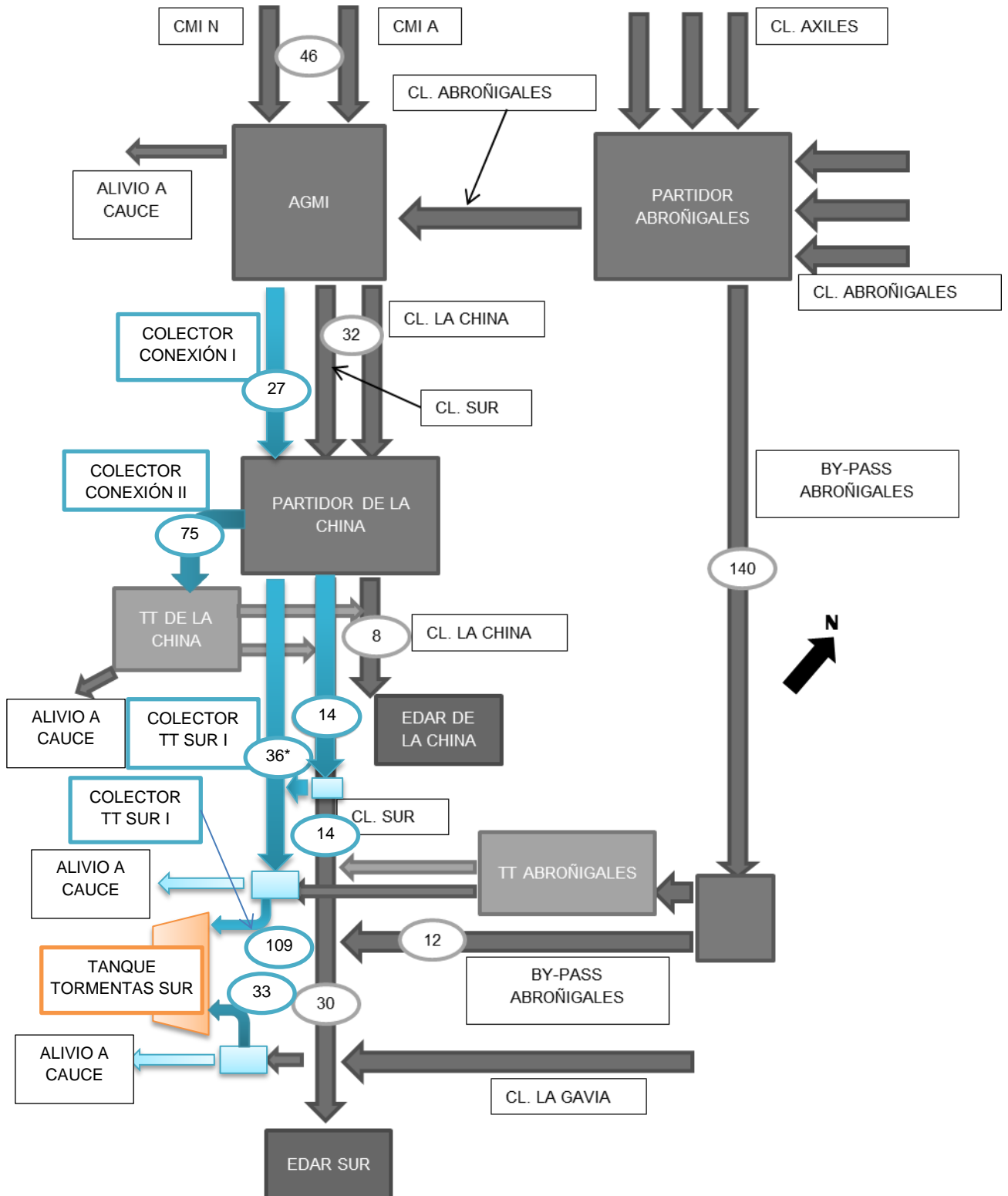
Se obtiene una capacidad del orden de 13 m³/s

4.- ESQUEMAS RESUMEN DEL SISTEMA

Se muestran a continuación dos esquemas del sistema de saneamiento del ámbito de estudio, en primer lugar la situación actual y posteriormente la situación con las infraestructuras incluidas en el proyecto.



Situación actual del sistema. Datos de capacidades en m³/s



Situación actual futura. Datos de capacidades en m^3/s

(*) Se indica la menor de las diferentes capacidades de sus tramos



5.- RESUMEN DE COTAS

Se indica a continuación un cuadro resumen con los principales datos hidráulicos de las nuevas infraestructuras planificadas.

Con fondo azul se indican los colectores y con fondo gris las arquetas o cámaras.



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

NOMBRE	PUNTO INICIO	COTA RASANTE INICIO (m)	SECCIÓN	N	ANCHO (m)	ALTO (m)	DIÁMETRO (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE	PUNTO FIN	COTA RASANTE FIN (m)
AMPLIACIÓN COLECTOR CONEXIÓN	AGMI	565,15	MARCO	1	3	2	-	552,27	0,001	P1.MOD COLECTORES DE CONEXIÓN	564,6
AMPLIACIÓN COLECTOR CONEXIÓN	P1.MOD COLECTORES DE CONEXIÓN	564,60	MARCO	3	3	2	-	107,57	0,001	PARTIDOR DE LA CHINA	564,49
PARTIDOR DE LA CHINA	PARTIDOR DE LA CHINA	564,49	ARQUETA/ PUNTO SINGULAR	-	-	-	-	-	-	PARTIDOR DE LA CHINA	562,6
CL TT SUR I. TRAMO 1	PARTIDOR DE LA CHINA	562,60	MARCO	1	4	3	-	1317,17	0,002	POZO ENTRADA TÚNEL AA	559,97
POZO ENTRADA TÚNEL AA	POZO ENTRADA TÚNEL AA	559,97	ARQUETA/ PUNTO SINGULAR	-	-	-	-	20	Resalto	POZO ENTRADA TÚNEL AO	559,6
CL TT SUR I. TRAMO 2	POZO ENTRADA TÚNEL AO	559,6	CIRCULAR	1	-	-	3	661,05	0,007	POZO SALIDA TÚNEL AA	554,97
POZO SALIDA TÚNEL AA	POZO SALIDA TÚNEL AA	554,97	ARQUETA/ PUNTO SINGULAR	-	-	-	-	20	0,001	POZO SALIDA TÚNEL AO	554,95



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

NOMBRE	PUNTO INICIO	COTA RASANTE INICIO (m)	SECCIÓN	N	ANCHO (m)	ALTO (m)	DIÁMETRO (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE	PUNTO FIN	COTA RASANTE FIN (m)
CL TT SUR I. TRAMO 3	POZO SALIDA TÚNEL AO	554,95	MARCO	1	4	3	-	1051,07	0,0016	CÁMARA COLECTOR TT SUR - ALIV ABRONIGALES	553,27
CÁMARA COLECTOR TT SUR - ALIV ABRONIGALES	CÁMARA COLECTOR TT SUR - ALIV ABRONIGALES	553,27	ARQUETA/ PUNTO SINGULAR	-	-	-	-	30	0,0023	CÁMARA COLECTOR TT SUR - ALIV ABRONIGALES	553,2
CÁMARA COLECTOR TT SUR - ALIV ABRONIGALES	CÁMARA COLECTOR TT SUR - ALIV ABRONIGALES	553,2	ARQUETA/ PUNTO SINGULAR	-	-	-	-	73,2	0,001	CÁMARA COLECTOR TT SUR - ALIV ABRONIGALES	553,13
CL TT SUR II	CÁMARA COLECTOR TT SUR - ALIV ABRONIGALES	553,13	MARCO	2	4	4	-	69,43	0,0035	CÁMARA ENTRADA N TT SUR	552,89
CÁMARA ENTRADA N TT SUR	CÁMARA ENTRADA N TT SUR	552,89	ARQUETA/ PUNTO SINGULAR	-	-	-	-	44,24	0,001	TANQUE TORMENTAS SUR	552,85
CÁMARA CONEXIÓN ALIVIADERO DE LA GAVIA	CÁMARA CONEXIÓN ALIVIADERO DE LA GAVIA	554,76	ARQUETA/ PUNTO SINGULAR	-	-	-	-	24,07	0,001	COLECTOR CONEXIÓN ALIV.GAVIA-TT SUR	554,74



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

NOMBRE	PUNTO INICIO	COTA RASANTE INICIO (m)	SECCIÓN	N	ANCHO (m)	ALTO (m)	DIÁMETRO (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE	PUNTO FIN	COTA RASANTE FIN (m)
COLECTOR CONEXIÓN ALIV.GAVIA-TT SUR	CÁMARA CONEXIÓN ALIVIADERO DE LA GAVIA	554,74	MARCO	2	3	3	-	9,95	0,002	CÁMARA ENTRADA S TT SUR	554,72
CÁMARA ENTRADA S TT SUR	CÁMARA ENTRADA S TT SUR	554,72	ARQUETA/ PUNTO SINGULAR	-	-	-	-	40	0,001	TANQUE TORMENTAS SUR	554,68
COLECTOR SUR N TRAMO 1	PARTIDOR DE LA CHINA	562,60	MARCO	1	2	3	-	1318,42	0,002	POZO ENTRADA TÚNEL AA	559,96
COLECTOR SUR N TRAMO 2	POZO ENTRADA TÚNEL AO	559,96	CIRCULAR	1	-	-	2,5	655,62	0,0028	POZO SALIDA TÚNEL AA	558,12
COLECTOR SUR N TRAMO 3	POZO SALIDA TÚNEL AO	558,12	MARCO	1	3	3	-	114,76	0,0005	POZO COLECTOR SUR	558,06

6.- OTROS DIMENSIONAMIENTOS HIDRÁULICOS

6.1.- DIMENSIONAMIENTOS DE LOS VERTIDOS DE LAS CÁMARAS

Se realiza en el siguiente apartado un primer dimensionamiento de los aliviaderos de las dos cámaras (Abroñigales y Gavia) de conexión con el Tanque de Tormentas Sur.

Se va utilizar la ecuación vertedero en pared fina con la siguiente expresión:

$$Q = C \cdot L \cdot h^{3/2}$$

Dónde:

Q; caudal vertido en m³/s

C; coeficiente del vertedero, se toma 1,8 quedando del lado de la seguridad puesto que en vertederos en pared delgada son habituales valores superiores, llegando incluso a 2,1.

L; longitud de vertido; altura de carga, esto es, la diferencia entre la cota de la lámina de agua en un punto alejado del vertido y la cota del vertedero.

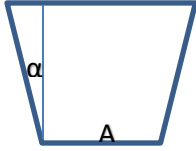
6.1.1.- Cámara del aliviadero de Abroñigales

En este caso la cota de vertido se sitúa a 1,5 m sobre la solera del nuevo canal, siendo la altura del marco aguas arriba del canal (marco existente actualmente) de 3,5 m.

En primer lugar se calcula el caudal que pasa por el canal sin realizar vertido lateral a la cámara, esto es, con las compuertas abiertas.

El canal tiene 5,4 m de ancho y una pendiente del 0,5% con lo que el caudal antes de verter será de 40 m³/s aproximadamente.

SECCIÓN TRAPEZOIDAL	
A (m) =	5,400
α (°) =	0,000 (0 para rectangular)
n =	0,014
i =	0,00500



Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0	0,000	0,000	5,400	0,000	0,000	0,000
0,2	0,000	1,080	5,800	0,186	1,647	1,779
0,4	0,000	2,160	6,200	0,348	2,501	5,402
0,6	0,000	3,240	6,600	0,491	3,143	10,184
0,8	0,000	4,320	7,000	0,617	3,661	15,816
1	0,000	5,400	7,400	0,730	4,094	22,107
1,2	0,000	6,480	7,800	0,831	4,464	28,924
1,4	0,000	7,560	8,200	0,922	4,784	36,170
1,5	0,000	8,100	8,400	0,964	4,930	39,931

Tabla 20. Caudal en el vertido de la cámara del aliviadero de Abroñigales

El caudal total circulante por los dos canales (sección doble) será por lo tanto de 80 m³/s. Caudales superiores a este valor entrarán en la cámara con independencia del estado de las compuertas.

Se realiza ahora el cálculo de los caudales vertidos a la cámara con las compuertas cerradas. Para ello se supone el límite superior que son los 65 m³/s por encima de los cuales se cumple el criterio de dilución (ver apartado 2.2.1).

Cada canal debe verter por lo tanto 32,5 m³/s en los 16 m de longitud. Aplicando la ecuación del vertedero se tiene:

$$60 = 1,8 \cdot 16 \cdot h^{1,5}$$

Con lo que la altura de carga sobre el vertedero necesaria son 1.63 m. inferior a los 2 m de altura sobre el vertedero a los que se sitúa la clave de los marcos.

6.1.2.- Cámara del aliviadero de La Gavia

En este caso la cota de vertido se sitúa a 0,7 m sobre la solera del nuevo canal, siendo la altura del marco aguas arriba del canal (marco existente actualmente) de 1,4 m.

En primer lugar se calcula el caudal que pasa por el canal sin realizar vertido lateral a la cámara, esto es, con las compuertas abiertas.

El canal tiene 7,10 m de ancho y una pendiente del 0,33% con lo que el caudal antes de verter será de 45 m³/s aproximadamente.

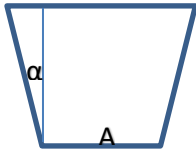
SECCIÓN TRAPEZOIDAL							
A (m) =	7,100						
α (°) =	0,000 (0 para rectangular)						
n =	0,014						
i =	0,00330						
Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)	
0	0,000	0,000	7,100	0,000	0,000	0,000	
0,2	0,000	1,420	7,500	0,189	1,353	1,921	
0,4	0,000	2,840	7,900	0,359	2,075	5,892	
0,6	0,000	4,260	8,300	0,513	2,630	11,205	
0,8	0,000	5,680	8,700	0,653	3,088	17,540	
1	0,000	7,100	9,100	0,780	3,478	24,691	
1,2	0,000	8,520	9,500	0,897	3,816	32,512	
1,4	0,000	9,940	9,900	1,004	4,114	40,896	
1,5	0,000	10,650	10,100	1,054	4,251	45,272	

Tabla 21. Caudal en el vertido de la cámara del aliviadero de La Gavia

Caudales superiores a este valor entrarán en la cámara con independencia del estado de las compuertas.

Se realiza ahora el cálculo de los caudales vertidos a la cámara con las compuertas cerradas. Para ello se supone el límite superior que son los 18 m³/s por encima de los cuales se cumple el criterio de dilución (ver apartado 2.2.2).

Aplicando la ecuación del vertedero a los 20 m de longitud del vertedero se tiene:

$$18 = 1,8 \cdot 20 \cdot h^{1,5}$$

Con lo que la altura de carga sobre el vertedero necesaria son 0.63 m. inferior a los 0.7 m de altura sobre el vertedero a los que se sitúa la clave de los marcos.

6.2.- ALIVIADERO DEL TANQUE DE TORMENTAS. COTAS MÁXIMAS EN EL TANQUE

Se realiza en este apartado una estimación de los caudales aliviados por el aliviadero del Tanque de Tormentas Sur.

Este aliviadero está formado por 3 marcos de 5 m de ancho por 3 de altura interior y con una pendiente del 0,4%.

Aplicando la ecuación de Manning se tiene:

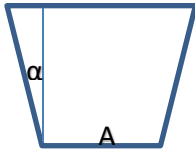
SECCIÓN TRAPEZOIDAL						
A (m) =	5,000					
α (°) =	0,000 (0 para rectangular)					
n =	0,014					
i =	0,00400					
Calado (m)	Ángulo (rad)	Sm (m)	Pm (m)	RH (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
0	0,000	0,000	5,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,000	1,000	5,400	0,185	1,468	1,468
0,4	0,000	2,000	5,800	0,345	2,221	4,443
0,6	0,000	3,000	6,200	0,484	2,784	8,353
0,8	0,000	4,000	6,600	0,606	3,235	12,941
1	0,000	5,000	7,000	0,714	3,610	18,049
1,2	0,000	6,000	7,400	0,811	3,928	23,569
1,4	0,000	7,000	7,800	0,897	4,203	29,422
1,6	0,000	8,000	8,200	0,976	4,444	35,550
1,8	0,000	9,000	8,600	1,047	4,657	41,909
2	0,000	10,000	9,000	1,111	4,846	48,463
2,2	0,000	11,000	9,400	1,170	5,017	55,183
2,4	0,000	12,000	9,800	1,224	5,171	62,047
2,6	0,000	13,000	10,200	1,275	5,310	69,036
2,8	0,000	14,000	10,600	1,321	5,438	76,134
2,95	0,000	14,750	10,900	1,353	5,527	81,521

Tabla 22. Caudales del aliviadero del Tanque de Tormentas Sur (1 marco)

Es decir, el caudal máximo que este aliviadero es capaz de aliviar es de 3x81,5 = 244,5 m³/s.



Si se tiene en cuenta la capacidad de los dos colectores de entrada al tanque, esto es $109 \text{ m}^3/\text{s}$ del colector del Tanque de Tormentas Sur II y $33 \text{ m}^3/\text{s}$ de la entrada al tanque desde la cámara del aliviadero de La Gavia se obtiene que el caudal máximo de entrada al tanque debería ser de $142 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para aliviar este caudal ($142 / 3 = 47,33 \text{ m}^3/\text{s}$) es necesario un calado en el aliviadero de 2 m aproximadamente (fila en azul de la tabla anterior).

Por ello, se ha tomado la cota de la rasante hidráulica del aliviadero 554,87 más estos dos metros, esto es la cota 556,87, como cota del nivel máximo en el tanque

Esta cota es la máxima aliviando a cauce, sería el equivalente al nivel máximo en avenida de una presa mientras que la cota máxima de explotación correspondería a la cota del aliviadero.

Esta cota máxima de 556,87 se ha tomado como referencia para colocar todos los elementos (pasarela, limpiadores, etc.) por encima para evitar que se vean afectados por la lámina de agua.



ANEJO N°9. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO	2
2.- DEFINICIÓN Y MARCO LEGAL	3
2.1.- ZONA INUNDABLE CON PROBABILIDAD BAJA O EXCEPCIONAL (T=500 AÑOS).....	3
2.2.- ZONA DE FLUJO PREFERENTE (ZFP)	5
2.3.- DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO CARTOGRÁFICO (DPHC)	8
3.- INUNDABILIDAD DE LAS UBICACIONES DE LAS INFRAESTRUCTURAS.....	11
3.1.- ACTUACIONES EN EL AGMI	11
3.2.- COLECTORES DEL TAQUE DE TORMENTAS SUR Y SUR NUEVO.....	11
3.3.- CÁMARAS Y TANQUE DE TORMENTAS SUR.....	13
4.- AFECCIÓN A ZONA DE FLUJO PREFERENTE	15
4.1.- ACTUACIONES EN EL AGMI	15
4.2.- COLECTORES DEL TAQUE DE TORMENTAS SUR Y SUR NUEVO.....	15
4.3.- CÁMARAS Y TANQUE DE TORMENTAS SUR.....	15
5.- AFECCIÓN A DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO	17
5.1.- ACTUACIONES EN EL AGMI	17
5.2.- COLECTORES DEL TAQUE DE TORMENTAS SUR Y SUR NUEVO.....	17
5.3.- CÁMARAS Y TANQUE DE TORMENTAS SUR.....	18



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del presente anejo es el estudio de la inundabilidad de las ubicaciones de las nuevas infraestructuras descritas en el Estudio Informativo.

Para ello, se analiza la situación actual de inundabilidad de las zonas de interés para la Zona inundable (ZI) con probabilidad baja o excepcional (T=500 años), la zona de flujo preferente (ZFP) y el dominio público hidráulico cartográfico (DPHC).

Se utilizan los estudios realizados en la zona recopilados y publicados por el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas inundables (SNCZI).



2.- DEFINICIÓN Y MARCO LEGAL

2.1.- ZONA INUNDABLE CON PROBABILIDAD BAJA O EXCEPCIONAL (T=500 AÑOS)

Las zonas inundables se definen en la legislación de aguas, suelo y ordenación territorial y Protección Civil, siendo todas ellas coordinadas mediante el Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación que transpone la Directiva 2007/60, sobre la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

El Texto Refundido de la Ley de Aguas introduce el concepto de “zona inundable” en el artículo 11 como *los terrenos que pueden resultar inundados durante las crecidas no ordinarias de los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos, los cuales conservarán la calificación jurídica y la titularidad dominical que tuvieren.*

Esta definición es precisada por el Reglamento del DPH, que define la “zona inundable” en su artículo 14, considerando zonas inundables las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo periodo estadístico de retorno sea de quinientos años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas.

El Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo, establece en su artículo 12 que se encontrarán en suelo rural, entre otros, los suelos con riesgos naturales incluidos los de inundación o de otros accidentes graves, y cuantos otros prevea la legislación de ordenación territorial o urbanística.

En materia de Protección Civil, las inundaciones se regulan mediante la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, siendo las Comunidades Autónomas las que la desarrollan a través de Planes Territoriales de Inundaciones, que son homologados por la Comisión Nacional de Protección Civil identificando y clasificando las áreas inundables del territorio con arreglo a los criterios siguientes:

- a) Zona de inundación frecuente: Zonas inundables para avenidas de periodo de retorno de cincuenta años.
- b) Zonas de inundación ocasional: Zonas inundables para avenidas de periodo de retorno entre cincuenta y cien años.
- c) Zonas de inundación excepcional: Zonas inundables para avenidas de periodo de retorno entre cien y quinientos años.”

Por último, la Comisión Europea aprobó en noviembre de 2007 la Directiva 2007/60, sobre la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, lo que supone un modelo para gestionar este tipo de riesgos, y que ha sido transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación. En este Real Decreto se define en artículo 3.m como zona inundable a los terrenos que puedan resultar inundados por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo periodo estadístico de retorno sea de 500 años y establece la necesidad

de identificar las zonas con mayor riesgo de inundación, denominadas como áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIS) y de realizar en ellas mapas de peligrosidad y riesgo de inundación de los siguientes escenarios:

- a) Alta probabilidad de inundación, cuando proceda.
- b) Probabilidad media de inundación (periodo de retorno mayor o igual a 100 años).
- c) Baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos (periodo de retorno igual a 500 años).

En el caso de que la zona inundable pertenezca a los mapas que se están realizando con motivo de la implantación de esta Directiva Europea, se hace constar en el informe de dicha zona inundable el correspondiente código de ARPSI y, además, en la categoría de Áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) se podrán consultar los servicios de mapas de peligrosidad (calados o niveles de agua) y de riesgo de inundación asociados.

A continuación, se muestran las limitaciones recogidas en el artículo 14 bis referentes a los usos del suelo en zona inundable del Reglamento del DPH:

1. Las nuevas edificaciones y usos asociados en aquellos suelos que se encuentren en situación básica de suelo rural en la fecha de entrada en vigor del Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, se realizarán, en la medida de lo posible, fuera de las zonas inundables. En aquellos casos en los que no sea posible, se estará a lo que al respecto establezcan, en su caso, las normativas de las comunidades autónomas, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Las edificaciones se diseñarán teniendo en cuenta el riesgo de inundación existente y los nuevos usos residenciales se dispondrán a una cota tal que no se vean afectados por la avenida con periodo de retorno de 500 años, debiendo diseñarse teniendo en cuenta el riesgo y el tipo de inundación existente. Podrán disponer de garajes subterráneos y sótanos, siempre que se garantice la estanqueidad del recinto para la avenida de 500 años de período de retorno, se realicen estudios específicos para evitar el colapso de las edificaciones, todo ello teniendo en cuenta la carga sólida transportada, y además se disponga de respiraderos y vías de evacuación por encima de la cota de dicha avenida. Se deberá tener en cuenta su accesibilidad en situación de emergencia por inundaciones.

b) Se evitará el establecimiento de servicios o equipamientos sensibles o infraestructuras públicas esenciales tales como, hospitales, centros escolares o sanitarios, residencias de personas mayores o de personas con discapacidad, centros deportivos o grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población, acampadas, zonas destinadas al alojamiento en los campings y edificios de usos vinculados, parques de bomberos, centros penitenciarios, depuradoras, instalaciones de los servicios de Protección Civil, o similares. Excepcionalmente, cuando se demuestre que no existe otra alternativa de ubicación, se podrá permitir su establecimiento, siempre que se cumpla lo establecido en el apartado anterior y se asegure su accesibilidad en situación de emergencia por inundaciones.

2. En aquellos suelos que se encuentren a en la fecha de entrada en vigor del Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, en la situación básica de suelo urbanizado, podrá

permitirse la construcción de nuevas edificaciones, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, lo establecido en las letras a) y b) del apartado 1.

2.2.- ZONA DE FLUJO PREFERENTE (ZFP)

De acuerdo a su definición, se trata de una zona en la que, con periodos de recurrencia frecuentes, la avenida genera formas erosivas y sedimentarias debido a su gran energía al ser la zona en que se concentra preferentemente el flujo. Estas zonas se delimitan con el objeto de preservar la estructura y funcionamiento del sistema fluvial, dotando al cauce del espacio adicional suficiente para permitir su movilidad natural así como la laminación de caudales y carga sólida transportada, favoreciendo la amortiguación de las avenidas.

En el Real Decreto 9/2008 por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, se define la zona de flujo preferente de la siguiente forma:

“La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas. A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m*
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s*
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m² /s*

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río”.

La forma de obtención la zona de flujo preferente viene definida en el artículo 9 del 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.

La zonificación definida anteriormente implica ciertas limitaciones de uso que se resumen a continuación:

- De acuerdo con el RD 9/2008, en estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas por el Organismo de cuenca aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía
- En el caso de que la zona de flujo preferente se haya declarado como Zona de Policía será necesaria la pertinente autorización para realizar las mismas actuaciones que la Zona de Policía (artículo 9):
 - a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno
 - b) Las extracciones de áridos
 - c) Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional
 - d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del estado de la masa de agua, del ecosistema acuático, y en general, del Dominio Público Hidráulico

Según dice el Reglamento del Dominio Público Hidráulico en su artículo 9 bis para la limitación de los usos en suelo rural:

d) Depuradoras de aguas residuales urbanas, salvo en aquellos casos en los que se compruebe que no existe una ubicación alternativa o, en el caso de pequeñas poblaciones, que sus sistemas de depuración sean compatibles con las inundaciones. En estos casos excepcionales, se diseñarán teniendo en cuenta, además de los requisitos previstos en los artículos 246 y 259 ter, el riesgo de inundación existente, incluyendo medidas que eviten los eventuales daños que puedan originarse en sus instalaciones y garantizando que no se incremente el riesgo de inundación en el entorno inmediato, ni aguas abajo. Además se informará al organismo de cuenca de los puntos de desbordamiento en virtud de la disposición adicional segunda. Quedan exceptuadas las obras de conservación, mejora y protección de las ya existentes.

Excepcionalmente se permite la construcción de pequeñas edificaciones destinadas a usos agrícolas con una superficie máxima de 40 m², la construcción de las obras necesarias asociadas a los aprovechamientos reconocidos por la legislación de aguas, y aquellas otras obras destinadas a la conservación y restauración de construcciones singulares asociadas a usos tradicionales del agua, siempre que se mantenga su uso tradicional y no permitiendo, en ningún caso, un cambio de uso salvo el acondicionamiento museístico, siempre que se reúnan los siguientes requisitos: a) No represente un aumento de la vulnerabilidad de la seguridad de las personas o bienes frente a las avenidas. b) Que no se incremente de manera significativa la inundabilidad del entorno inmediato, ni aguas abajo, ni se condicionen las posibles actuaciones de defensa contra inundaciones de la zona urbana. Se considera que se produce un incremento significativo de la inundabilidad cuando a partir de la información obtenida de los estudios hidrológicos e hidráulicos, que en caso necesario sean requeridos para su autorización y que definan la situación antes de la actuación prevista y después de la misma, no se deduzca un aumento de la zona inundable en terrenos altamente vulnerables.

Según el artículo 9 ter para las obras y construcciones en suelos en situación básica de suelo urbanizado:

En el suelo que se encuentre en la fecha de entrada en vigor del Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, en la situación básica de suelo urbanizado de acuerdo con el artículo 21.3 y 4 del texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, se podrán realizar nuevas edificaciones, obras de reparación o rehabilitación que supongan un incremento de la ocupación en planta o del volumen de edificaciones existentes, cambios de uso, garajes subterráneos, sótanos y cualquier edificación bajo rasante e instalaciones permanentes de aparcamientos de vehículos en superficie, siempre que se reúnan los siguientes requisitos y sin perjuicio de las normas adicionales que establezcan las comunidades autónomas:

a) No representen un aumento de la vulnerabilidad de la seguridad de las personas o bienes frente a las avenidas, al haberse diseñado teniendo en cuenta el riesgo al que están sometidos.

b) Que no se incremente de manera significativa la inundabilidad del entorno inmediato ni aguas abajo, ni se condicionen las posibles actuaciones de defensa contra inundaciones de la zona urbana. Se considera que se produce un incremento significativo de la inundabilidad cuando a partir de la información obtenida de los estudios hidrológicos e hidráulicos, que en caso necesario sean requeridos para su autorización y que definan la situación antes de la actuación prevista y después de la misma, no se deduzca un aumento de la zona inundable en terrenos altamente vulnerables.

c) Que no se traten de nuevas instalaciones que almacenen, transformen, manipulen, generen o viertan productos que pudieran resultar perjudiciales para la salud humana y el entorno (suelo, agua, vegetación o fauna) como consecuencia de su arrastre, dilución o infiltración, en particular estaciones de suministro de carburante, depuradoras industriales, almacenes de residuos, instalaciones eléctricas de media y alta tensión.

d) Que no se trate de nuevos centros escolares o sanitarios, residencias de personas mayores, o de personas con discapacidad, centros deportivos o grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población.

e) Que no se trate de nuevos parques de bomberos, centros penitenciarios o instalaciones de los servicios de Protección Civil.

f) Las edificaciones de carácter residencial se diseñarán teniendo en cuenta el riesgo y el tipo de inundación existente y los nuevos usos residenciales se dispondrán a una cota tal que no se vean afectados por la avenida con periodo de retorno de 500 años. Podrán disponer de garajes subterráneos y sótanos, siempre que se garantice la estanqueidad del recinto para la avenida de 500 años de período de retorno, y que se realicen estudios específicos para evitar el colapso de las edificaciones, todo ello teniendo en cuenta la carga sólida transportada y que además dispongan de respiraderos y vías de evacuación por encima de la cota de dicha avenida. Se deberá tener en cuenta, en la medida de lo posible, su accesibilidad en situación de emergencia por inundaciones.

Finalmente, según el artículo 9 quáter para el régimen especial en municipios con más de 1/3 de su superficie incluida en la zona de flujo preferente:

1. En los municipios en que al menos un 1/3 de su superficie esté incluida en la zona de flujo preferente o que por la morfología de su territorio tengan una imposibilidad material para orientar sus futuros desarrollos hacia zonas no inundables, se podrá permitir como régimen especial la realización de nuevas edificaciones o usos asociados en la zona de flujo preferente, siempre que cumplan los siguientes requisitos y sin perjuicio de las normas adicionales que establezcan las comunidades autónomas:

a) Estén ubicados fuera de la zona de policía.

b) No incrementen de manera significativa el riesgo de inundación existente. Se considera que se produce un incremento significativo del riesgo de inundación cuando a partir de la información obtenida de los estudios hidrológicos e hidráulicos, que en caso necesario sean requeridos para su autorización y que definan la situación antes de la actuación prevista y después de la misma, no se deduzca un aumento de la zona inundable en terrenos altamente vulnerables.

c) No representen un aumento de la vulnerabilidad de la seguridad de las personas o bienes frente a las avenidas, al haberse diseñado teniendo en cuenta el riesgo al que están sometidos, cumpliendo además con lo establecido en el artículo 9 ter.1.f).

d) No se permitirá la construcción de instalaciones que se encuentren entre las contenidas en el artículo 9 bis.1.a), e) y h), ni grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población.

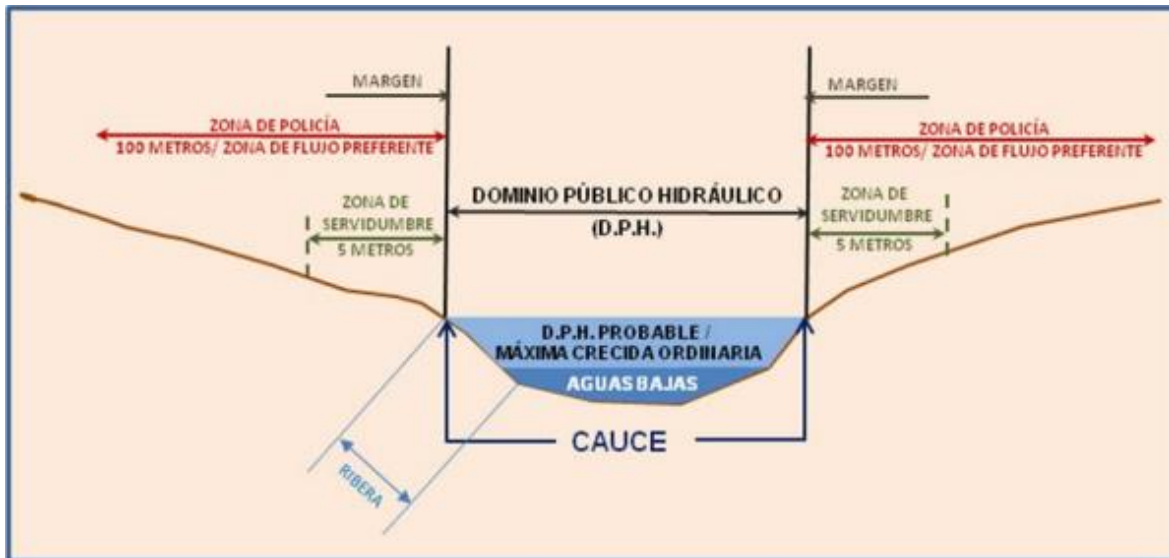
e) No se permitirá, salvo que cuando con carácter excepcional se demuestre que no existe otra alternativa de ubicación, el nuevo establecimiento de servicios o equipamientos sensibles o infraestructuras públicas esenciales para el núcleo urbano tales como: hospitales, centros escolares o sanitarios, residencias de personas mayores o de personas con discapacidad, centros deportivos, parques de bomberos, depuradoras, instalaciones de los servicios de Protección Civil o similares. Para estos casos excepcionales, las infraestructuras requeridas no deberán incrementar de manera significativa la inundabilidad del entorno inmediato ni aguas abajo, de forma que no se produzca un aumento de la zona inundable en terrenos altamente vulnerables. Igualmente, no condicionarán las posibles actuaciones de defensa contra inundaciones de la zona urbana, ni representarán un aumento de la vulnerabilidad de la seguridad de las personas o bienes frente a las avenidas, al haberse diseñado teniendo en cuenta el riesgo al que están sometidas, cumpliendo además con lo establecido en el artículo 9 ter.1.f); para ello se realizarán los oportunos estudios hidrológicos e hidráulicos que definan la situación antes de la actuación prevista y después de la misma.

2.3.- DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO CARTOGRÁFICO (DPHC)

El DPH cartográfico es la superficie de terreno correspondiente al álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua cubierta por las aguas en las máximas crecidas ordinarias, determinada atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles, que ha sido delimitada cartográficamente mediante el Proyecto LINDE en su FASE II o un estudio de

características similares en el marco del desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

A partir de la superficie así delimitada se calcula el área correspondiente a la Zona de Servidumbre y a la Zona de Policía según las definiciones incluidas en el RDPH.



En la legislación española se establece que *constituyen el dominio público hidráulico del Estado, entre otros, las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables con independencia del tiempo de renovación; los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas y los lechos de los lagos y lagunas; y los de los embalses superficiales en cauces públicos.*

La forma de obtención del DPH cartográfico o probable viene definida en el artículo 4 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, modificado por el Real Decreto 9/2008 de 11 enero.

Dicho artículo incide en la necesidad de combinar métodos hidrológico-hidráulicos con geomorfológico-históricos, siendo necesario tener en cuenta las características ecológicas de los tramos estudiados.

La obtención de las Zonas de Policía y Servidumbre se define en el artículo 6, siendo asimismo de aplicación el artículo 9.2 en los casos en que la Zona de Policía se amplíe a la Zona de Flujo Preferente.

La zonificación definida anteriormente implica ciertas limitaciones de uso que se resumen a continuación:

- El DPH es de titularidad pública y, por tanto, cualquier uso u aprovechamiento del mismo debe estar sujeto a autorización y/o concesión por parte de las Administraciones Públicas con competencias en materia de Aguas
- En Zona de Servidumbre (cuyo objetivo principal es asegurar las tareas de vigilancia, pesca y salvamento) se podrán plantar especies no arbóreas (para plantaciones arbóreas es necesaria autorización) y no se podrá realizar construcción alguna salvo la que pueda ser necesaria para el uso y conservación



- del DPH, y deberán contar siempre con la autorización pertinente de las Administraciones Públicas con competencias en materia de Aguas (artículo 7)
- En Zona de Policía es la pertinente autorización para realizar las actuaciones siguientes (artículo 9):
 - a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno
 - b) Las extracciones de áridos
 - c) Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional
 - d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del estado de la masa de agua, del ecosistema acuático, y en general, del Dominio Público Hidráulico

3.- INUNDABILIDAD DE LAS UBICACIONES DE LAS INFRAESTRUCTURAS

Se incluyen a continuación las zonas de las infraestructuras definidas en este estudio que se encuentran en zona inundable.

3.1.- ACTUACIONES EN EL AGMI



Ilustración 1. Zona de Inundación T500. AGMI

Las actuaciones necesarias para ampliar el extremo de aguas abajo del Aliviadero General de Margen Izquierda (AGMI) están incluidas dentro de zona inundable con probabilidad baja o excepcional.

3.2.- COLECTORES DEL TAQUE DE TORMENTAS SUR Y SUR NUEVO

El trazado del nuevo colector del tanque de tormentas Sur y el nuevo colector Sur están incluidos en algunos puntos de sus trazados en zona inundable con probabilidad baja o excepcional.

Se muestran a continuación que partes del trazado están incluidas dentro de esta zona.

- En primer lugar parte del trazado de ambos colectores a su paso por la parcela de la actual planta de La China. En esta parte del trazado ambos colectores se ejecutan en zanja.
En esta parcela también se ha definido la ejecución de un pozo de ataque para el tramo en túnel que está incluido dentro de esta zona inundable.

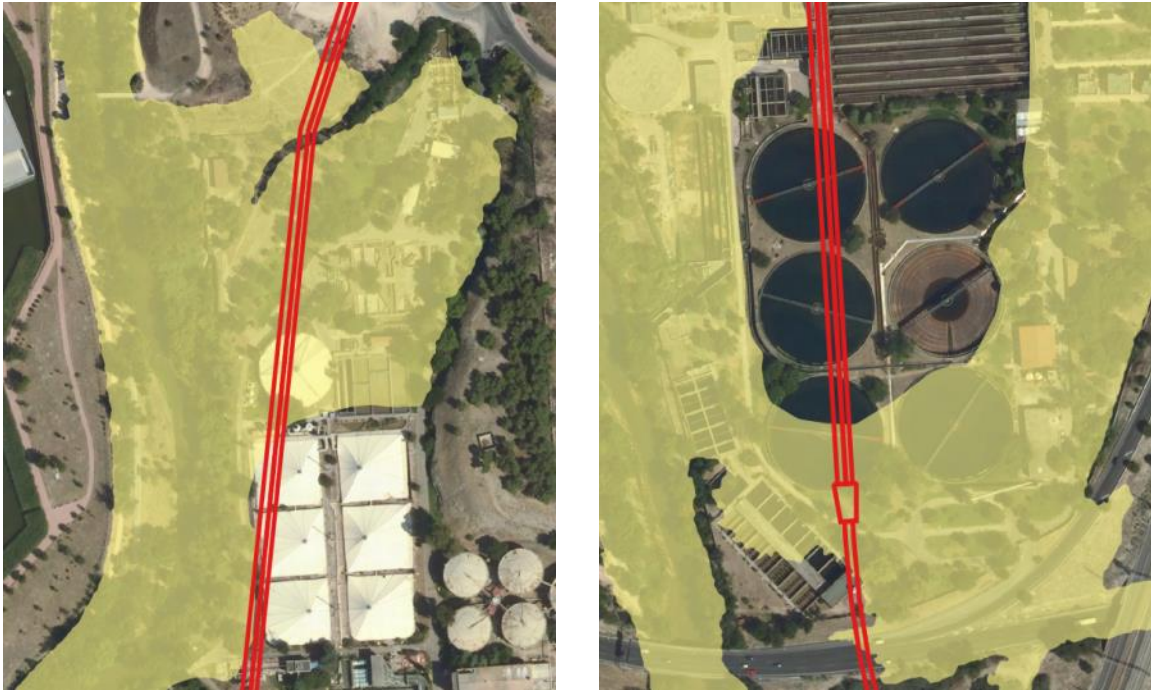


Ilustración 2. Zona de Inundación T500. Parcela de la EDAR de La China

- También se encuentra dentro de la zona inundable T500 parte del trazado en túnel de estos colectores (en este caso se trata de una sola conducción, puesto para el túnel se han unificado ambos colectores). Tanto el pozo de entrada (ya indicado en el apartado anterior) como el pozo de salida del túnel se encuentran dentro de esta zona inundable.



Ilustración 3. Zona de Inundación T500. Nudo M-40 A-4 (Nudo Supersur)

- Aguas abajo del tramo en túnel los dos colectores, tanto el nuevo colector Sur como el colector del tanque de tormentas Sur, se encuentran dentro de la zona inundable. En esta zona ambos colectores se ejecutan en zanja.

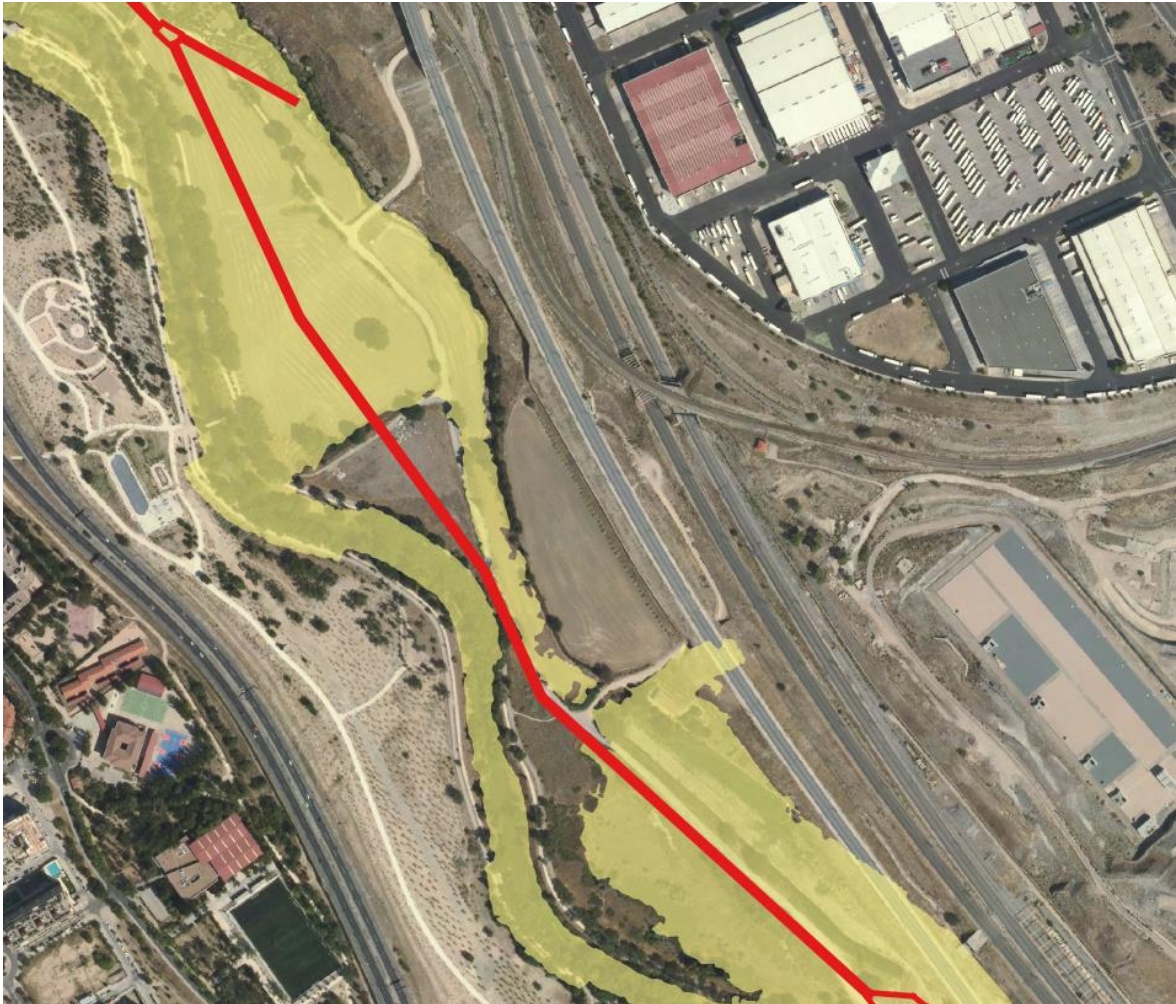


Ilustración 4. Zona de Inundación T500. Sur del Nudo M-40 A-4 (Nudo Supersur)

3.3.- CÁMARAS Y TANQUE DE TORMENTAS SUR

La práctica totalidad de las nuevas cámaras definidas en este estudio así como del tanque de tormentas Sur se encuentran ubicados dentro de la zona inundable con probabilidad baja o excepcional.



Ilustración 5. Zona de Inundación T500. Parcela frente a la EDAR de La Gavia.

4.- AFECCIÓN A ZONA DE FLUJO PREFERENTE

Se incluyen a continuación las zonas de las infraestructuras definidas en este estudio que se encuentran dentro de la Zona de Flujo Preferente (ZFP).

4.1.- ACTUACIONES EN EL AGMI

Las actuaciones necesarias dentro del AGMI pueden afectar a la ZFP. Será necesario un mayor grado de detalle de las mismas en los posteriores documentos (Anteproyecto y/o Proyecto Constructivo) para comprobar y cuantificar esta afección



Ilustración 6. ZFP. AGMI

4.2.- COLECTORES DEL TAQUE DE TORMENTAS SUR Y SUR NUEVO

En ninguna zona del trazado estos colectores y sus arquetas afectan a la ZFP.

4.3.- CÁMARAS Y TANQUE DE TORMENTAS SUR

Tan sólo una parte de las aletas del aliviadero del nuevo tanque de tormentas está incluida dentro de la ZFP.

Además, obviamente, el cruce del cauce de la conducción para vaciar el tanque sobre el colector de Margen Derecha (CMD), diseñado mediante una pasarela peatonal, está incluido dentro de esta ZFP.

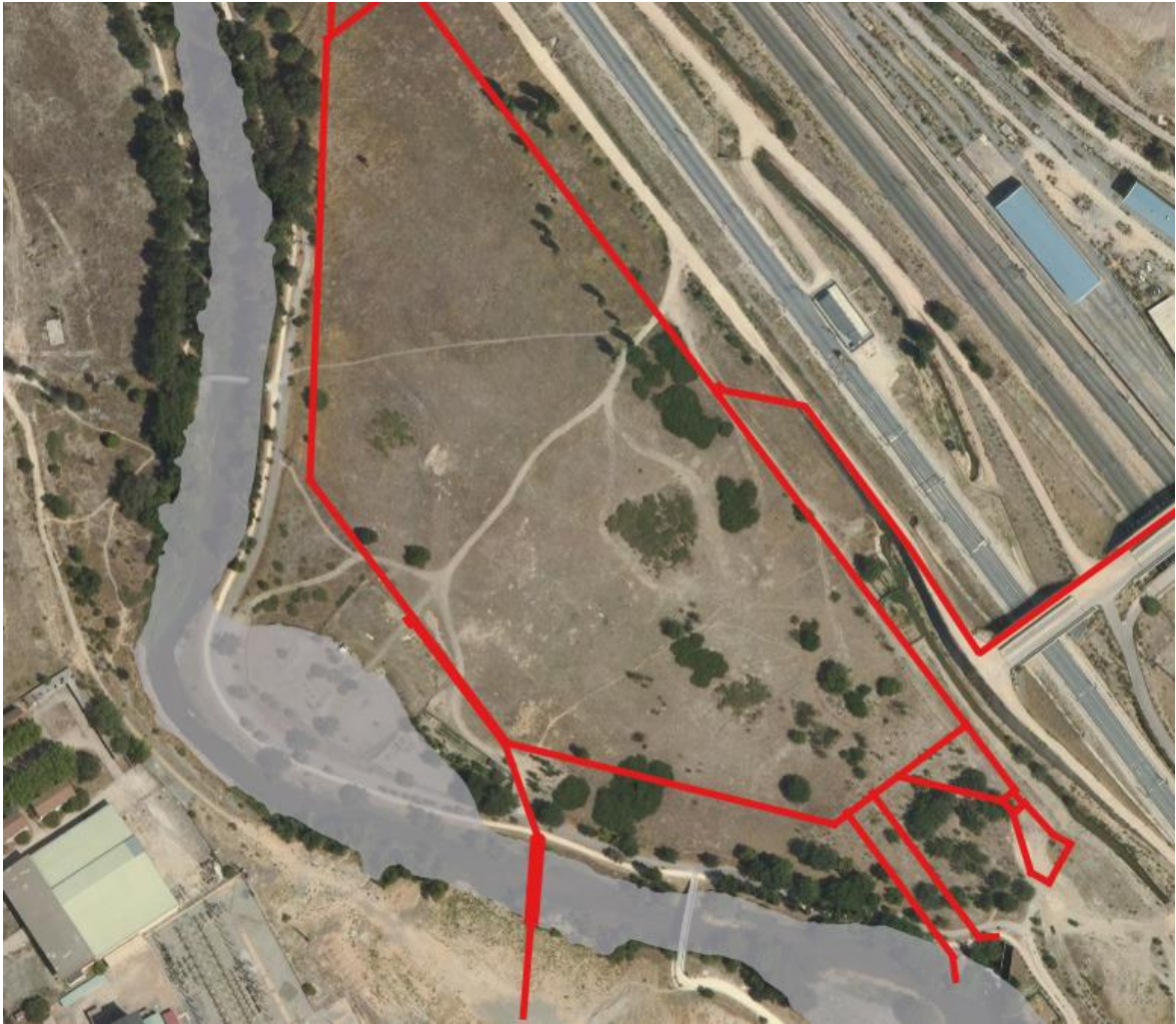


Ilustración 7. ZFP. Parcela frente a la EDAR de La Gavia

5.- AFECCIÓN A DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

Se incluyen a continuación las zonas de las infraestructuras definidas en este estudio que se encuentran dentro de las diferentes zonas que definen el Dominio Público Hidráulico (DPH).

5.1.- ACTUACIONES EN EL AGMI

Las actuaciones necesarias dentro del AGMI pueden afectar al DPH. Será necesario un mayor grado de detalle de las mismas en los posteriores documentos (Anteproyecto y/o Proyecto Constructivo) para comprobar y cuantificar esta afección



Ilustración 8. Zonas del DPH. AGMI

5.2.- COLECTORES DEL TAQUE DE TORMENTAS SUR Y SUR NUEVO

Gran parte del trazado de los nuevos colectores está incluida dentro de la Zona de Policía. No existe afección de estas infraestructuras a la Zona de Servidumbre ni a la zona de DPH.

5.3.- CÁMARAS Y TANQUE DE TORMENTAS SUR

Tan sólo una parte de las aletas del aliviadero del nuevo tanque de tormentas está incluida dentro de la Zona Servidumbre y de DPH.

Además, obviamente, el cruce del cauce de la conducción para vaciar el tanque sobre el colector de Margen Derecha (CMD), diseñado mediante una pasarela peatonal, está incluido dentro de Zona Servidumbre y de DPH.

En el resto de casos las infraestructuras del tanque se ubican en parte dentro de la Zona de Policía.

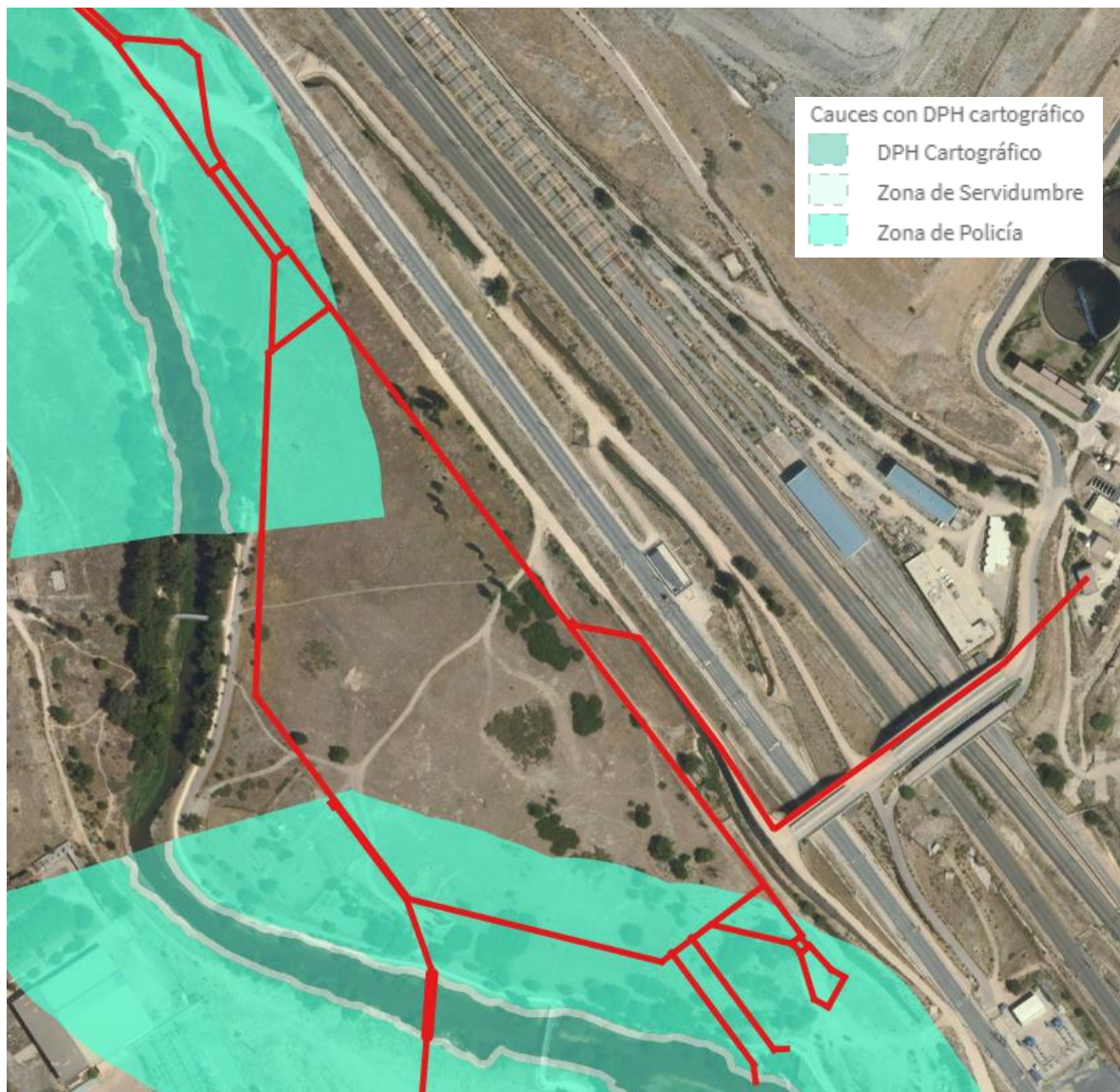


Ilustración 9. Zonas del DPH. Parcela frente a la EDAR de La Gavia



ANEJO N°10. ACOMETIDAS DE SERVICIOS Y SERVICIOS AFECTADOS

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO	2
2.- ACOMETIDAS DE SERVICIOS.....	3
2.1.- AGUA POTABLE	3
2.2.- AGUA REGENERADA	3
2.3.- ELECTRICIDAD.....	3
3.- AFECCIONES A SERVICIOS.....	5
4.- DATOS DE CONTACTO	8
5.- PLANOS.....	9
APÉNDICE 1. INFORMACIÓN DEL PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA.....	



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En el siguiente anejo se identifican las conexiones de las futuras infraestructuras a ejecutar con el exterior, esto es, las conexiones con los servicios básicos.

Además, también se incluyen las afecciones a servicios de terceros ocasionadas por las propias infraestructuras definidas en este estudio informativo.

Los trazados y la información de los servicios se han obtenido a partir de la plataforma Inkolan y de las visitas a campo realizadas.

2.- ACOMETIDAS DE SERVICIOS

Las nuevas infraestructuras definidas en este estudio necesitarán de las siguientes acometidas de servicios.

2.1.- AGUA POTABLE

Será necesario realizar una acometida de agua potable para el edificio de control del Tanque de Tormentas Sur.

Tras conversaciones con el Canal Isabel II el punto para esta acometida se sitúa en una conducción DN 100 mm de fundición dúctil que es la que lleva agua potable a la depuradora de la Gavia. Será necesario realizar la canalización por la pasarela existente para cruzar las vías.



Ilustración 1. Punto de enganche a la red de agua potable (Punto Azul)

2.2.- AGUA REGENERADA

Se ejecutará una acometida a la red de agua regenerada para los sistemas de limpieza automático y manual por baldeo del interior del tanque de tormentas.

Además, serán necesarias 2 acometidas más para el sistema de limpieza manual que deberá instalarse en las cámaras de los aliviaderos de Abroñigales y de La Gavia.

Tras las conversaciones con el Canal, las acometidas de agua regenerada se engancharán directamente en la EDAR de la Gavia. Será necesario realizar la canalización por la pasarela existente para cruzar las vías.

2.3.- ELECTRICIDAD

Se incluyen 4 acometidas eléctricas:

- 1 acometida en alta tensión para el Tanque de Tormentas Sur.
- 2 acometidas en baja tensión para cada una de las cámaras de los aliviaderos de Abroñigales y de La Gavia.

1 acometida en baja tensión para las compuertas situadas en el pozo de salida del túnel.

Para la acometida eléctrica en alta tensión se han mantenido contactos con la empresa suministradora, UFD Distribución Electricidad S.A, en este caso, para que facilitase datos del punto de entronque. En el Apéndice 1 de este documento se incluye la información recibida al respecto.

El punto de entronque se sitúa en la margen izquierda del río, en la intersección de la Avenida de los Rosales con la calle del zafiro.



Ilustración 2. Punto de enganche a la red eléctrica

La potencia necesaria se ha estimado en 1.200 kW y la tensión de suministro será de 15 kV.

La conexión se efectuará en el tramo de media tensión subterráneo de la línea VVD705, entre el Centro de Seccionamiento 28SBJ5 y el Centro Distribución 28STH8, realizando entrada y salida e instalando en las proximidades del entronque el centro de seccionamiento, equipado con telecontrol en las celdas vía de comunicación GPRS/3G y medida en envolvente independiente al seccionamiento.

La longitud total de la acometida hasta el edificio de control del Tanque de Tormentas será de 930 m aproximadamente. El tipo de línea se establecerá en la fase de redacción del proyecto siguiendo las indicaciones de UFD. Esta línea de acometida deberá cruzar el la autovía A-4 y el cauce del Manzanares para lo cual se seguirán las especificaciones de Carreteras (Ministerio de Fomento) y de la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Tajo.



3.- AFECCIONES A SERVICIOS

Se muestra a continuación un cuadro en el que se identifican los servicios que van a verse afectados por las nuevas infraestructuras.

De cada uno de estos servicios se indica:

- Código identificativo
- Tipo de servicio
- Si se trata de canalización subterránea o aérea
- El propietario del servicio
- La longitud del servicio que se va a ver afectada
- El número de líneas o conducciones que tiene el servicio en la longitud afectada
- Si existe afección real y por lo tanto será necesaria la reposición
- La hoja de los planos adjuntos donde puede verse la afección.



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

CÓDIGO	TIPO DE SERVICIO	AÉREO SUBTERRÁNEO	PROPIETARIO	LONGITUD AFECTADA (m)	LÍNEAS	EXISTE AFECCIÓN	PLANO (HOJA)
SA1	ELECTRICIDAD MT	SUBTERRÁNEO	UFD	20	2	SI	1
SA2	ELECTRICIDAD BT	SUBTERRÁNEO	UFD	50	4	SI	1
SA3	ELECTRICIDAD BT	SUBTERRÁNEO	UFD	15	4	SI	1
SA4	ELECTRICIDAD BT	SUBTERRÁNEO	UFD	20	4	SI	1
SA5	ELECTRICIDAD AT	SUBTERRÁNEO	UFD	20	1	SI	1
SA6	ELECTRICIDAD AT	SUBTERRÁNEO	UFD	15	2	SI	2
SA7	ELECTRICIDAD MT	SUBTERRÁNEO	UFD	30	3	SI	2
SA8	ELECTRICIDAD AT	SUBTERRÁNEO	UFD	30	2	SI	2
SA9	ELECTRICIDAD AT	SUBTERRÁNEO	UFD	10	2	SI	2
SA10	AGUA REGENERADA	SUBTERRÁNEO	CANAL ISABEL II	20	3	SI	2
SA11	ELECTRICIDAD AT	SUBTERRÁNEO	UFD	10	2	SI	3
SA12	GAS	SUBTERRÁNEO	NEDGIA-GAS	15	1	SI	3



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

CÓDIGO	TIPO DE SERVICIO	AÉREO SUBTERRÁNEO	PROPIETARIO	LONGITUD AFECTADA (m)	LÍNEAS	EXISTE AFECCIÓN	PLANO (HOJA)
SA13	AGUA REGENERADA	SUBTERRÁNEO	CANAL ISABEL II	25	3	SI	3
SA14	ABASTECIMIENTO	SUBTERRÁNEO	CANAL ISABEL II	20	1	SI	4
SA15	ABASTECIMIENTO	SUBTERRÁNEO	CANAL ISABEL II	20	2	SI	4
SA16	ELECTRICIDAD MT	AÉREO	UFD	20	1	NO	4
SA17	ELECTRICIDAD MT	SUBTERRÁNEO	UFD	20	1	SI	4
SA18	ELECTRICIDAD MT	AÉREO	UFD	20	2	NO	5
SA19	ELECTRICIDAD MT	AÉREO	I-DE LIN	20	2	NO	5
SA20	ELECTRICIDAD MT	SUBTERRÁNEO	I-DE LIN	15	1	SI	7
SA21	ELECTRICIDAD MT/AT	AÉREO	-	315	1	SI	7
SA22	ELECTRICIDAD MT	AÉREO	I-DE LIN	20	2	NO	8



4.- DATOS DE CONTACTO

Se indica a continuación los datos de contacto de los propietarios de los servicios afectados incluidos en el apartado anterior.

UFD Distribución Electricidad, S.A

José Vicente Aragonés Lera

jvaragones@ufd.es

https://conexionesdered.ufd.es/portalps/peticion.do?_ga=2.237786368.1456029075.1526985676-798970911.1466063105

Canal Isabel II Gestión S.A.

Área Cartografía

cartografia@canaldeisabelsegunda.es

C/ Santa Engracia, 125. 28003 Madrid

Nedgia Madrid, S.A – Gas Natural Redes GLP. S.A

- Madrid Sur (Moncloa-Aravaca; Arganzuela; Centro; Moratalaz; Puente Vallecas; Retiro; Villa Vallecas; Villaverde) (Carabanchel, Latina y Usera, solo Red AP16)

D. José Pablo Bonilla Pinto

915893230 / 609738497

sgestion1@nedgia.es

C/ Berzosa de Lozoya, 1 – 2ª Planta 28021 Madrid

- Madrid Norte (Barajas; Ciudad Lineal; Chamartín; Chamberí; Fuencarral-El Pardo; Hortaleza; Salamanca; San Blas; Tetuán; Vicalvaro)

D. Juan Carlos Sánchez González

916623762 / 916615925/ 916623690

usstt@nedgia.es

Avd. Fuentemar, 20 (Oficina 3ª Izq.) 28823 Coslada (Madrid)

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U

Pablo Escribano Quintana

917677267

pescribano@iberdrola.es



5.- PLANOS

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

X= 441.800
Y= 4.470.400

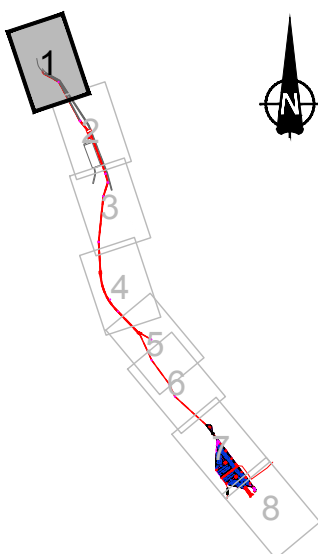


UNIÓN CON HOJA 2

LEYENDA

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN
- CYII AGUA REGENERADA
- CYII AGUA POTABLE
- GAS NATURAL - NEDGIA
- LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA MEDIA TENSIÓN PARTICULAR
- I-DE LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- I-DE LÍNEA CLIENTE

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



SA1. CANALIZACIÓN UFD LSMT 20m

SA2. CANALIZACIÓN UFD LSBT 50m

SA3. CANALIZACIÓN UFD LSBT 15m

SA4. CANALIZACIÓN UFD LSBT 20m

SA5. CANALIZACIÓN UFD LSAT 20m

Colector Sur

Colector China

Aliviadero General
Margen Izquierda

Ampliación y modificación
del AGMI

Ampliación del Colector de Conexión 1

Colector de Conexión 1

Secciones transversales en Plano 3.1

X= 441.600
Y= 4.469.800

ESCALA
1:2.000
Numérica Gráfica

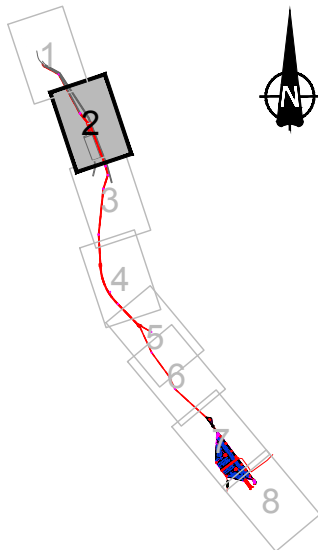


FECHA
JULIO - 2020

TÍTULO DEL PLANO
SERVICIOS AFECTADOS
PLANTA

Nº DE PLANO
A10
Hoja 1 de 8

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



X= 442.200
Y= 4.469.800

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

LEYENDA

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN
- CYII AGUA REGENERADA
- CYII AGUA POTABLE
- GAS NATURAL - NEDGIA
- LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA MEDIA TENSIÓN PARTICULAR
- I-DE LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- I-DE LÍNEA CLIENTE



SA10. CANALIZACIÓN CYII AGUA REGENERADA 20m

SA9. CANALIZACIÓN UFD LSAT 20m

Colector China

SA6. CANALIZACIÓN UFD LSAT 15m

Colector Sur

Colector China

Colector Sur N

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 1

Tanque de Tormentas de la China

Partidor de La China

Colector de Conexión 2

Secciones transversales en Plano 3.1

Ampliación del Colector de Conexión 1

Colector de Conexión 1

SA7. CANALIZACIÓN UFD LSMT 30m

SA8. CANALIZACIÓN UFD LSAT 30m

X= 441.900
Y= 4.469.300

ESCALA
1:2.000
Numérica

Gráfica



FECHA
JULIO - 2020

TÍTULO DEL PLANO
SERVICIOS AFECTADOS
PLANTA

Nº DE PLANO
A10
Hoja 2 de 8

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

X= 442.400
Y= 4.469.000

UNION CON HOJA 2

UNION CON HOJA 4

LEYENDA

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN
- CYII AGUA REGENERADA
- CYII AGUA POTABLE
- GAS NATURAL - NEDGIA
- LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA MEDIA TENSIÓN PARTICULAR
- I-DE LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- I-DE LÍNEA CLIENTE



SA11. CANALIZACIÓN UFD LSAT 10m

Colector China

Colector Sur N

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 1

SA12. CANALIZACIÓN NEDGIA GAS 15m

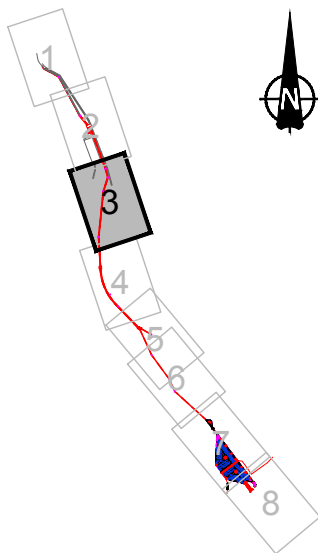
SA13. CANALIZACIÓN CYII AGUA REGENERADA 25m

Colector Sur N

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 1

X= 442.200
Y= 4.468.500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



ESCALA
1:2.000
Numérica

Gráfica



FECHA
JULIO - 2020

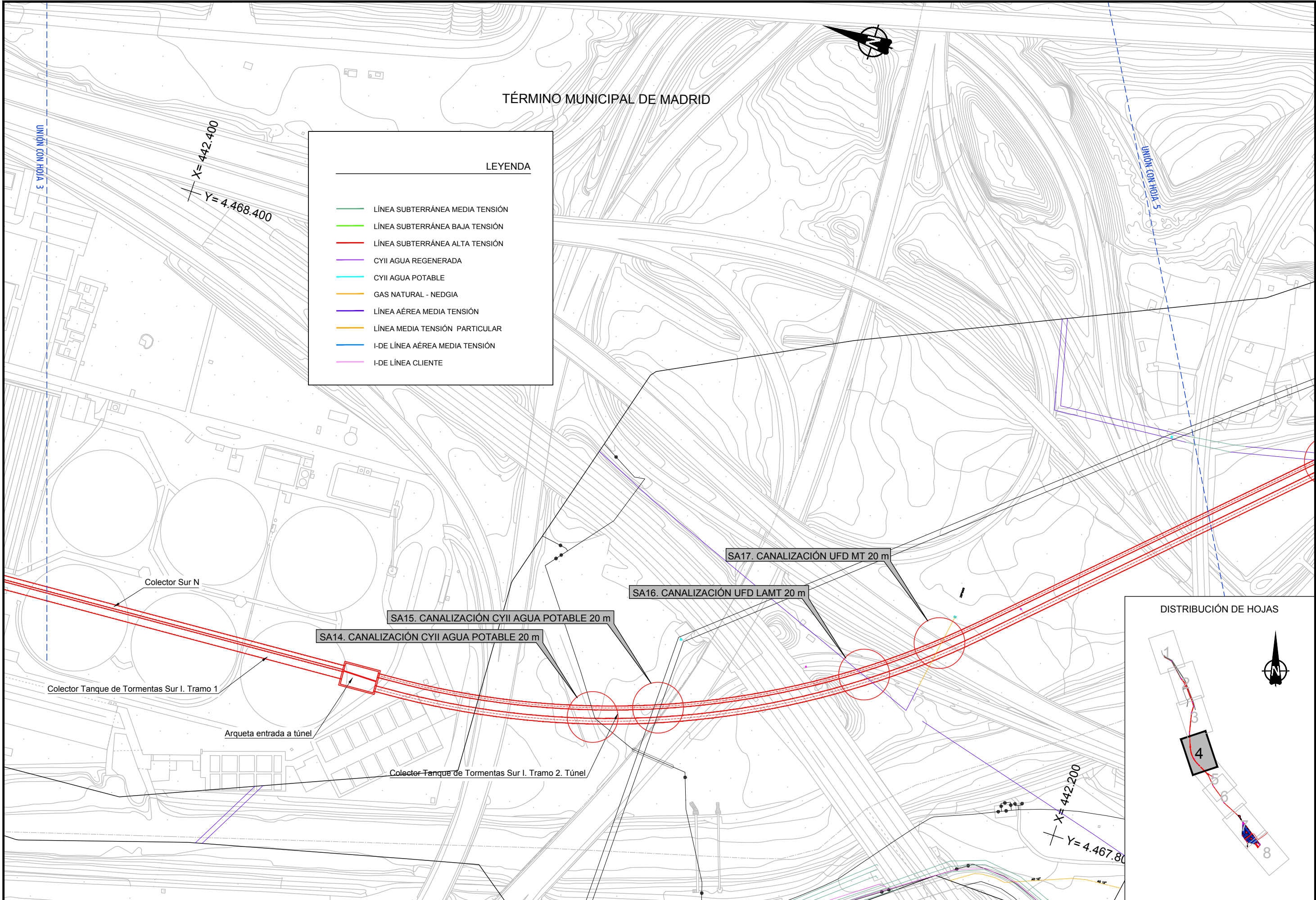
TÍTULO DEL PLANO
SERVICIOS AFECTADOS
PLANTA

Nº DE PLANO
A10
Hoja 3 de 8

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

LEYENDA

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN
- CYII AGUA REGENERADA
- CYII AGUA POTABLE
- GAS NATURAL - NEDGIA
- LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA MEDIA TENSIÓN PARTICULAR
- - - I-DE LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- I-DE LÍNEA CLIENTE



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

X=442.700
Y=4.467.800

UNIÓN CON HOJA 9

SA18. CANALIZACIÓN UFD LAMT 20 m

Conexión con Colector Sur Actual

Rh 558,06

Colector Sur N

SA19. CANALIZACIÓN I-DE LIN LAMT 20m

Arqueta de salida del túnel

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 2. Túnel

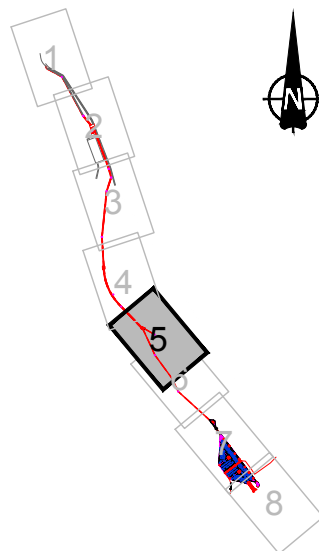
Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 3

X=442.600
Y=4.467.300

LEYENDA

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN
- CYII AGUA REGENERADA
- CYII AGUA POTABLE
- GAS NATURAL - NEDGIA
- LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA MEDIA TENSIÓN PARTICULAR
- I-DE LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- I-DE LÍNEA CLIENTE

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



ESCALA
1:2.000
Numérica Gráfica



FECHA
JULIO - 2020

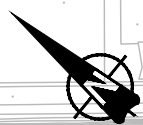
TÍTULO DEL PLANO
SERVICIOS AFECTADOS PLANTA

Nº DE PLANO
A10
Hoja 5 de 8

LEYENDA

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN
- CYII AGUA REGENERADA
- CYII AGUA POTABLE
- GAS NATURAL - NEDGIA
- LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA MEDIA TENSIÓN PARTICULAR
- I-DE LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- I-DE LÍNEA CLIENTE

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID



X=443.100
Y=4.467.200

UNIÓN CON HOJA 5

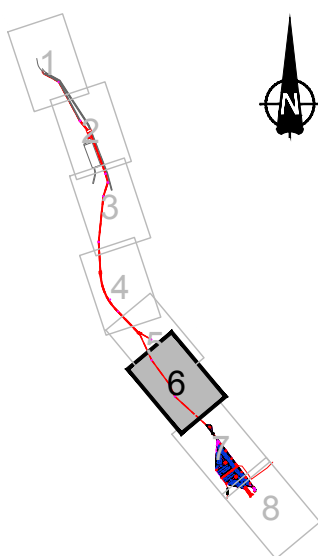
UNIÓN CON HOJA 7

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 3

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 3

X=442.600
Y=4.467.300

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



ESCALA
1:2.000
Numérica Gráfica



FECHA
JULIO - 2020

TÍTULO DEL PLANO
SERVICIOS AFECTADOS
PLANTA

Nº DE PLANO
A10
Hoja 6 de 8

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

X= 443.600
Y= 4.466.500

UNIÓN CON HOJA 6

UNIÓN CON HOJA 8

SA20. CANALIZACIÓN I-DE LIN CLIENTE 15m

Cámara de encuentro entre el Colector del Tanque de Tormentas Sur y el Aliviadero de ABrofigales

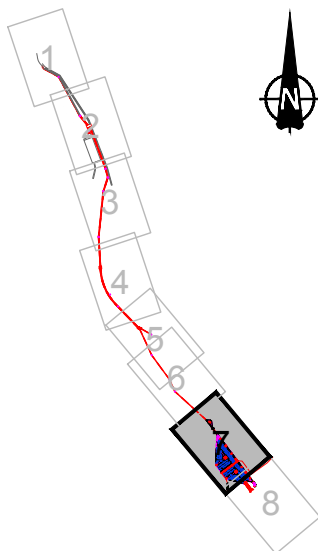
Colector Tanque de Tormentas Sur II

Tanque de Tormentas Sur II

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 3

SA21. LAAT 315m

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN
- CYII AGUA REGENERADA
- CYII AGUA POTABLE
- GAS NATURAL - NEDGIA
- LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA MEDIA TENSIÓN PARTICULAR
- I-DE LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- I-DE LÍNEA CLIENTE

X= 443.100
Y= 4.466.500

ESCALA
1:2.000
Numérica

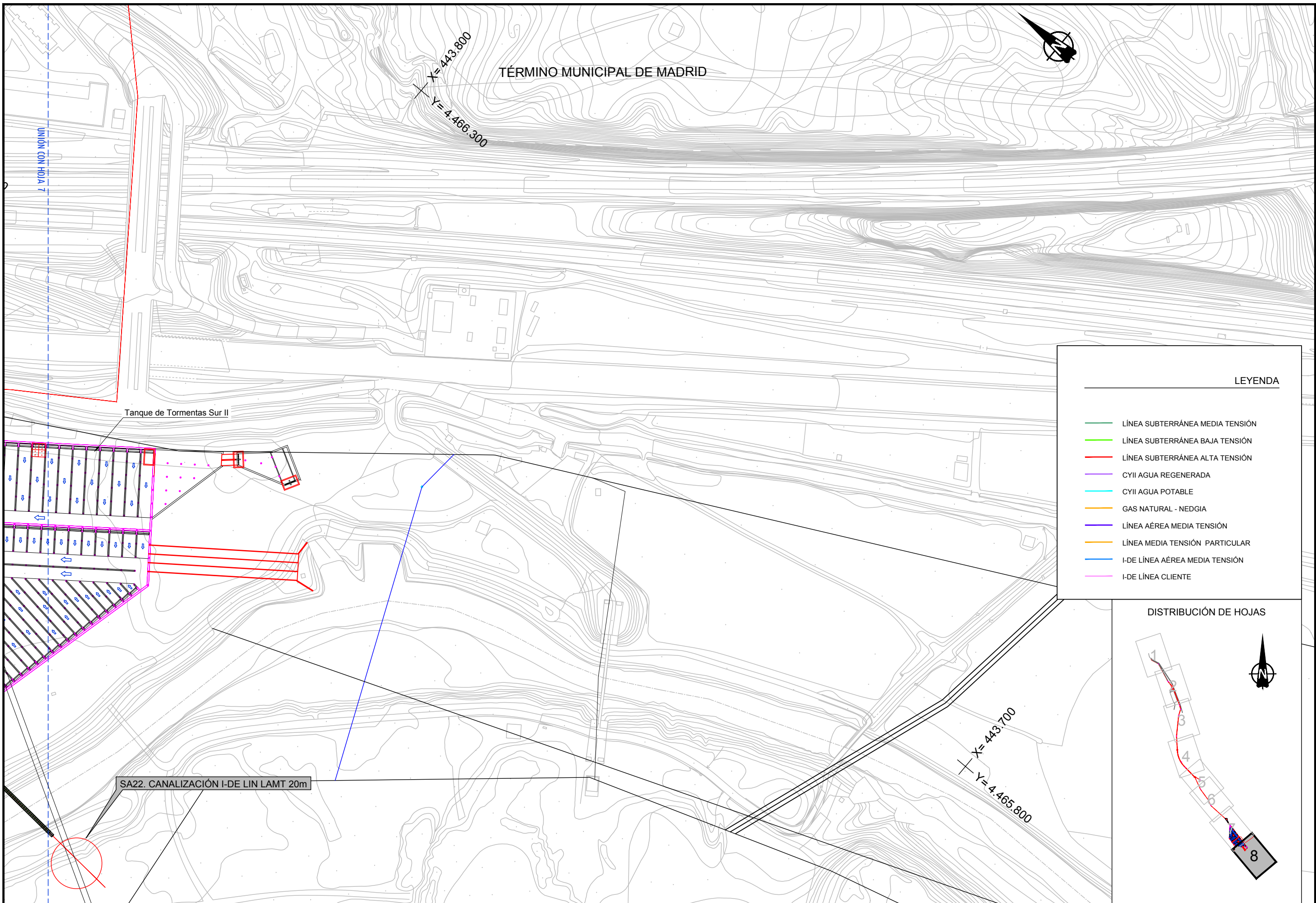
Gráfica



FECHA
JULIO - 2020

TÍTULO DEL PLANO
SERVICIOS AFECTADOS
PLANTA

Nº DE PLANO
A10
Hoja 7 de 8



TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

LEYENDA

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN
- LÍNEA SUBTERRÁNEA ALTA TENSIÓN
- CYII AGUA REGENERADA
- CYII AGUA POTABLE
- GAS NATURAL - NEDGIA
- LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA MEDIA TENSIÓN PARTICULAR
- I-DE LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN
- I-DE LÍNEA CLIENTE

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



SA22. CANALIZACIÓN I-DE LIN LAMT 20m

Tanque de Tormentas Sur II

UNIÓN CON HOJA 7



APÉNDICE 1. INFORMACIÓN DEL PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA

JOAQUIN BRIONES MARTINEZ
CALLE RAIMUNDO FERNANDEZ VILLAVERDE, 41; C; 1ª; 213
28003, MADRID
MADRID ESPAÑA

04/09/2020

Expediente nº: EXP918120090013
Emplazamiento: MALECON 15, S, UE, LO, 28042, MADRID, MADRID

Estimado Sr/Sra,

En relación con la provisión de servicio del expediente de referencia le comunicamos que UFD está en condiciones de facilitar los 1.200,00 kW a la tensión de 15.0 kV.

La conexión se efectuará en el tramo de media tensión subterráneo de la línea VVD705, entre el Centro de Seccionamiento 28SBJ5 y el Centro Distribución 28STH8, realizando entrada y salida e instalando en las proximidades del entronque el centro de seccionamiento, equipado con telecontrol en las celdas de salida de línea y cliente, vía de comunicación GPRS/3G, y medida en envolvente independiente al seccionamiento.

La validez de este punto de conexión es de seis meses desde la emisión de esta carta.

Si trascurrido seis meses, no se ha entregado la documentación requerida, procederemos a la cancelación de su expediente.

A fin de atender su provisión de servicio es necesario que:

- Remita, en formato digital, los proyectos de las instalaciones particulares y de las que vayan a formar parte de la red de distribución (centro de seccionamiento más tramos de línea de entrada/salida al mismo).
- Habilite el espacio para un centro de seccionamiento con libre acceso desde la vía pública que deberá ser cedido en uso a UFD.

Aprovechamos la ocasión para transmitirle las siguientes consideraciones:

1. En aplicación del artículo 25.5 del Real Decreto 1048/2013 las instalaciones que deben ser cedidas a UFD deben cumplir los proyectos tipo y especificaciones particulares de instalaciones de enlace¹.
2. El proyecto de la instalación particular deberá cumplir con los requisitos técnicos de conexión de UFD a los efectos de los elementos de protección y medida¹.

¹ Puede consultar en la Oficina Técnica Virtual a través de la dirección www.ufd.es en la opción de Información técnica (OTV): Normativa.

3. Los proyectos deberán estar legalizados conforme a los requerimientos exigidos por los organismos públicos correspondientes en cada caso.

Una vez aceptados los proyectos aportados, procederemos a enviarle el presupuesto de la obra a ejecutar por UFD y el pliego de condiciones técnicas tal y como establece el artículo 25 del Real Decreto 1048/2013.

Para el envío de la documentación solicitada, así como para aclarar y concretar cualquier posible duda con respecto a la información contenida en esta comunicación puede dirigirse, **indicando siempre el número de expediente**, a:

UFD
Unidad de Provisión de Servicio
Atn. González Perea, Juan Pedro
Teléfono - 912114545
E-mail - psmadrid@ufd.es
Dirección - AVD CONSTITUCION, 0009 1 - MADRID, COSLADA (28821)

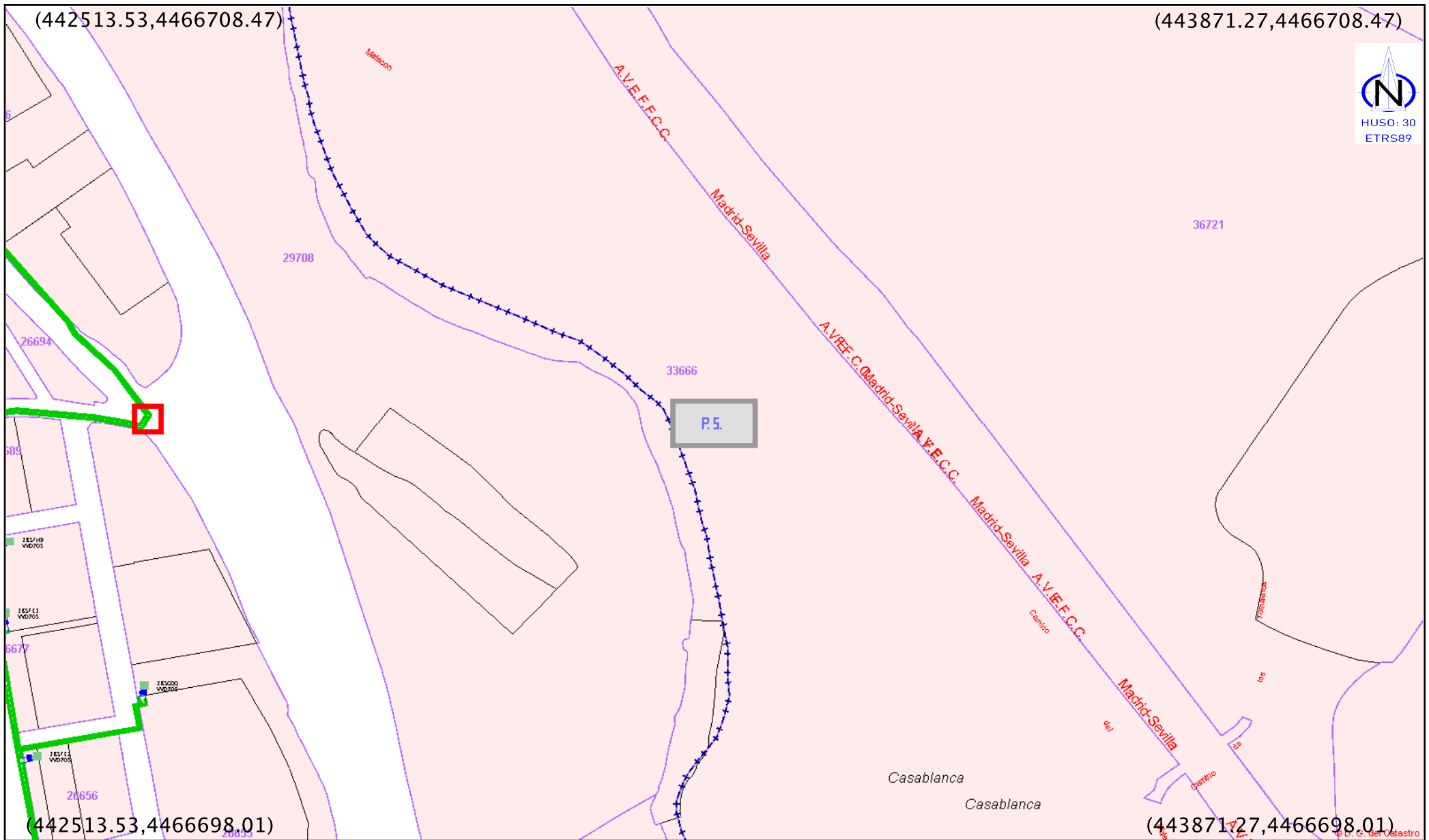
Atentamente,



UFD DISTRIBUCIÓN ELECTRICIDAD, S.A.

(442513.53,4466708.47)

(443871.27,4466708.47)



(442513.53,4466698.01)

(443871.27,4466698.01)

	TRAMO BT	PUNTO DE CONEXION
	APOYO BT	
	TRAMO MT	PROVISION DE SERVICIO
	APOYO MT	
	CENTRO DE TRANSFORMACION	



P.S. - MALECON ,15 (MADRID)

PUNTO DE CONEXIÓN

FECHA: 03-sep-2020

EXP: UD918120090013

Escala: 1:5028

PLANO 1



ANEJO N°11. TERRENOS AFECTADOS

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- PROCEDIMIENTO	3
3.- SUPERFICIES AFECTADAS	3
4.- RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS	6
5.- PLANOS.....	6
APÉNDICES.....	7
APÉNDICE 1. FICHAS DE LAS PARCELAS.....	8
APÉNDICE 2. PLANOS	



1.- INTRODUCCIÓN

Al objeto de poder acometer las obras planteadas en este proyecto, es preciso estudiar la disponibilidad del espacio físico material que dichas obras van a ocupar, con mayor o menor duración, y en mayor o menor medida, y los derechos y situaciones jurídicas de que aquellos bienes son objeto.

Para conseguir la definición precisa de los bienes y derechos afectados y poder ocuparlos, se ha desarrollado el presente anejo, en el que se recoge la relación concreta e individualizada de los mencionados bienes y derechos afectados, con la descripción material de los mismos en los planos y cuadros que se adjuntan.

Para la correcta ejecución de las Obras contenidas en el presente proyecto, se definen tres tipos de afección: la ocupación definitiva, la servidumbre y la Ocupación Temporal.

Ocupación definitiva

Se incluyen en este apartado los terrenos ocupados el tanque de tormentas, las cámaras de intercepción con los aliviaderos de Abroñigales y Gavia, así como aquellos elementos que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él (arquetas, pozos para hincas, edificaciones, etc.).

Servidumbre

Se define como imposición de servidumbre, las correspondientes franjas de terrenos sobre los que es imprescindible imponer una serie de gravámenes, al objeto de limitar el ejercicio del pleno dominio del inmueble. En este caso estas zonas se corresponden con el bombeo de fangos.

Estas franjas de terreno adicionales se han considerados con un sobre ancho de 1 m a cada lado de las conducciones que formen cada tramo de colector o un sobre ancho de 1 m sobre las zonas de ocupación definitiva (tanque, cámaras, arquetas, zonas en previsión de apoyos eléctricos, etc.).

En el caso de la acometida eléctrica se ha supuesto una franja de 5 m de ancho sobre el trazado prevista para la misma.

Esta distancia se entiende que es suficiente para permitir las labores de reparación de los elementos en caso necesario sin ningún tipo de impedimentos.

Las mencionadas imposiciones de servidumbre se indican, mediante el oportuno grafiado con la trama correspondiente determinada para este fin, en los respectivos planos parcelarios que forman parte del Anejo.

Ocupación temporal

Se definen de este modo aquellas franjas de terrenos que resultan estrictamente necesarios ocupar, para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras contenidas en el proyecto y por un espacio de tiempo determinado, generalmente coincidente con el período de finalización de ejecución de las mismas.

Se ha supuesto una franja de 5 m de ancho a cada lado de la zona de servidumbre, suficiente para el paso de maquinaria y acopios durante las obras. Además se han



incluido algunas zonas de dimensiones variables con el fin de dotar al constructor de explanadas donde realizar grandes acopios de material.

2.- PROCEDIMIENTO

Definido el trazado de la alternativa a proyectar, se ha volcado dicha información sobre los planos parcelarios.

A partir de este momento se han podido identificar las parcelas afectadas, y así poder recopilar toda la información no protegida obtenida de la SEDE ELECTRÓNICA DEL CATASTRO.

3.- SUPERFICIES AFECTADAS

Se incluyen en la siguiente tabla las afecciones producida a las diferentes parcelas



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

Nº	AFECCION	Referencia catastral	Localización	Polígono	Parcela	Clase	Uso	Ocupación definitiva (m2)	Servidumbre acueducto (m2)	Ocupación temporal (m2)
1	COLECTOR	2294302VK4629E0001ID	CL EMBAJADORES 284, 28053 MADRID (MADRID)			Urbano	Deportivo	1.690	10.820	15.702
2	COLECTOR	2294301VK4629E0001XD	CL EMBAJADORES 286, 28053 MADRID [MADRID]			Urbano	Industrial	319	7.734	9.558
3	COLECTOR	3366606VK4636E0000AA	CL ALFA 4 Suelo 28042 MADRID (MADRID)			Urbano	Suelo sin edificar		1.260	1.047
4	TT+COLECTOR	3366601VK4636E0001DS	CM MALECON 15 Suelo 28042 MADRID (MADRID)			Urbano	Suelo sin edificar	72.158	13.231	29.741
5	COLECTOR	3860401VK4636B0001RI	CM MALECON Suelo ALTA VELOCIDADMADRID (MADRID)			Urbano	Suelo sin edificar		170	500
6	COLECTOR	3672107VK4637B0001GW	CM TOMATEROS 1 Suelo ZONA VERDE PÚBLICA 28031 MADRID (MADRID)			Urbano	Suelo sin edificar	4	351	1.111
7	COLECTOR	3657903VK4635H0001SX	AV LOS ROSALES Es:T Pl:00 Pt:24 MADRID (MADRID)			Urbano	Industrial	4	175	591
8	COLECTOR	28900A90409000							5.771	4.828



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

Nº	AFECCION	Referencia catastral	Localización	Polígono	Parcela	Clase	Uso	Ocupación definitiva (m2)	Servidumbre acueducto (m2)	Ocupación temporal (m2)
9	COLECTOR	2294303VK4629E0001JD	CL EMBAJADORES 284(A) 28053 MADRID (MADRID)			Urbano	Suelo sin edificar		848	571
10	COLECTOR	2294304VK4629E0000WS	CL EMBAJADORES 322(B) 28053 MADRID (MADRID)			Urbano	Suelo sin edificar	20	282	1.423

Nº	AFECCIÓN	Referencia catastral	Localización	Polígono	Parcela	Clase	Uso	Ocupación definitiva (m2)	Servidumbre acueducto (m2)	Ocupación temporal (m2)
11	LÍNEA ELÉCTRICA	2865506VK4626F0000KH	CL ESTEFANITA 1 Suelo IDB BUTARQUE 28021 MADRID (MADRID)			Urbano	Suelo sin edificar	13	33	191
12	LÍNEA ELÉCTRICA	2970801VK4627B0001AZ	AV LOS ROSALES Suelo 7500 28041 MADRID (MADRID)			Urbano	Industrial	50	1.868	3.833
13	LÍNEA ELÉCTRICA	3366601VK4636E0001DS	CM MALECON 15 Suelo 28042 MADRID (MADRID)			Urbano	Suelo sin edificar	25	459	895
14	LÍNEA ELÉCTRICA	28900A90509000						87	718	1.576



4.- RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS

En las fichas que se adjunta en el Apéndice nº 1 se recoge toda la información disponible sobre las parcelas, incluyendo:

- Identificación catastral.
- Superficie de ocupación.
- Naturaleza del suelo.
- Uso del suelo.
- Superficie construida

5.- PLANOS

En el Apéndice nº 2. Se incluyen los planos de las parcelas y las superficies afectadas.



APÉNDICES



APÉNDICE 1. FICHAS DE LAS PARCELAS



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
3366601VK4636E0001DS

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

CM MALECON 15 Suelo

28042 MADRID [MADRID]

USO PRINCIPAL

Suelo sin edif.

AÑO CONSTRUCCIÓN

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]

--

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

CM MALECON 15

MADRID [MADRID]

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]

0

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m²]

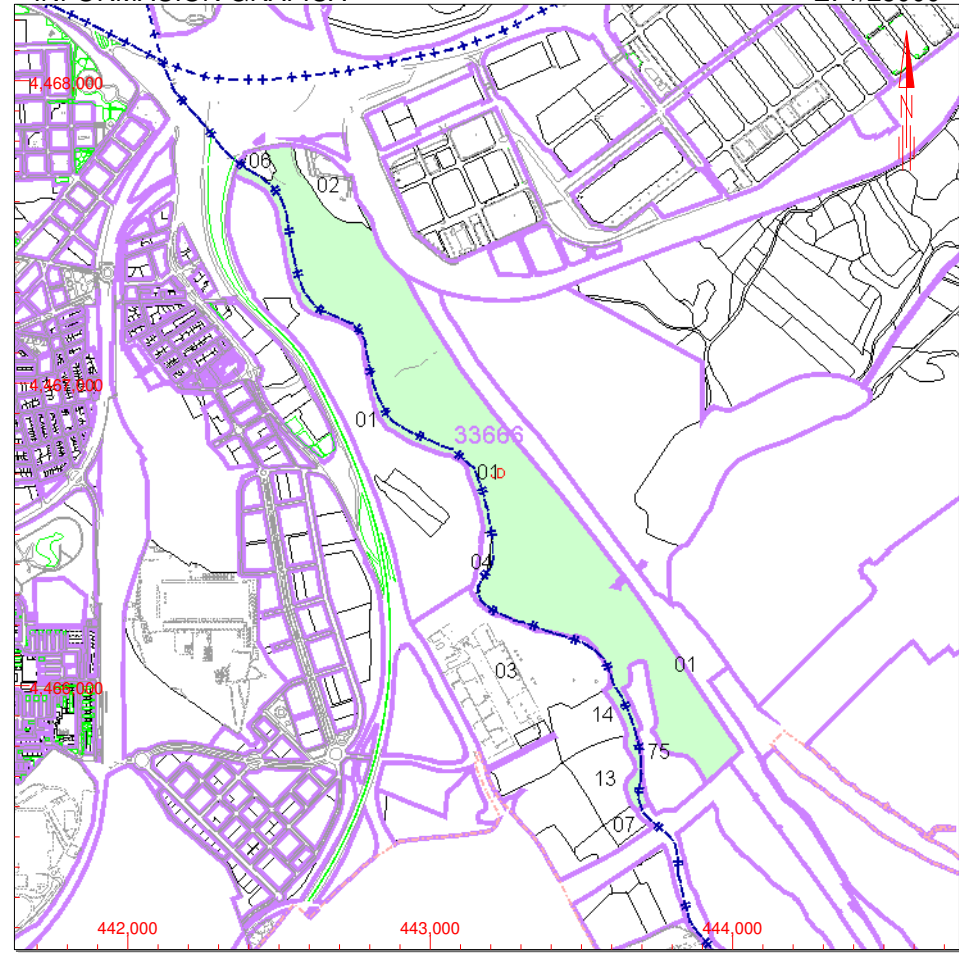
641.726

TIPO DE FINCA

Suelo sin edificar

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/25000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

445,000 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Martes , 12 de Mayo de 2020



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
2294302VK4629E0001ID

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

CL EMBAJADORES 284

28053 MADRID [MADRID]

USO PRINCIPAL

Deportivo

AÑO CONSTRUCCIÓN

2006

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)

77.547

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

CL EMBAJADORES 284

MADRID [MADRID]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)

77.547

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m²)

341.792

TIPO DE FINCA

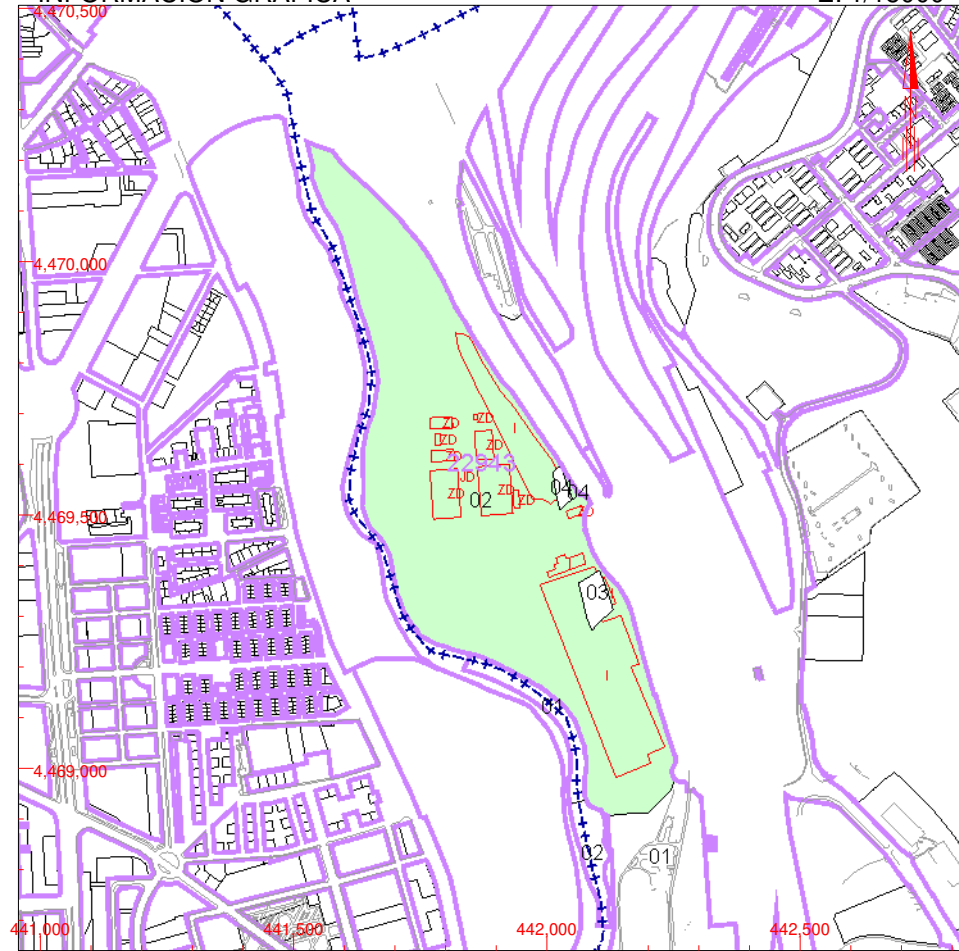
Parcela construida sin división horizontal

CONSTRUCCIÓN

Destino	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m ²
APARCAMIENTO	00		A	41.898
INDUSTRIAL	00		B	1.689
DEPORTIVO	00		C	1.209
DEPORTIVO	00		D	15.432
APARCAMIENTO	00		E	17.319

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/15000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

443.000 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Miércoles , 13 de Mayo de 2020



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
2294301VK4629E0001XD

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

CL EMBAJADORES 286

28053 MADRID [MADRID]

USO PRINCIPAL

Industrial

AÑO CONSTRUCCIÓN

1980

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)

11.439

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

CL EMBAJADORES 286

MADRID [MADRID]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)

11.439

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m²)

192.642

TIPO DE FINCA

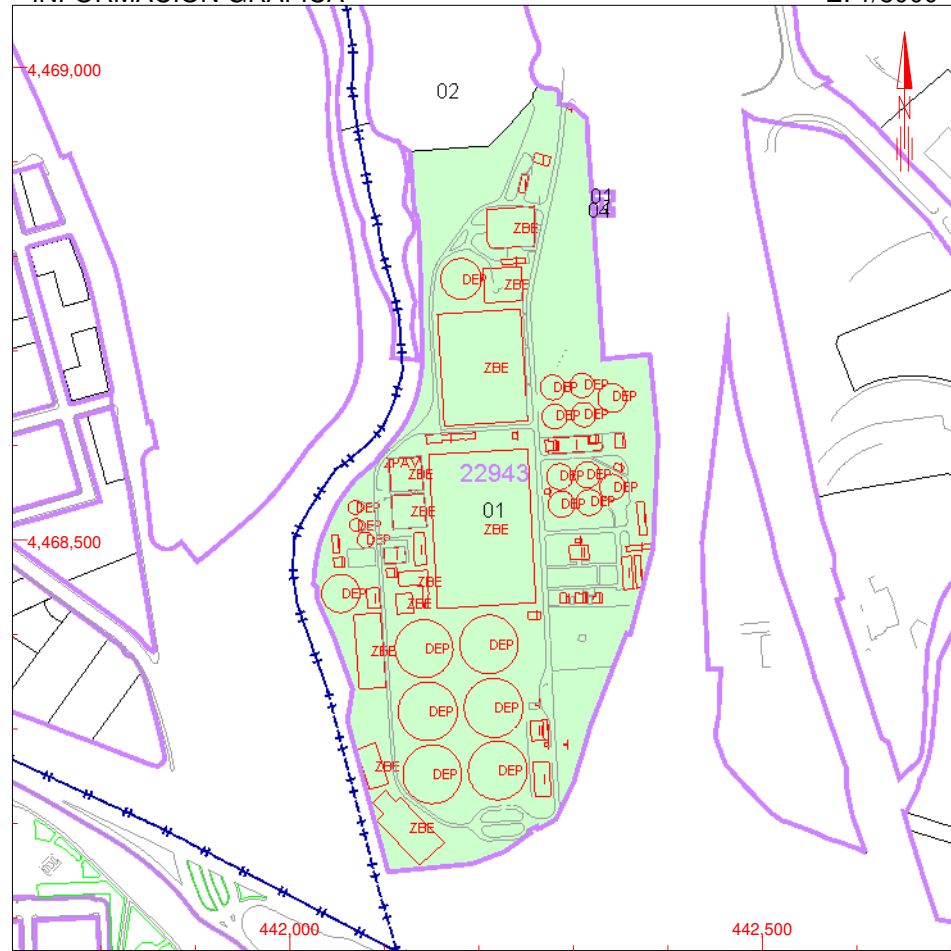
Parcela construida sin división horizontal

CONSTRUCCIÓN

Destino	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m ²	
OFICINA	A	00	01	300	
OFICINA	A	01	01	300	
OFICINA	B	00	02	95	
OFICINA	B	01	02	95	
OFICINA	B	00	03	130	
OFICINA	B	01	03	130	
OFICINA	B	00	04	95	
OFICINA	B	01	04	95	
ALMACEN	C	00	05	790	
ALMACEN	C	01	05	203	
ALMACEN	C	02	05	141	
ALMACEN	D	00	06	382	
ALMACEN	D	01	06	287	
INDUSTRIAL	E	00	07	156	
ALMACEN	F	00	08	33	
ALMACEN	G	00	09	383	Continua en ANEXO I

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/8000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

442,500 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Miércoles , 13 de Mayo de 2020



REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
2294301VK4629E0001XD

HOJA 1/1

Destino	Escalera	Planta	Puerta	Superficie. m ²
ALMACEN	H	00	10	77
ALMACEN	I	00	11	64
ALMACEN	J	00	12	595
ALMACEN	J	00	13	595
ALMACEN	J	00	14	595
ALMACEN	J	00	15	595
ALMACEN	J	00	16	595
ALMACEN	J	00	17	28
ALMACEN	K	00	18	277
ALMACEN	L	00	19	156
ALMACEN	M	00	20	26
ALMACEN	N	00	21	103
ALMACEN	O	00	22	13
ALMACEN	P	00	23	8
ALMACEN	Q	00	24	22
ALMACEN	R	00	25	604
ALMACEN	S	00	26	540
ALMACEN	S	00	27	540
ALMACEN	S	00	28	730
ALMACEN	S	00	29	540
ALMACEN	S	00	30	540
ALMACEN	T	00	31	129
ALMACEN	V	00	32	132
ALMACEN	W	00	33	10
ALMACEN	X	00	34	310



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE

3366606VK4636E0000AA

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

CL ALFA 4 Suelo

28042 MADRID [MADRID]

USO PRINCIPAL

Suelo sin edif.

AÑO CONSTRUCCIÓN

--

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

100,00000

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]

--

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

CM MALECON 4

MADRID [MADRID]

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]

0

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m²]

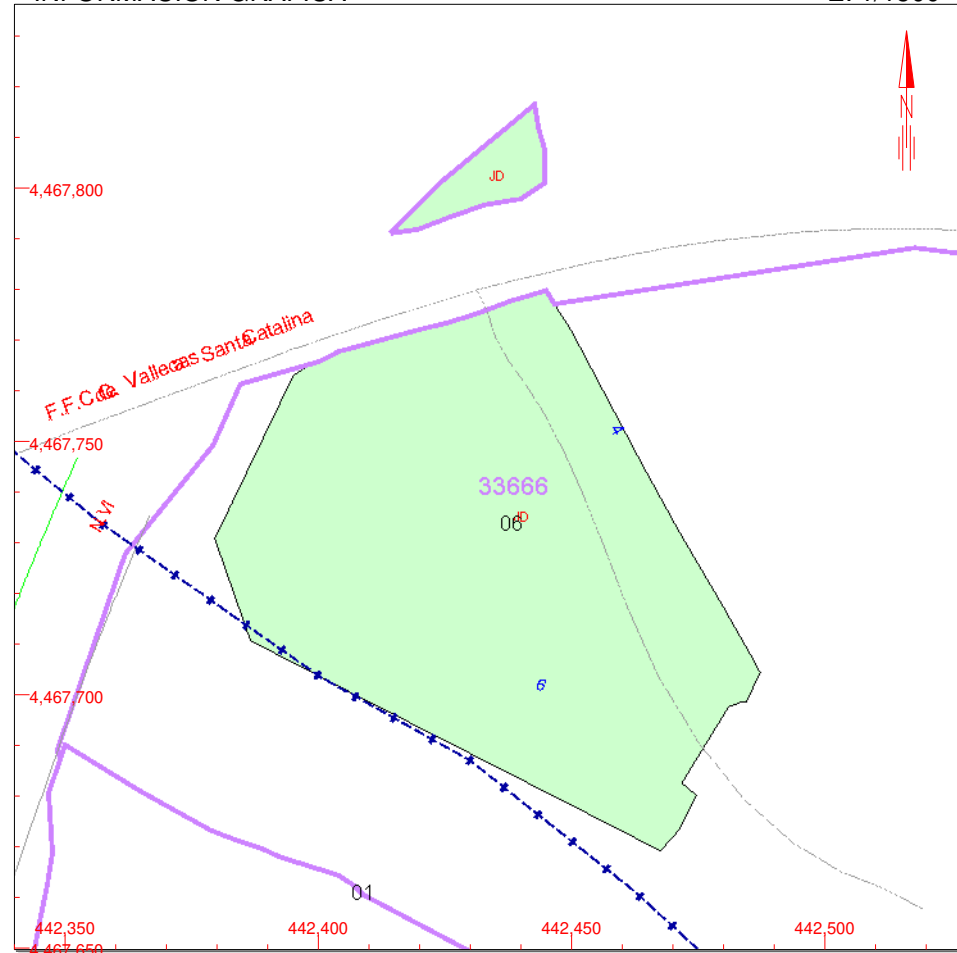
7.352

TIPO DE FINCA

Suelo sin edificar

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/1500



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

- 442,550 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89
- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Miércoles , 13 de Mayo de 2020



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE

3860401VK4636B0001RI

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

CM MALECON Suelo ALTA VELOCIDAD

MADRID [MADRID]

USO PRINCIPAL

Suelo sin edif.

AÑO CONSTRUCCIÓN

--

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

100,00000

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]

--

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

CM MALECON ALTA VELOCIDAD

MADRID [MADRID]

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]

0

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m²]

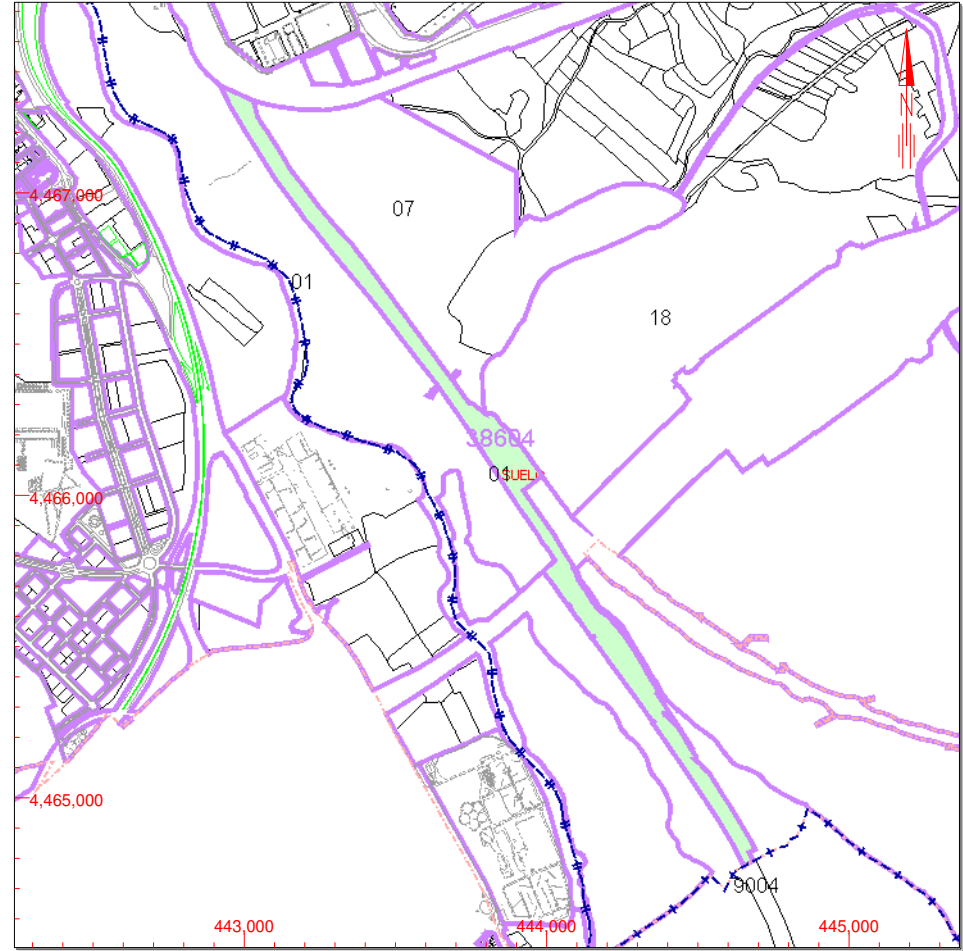
206.015

TIPO DE FINCA

Suelo sin edificar

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/25000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

445.000 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Miércoles , 13 de Mayo de 2020



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
3672107VK4637B0001GW

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

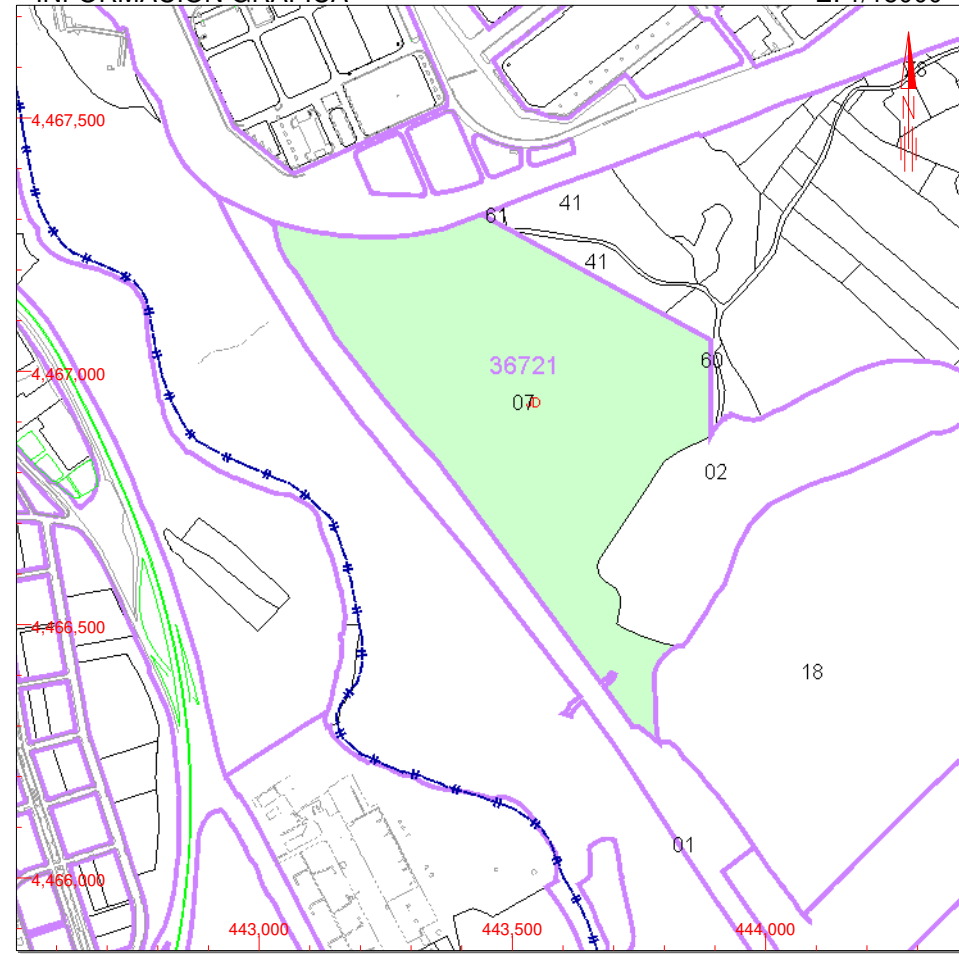
LOCALIZACIÓN	
CM TOMATEROS 1 Suelo ZONA VERDE PÚBLICA	
28031 MADRID [MADRID]	
USO PRINCIPAL	AÑO CONSTRUCCIÓN
Suelo sin edif.	
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	SUPERFICIE CONSTRUIDA [m ²]
100,00000	--

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN		
CM TOMATEROS 1		
MADRID [MADRID]		
SUPERFICIE CONSTRUIDA [m ²]	SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m ²]	TIPO DE FINCA
0	389.515	Suelo sin edificar

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/15000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

- 444,500 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89
- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Miércoles , 13 de Mayo de 2020



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
3657903VK4635H0001SX

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

AV LOS ROSALES Es:T Pl:00 Pt:24

MADRID [MADRID]

USO PRINCIPAL

Industrial

AÑO CONSTRUCCIÓN

1953

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)

64.572

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

AV LOS ROSALES

MADRID [MADRID]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)

64.572

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m²)

192.138

TIPO DE FINCA

Parcela construida sin división horizontal

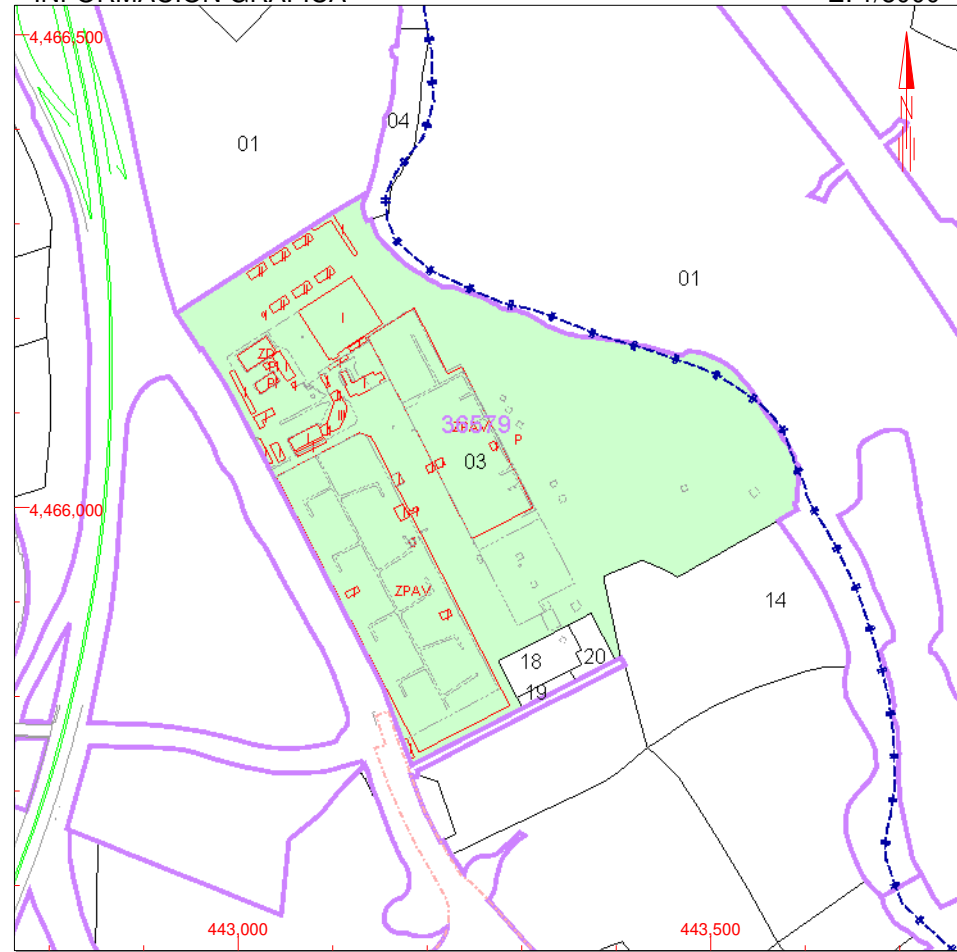
CONSTRUCCIÓN

Destino	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m ²
INDUSTRIAL	00	00	01	374
INDUSTRIAL	00	00	02	14
INDUSTRIAL	00	00	03	4.103
INDUSTRIAL	00	00	04	405
INDUSTRIAL	00	00	05	72
INDUSTRIAL	00	00	06	1.125
INDUSTRIAL	00	00	07	20
INDUSTRIAL	00	00	08	328
INDUSTRIAL	00	00	09	202
INDUSTRIAL	00	00	10	195
INDUSTRIAL	00	00	11	52
INDUSTRIAL	00	00	12	69
INDUSTRIAL	00	00	13	67
INDUSTRIAL	00	00	14	42
INDUSTRIAL	00	00	15	156
INDUSTRIAL	00	00	16	84

Continua en ANEXO I

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/8000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

444,000 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Jueves , 25 de Junio de 2020



REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
3657903VK4635H0001SX

HOJA 1/1

Destino	Escalera	Planta	Puerta	Superficie. m²
INDUSTRIAL		00	17	219
INDUSTRIAL		00	18	126
DEPORTIVO		00	19	712
DEPORTIVO		00	20	280
DEPORTIVO		00	21	35
VIVIENDA		00	22	171
VIVIENDA		00	23	181
VIVIENDA		00	24	182
VIVIENDA		00	25	181
VIVIENDA		00	26	179
VIVIENDA		00	27	182
OBR URB INT		00	28	35.114
OBR URB INT		00	29	16.471
OBR URB INT		00	30	250
INDUSTRIAL		01	01	646
VIVIENDA		01	02	171
VIVIENDA		01	03	181
VIVIENDA		01	04	182
VIVIENDA		01	05	181
VIVIENDA		01	06	179
VIVIENDA		01	07	182
INDUSTRIAL		02	01	475
OBR URB INT		00	31	170
OBR URB INT		00	32	170
OBR URB INT		00	33	94
INDUSTRIAL		00	34	105
INDUSTRIAL		00	35	90
INDUSTRIAL		00	36	35
INDUSTRIAL		00	37	120



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 2865506VK4626F0000KH

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

CL ESTEFANITA 1 Suelo IDB BUTARQUE
28021 MADRID [MADRID]

Clase: URBANO

Uso principal: Suelo sin edif.

Superficie construida:

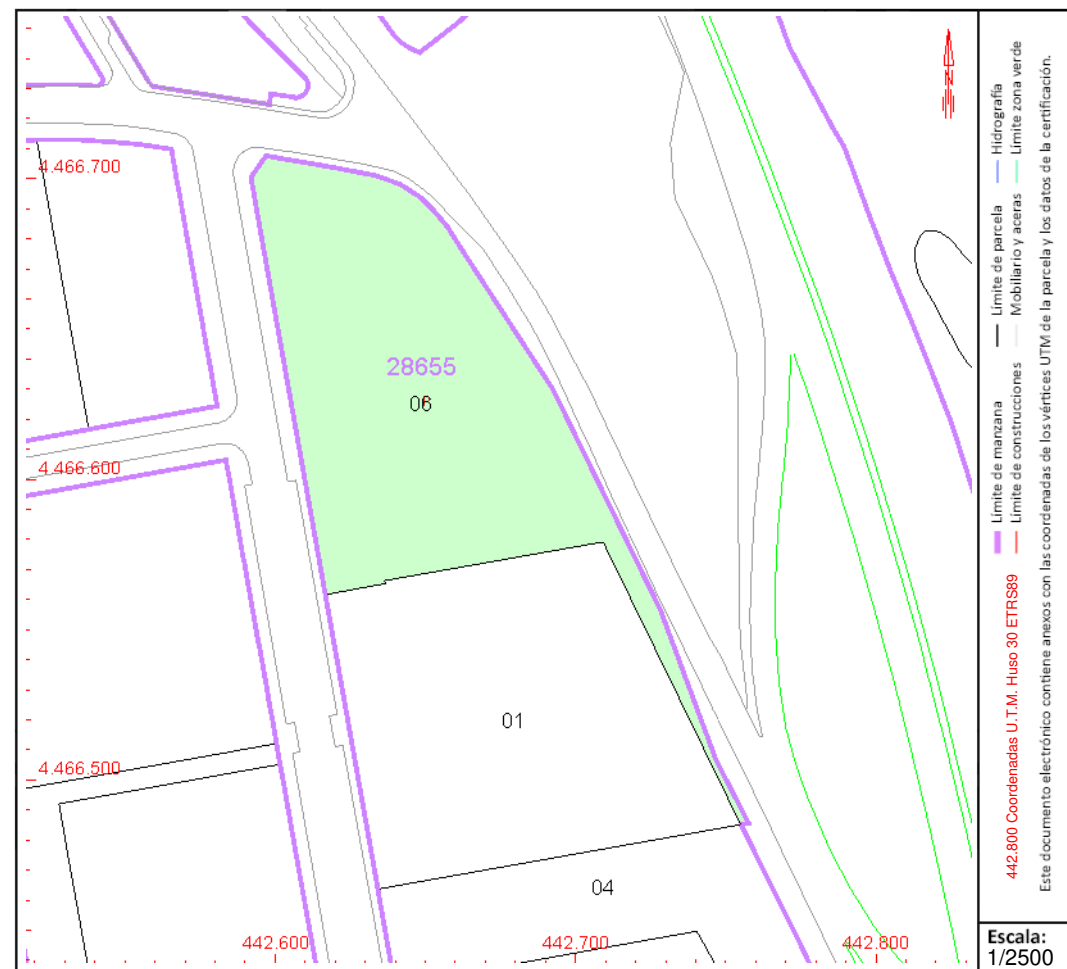
Año construcción:

PARCELA

Superficie gráfica: 11.125 m²

Participación del inmueble: 100,00 %

Tipo: Suelo sin edificar



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 2970801VK4627B0001AZ

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

AV LOS ROSALES Suelo 7500
28041 MADRID [MADRID]

Clase: URBANO

Uso principal: Industrial

Superficie construida: 270 m2

Año construcción: 2007

Construcción

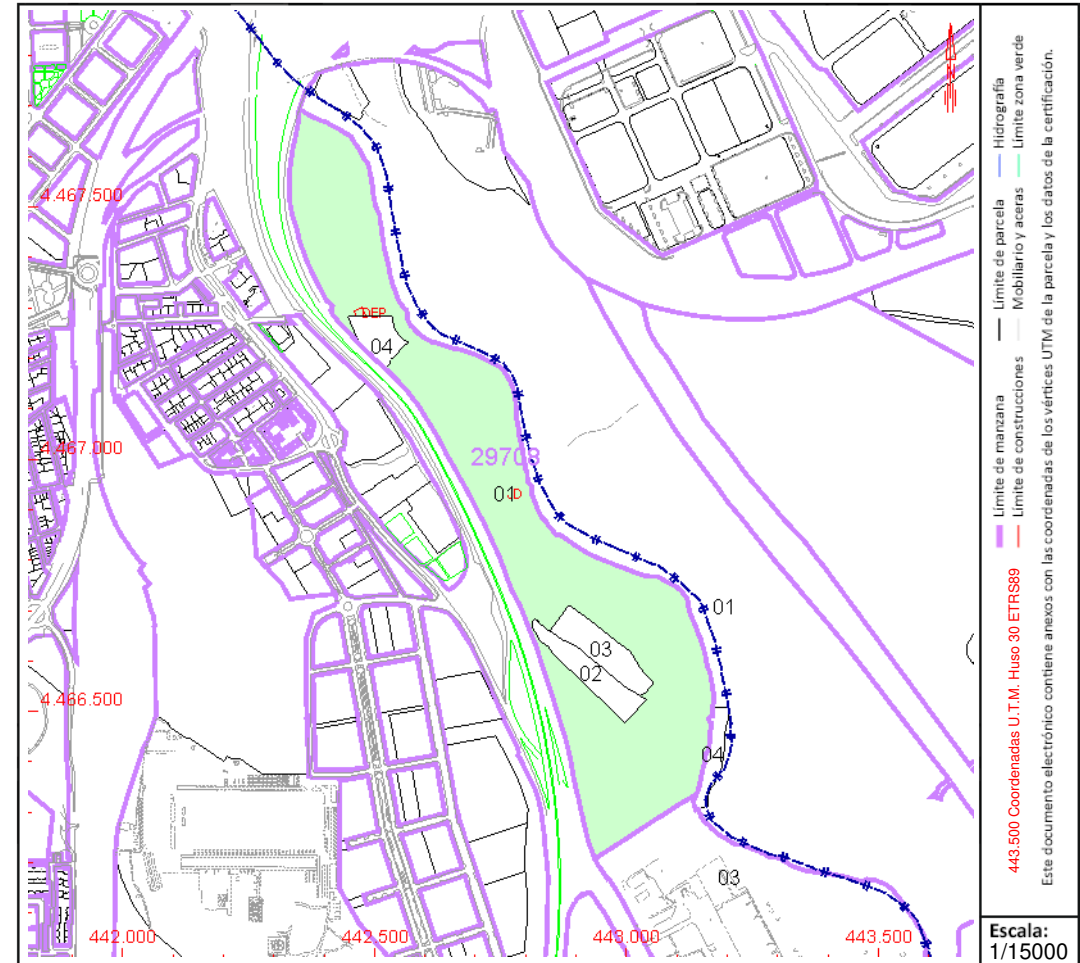
Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m ²
AGRARIO	/00/01	270

PARCELA

Superficie gráfica: 261.407 m2

Participación del inmueble: 100,00 %

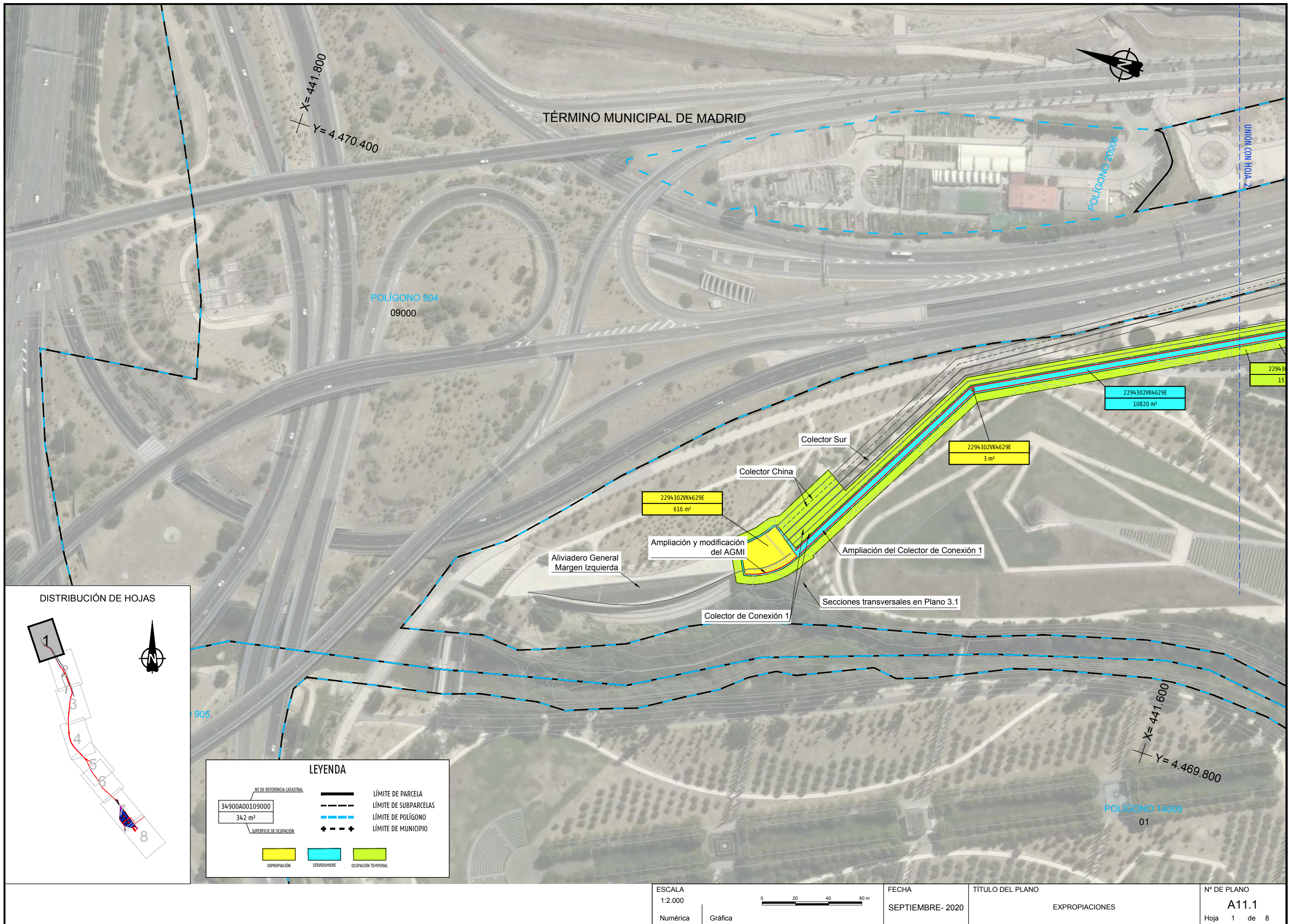
Tipo: Parcela construida sin división horizontal



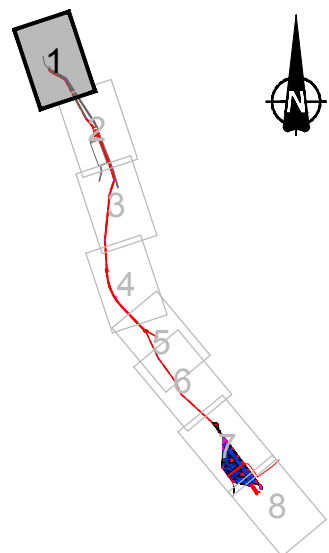
Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"



APÉNDICE 2. PLANOS



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA

<p>NO DE REFERENCIA CATASTRAL</p> <p>34900A00109000</p> <p>342 m²</p> <p>SUPERFICIE DE OCUPACIÓN</p>	<p>— LÍMITE DE PARCELA</p> <p>- - - LÍMITE DE SUBPARCELAS</p> <p>--- LÍMITE DE POLÍGONO</p> <p>+ - - + LÍMITE DE MUNICIPIO</p>
<p>EXPROPIACIÓN</p> <p>SERVIDUMBRE</p> <p>OCUPACIÓN TEMPORAL</p>	

ESCALA
1:2.000
Numérica Gráfica

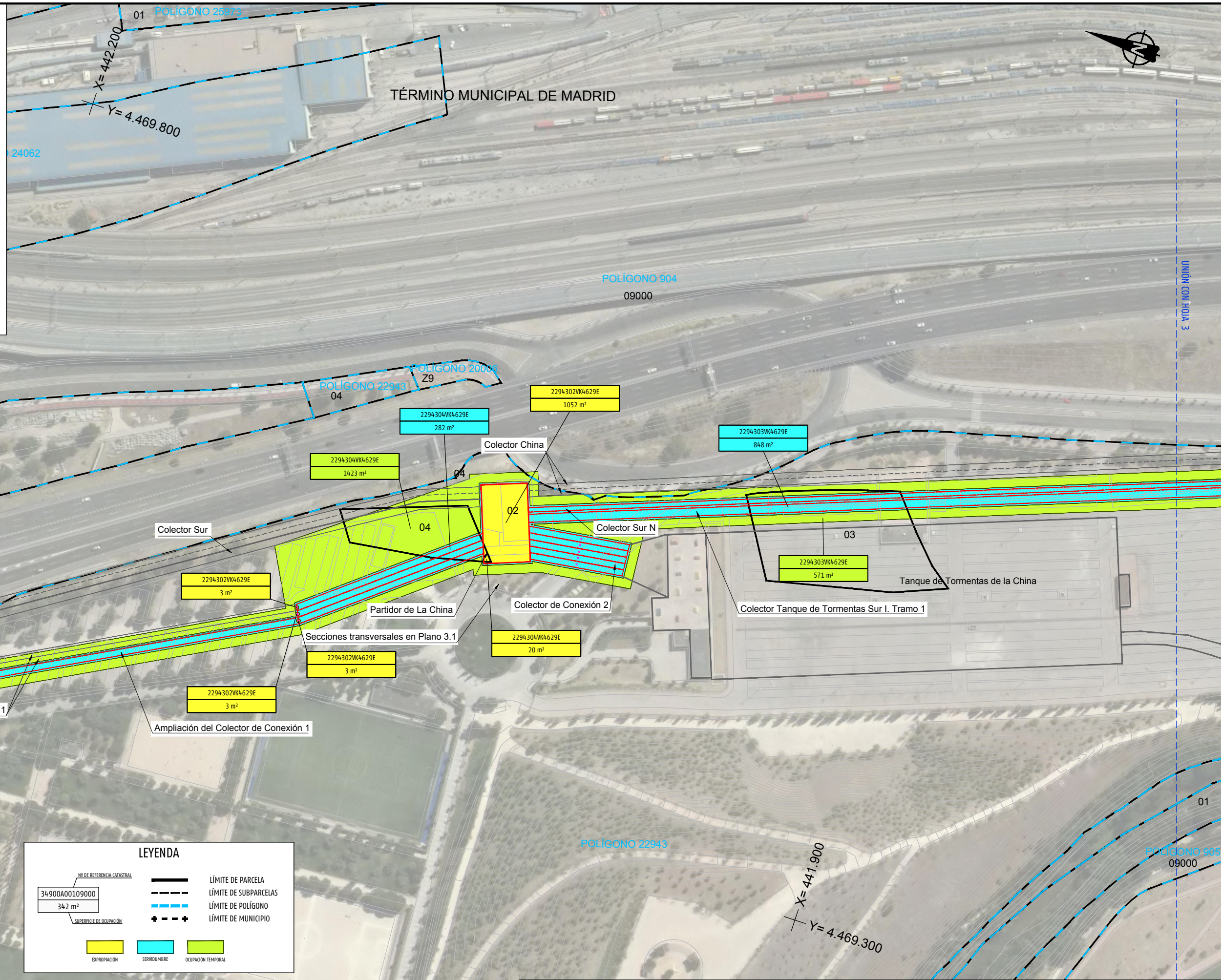
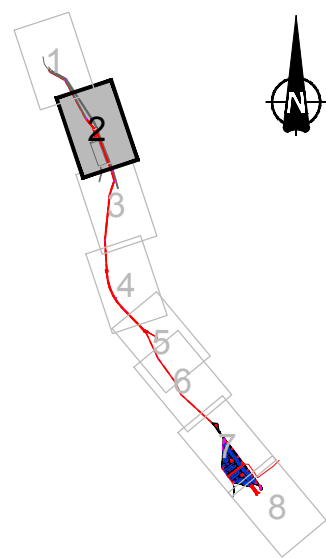


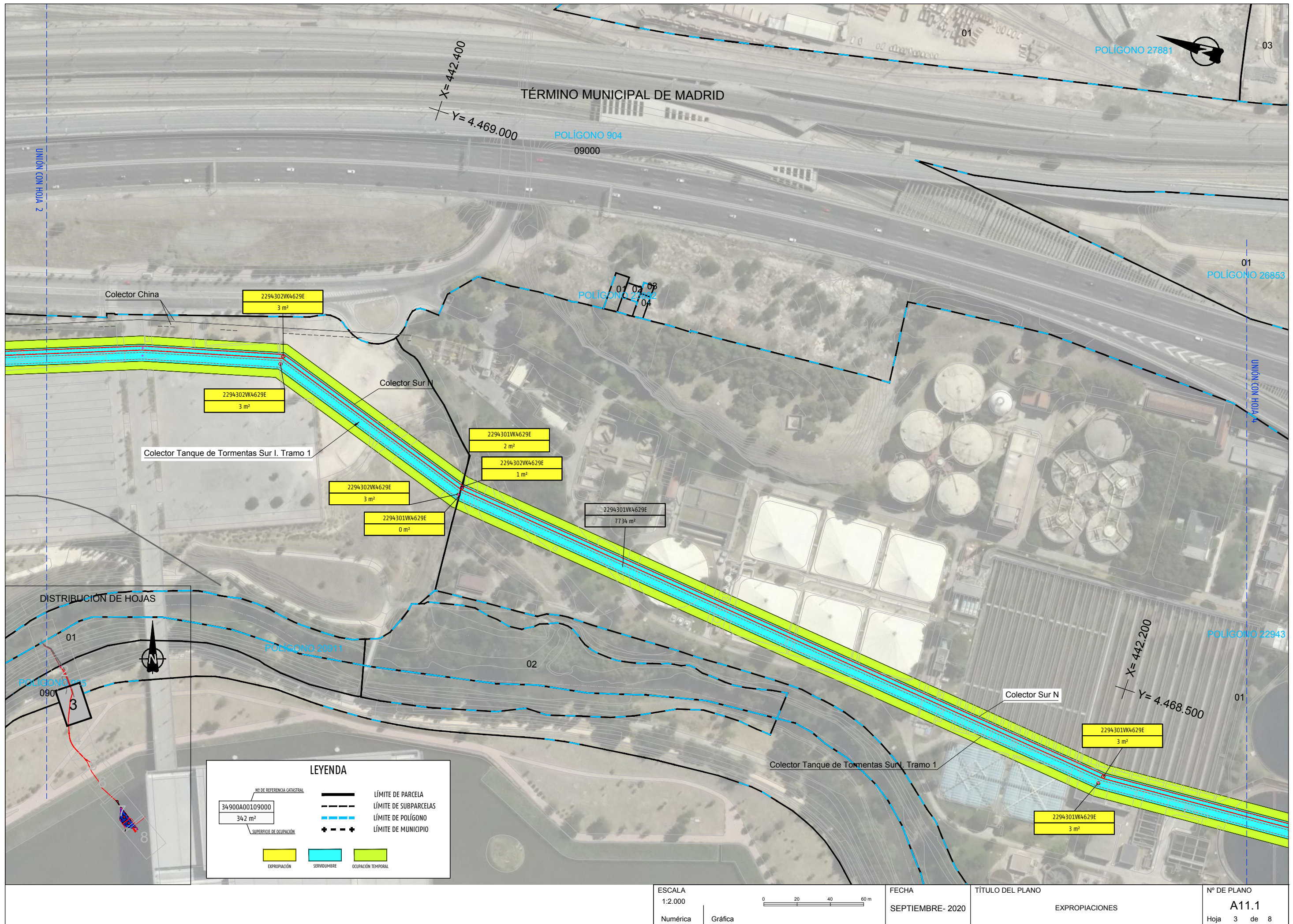
FECHA
SEPTIEMBRE- 2020

TÍTULO DEL PLANO
EXPROIACIONES

Nº DE PLANO
A11.1
Hoja 1 de 8

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

LEYENDA

<p>NO DE REFERENCIA CATASTRAL</p> <p>34900A00109000</p> <p>SUPERFICIE DE OCUPACIÓN</p> <p>342 m²</p>	<p>— LÍMITE DE PARCELA</p> <p>- - - LÍMITE DE SUBPARCELAS</p> <p>--- LÍMITE DE POLÍGONO</p> <p>+ + + LÍMITE DE MUNICIPIO</p>
<p>EXPROPIACIÓN</p> <p>SERVIDUMBRE</p> <p>OCUPACIÓN TEMPORAL</p>	

ESCALA
1:2.000
Numérica

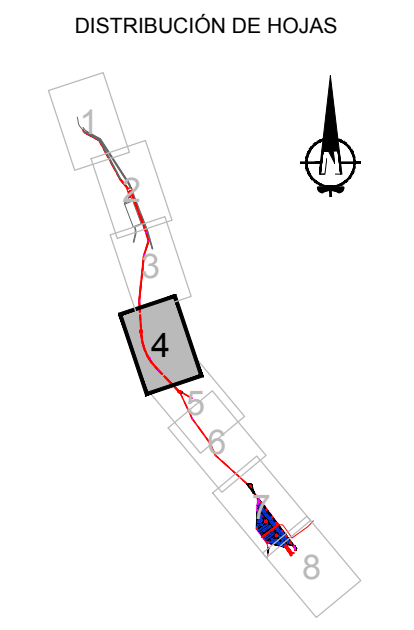
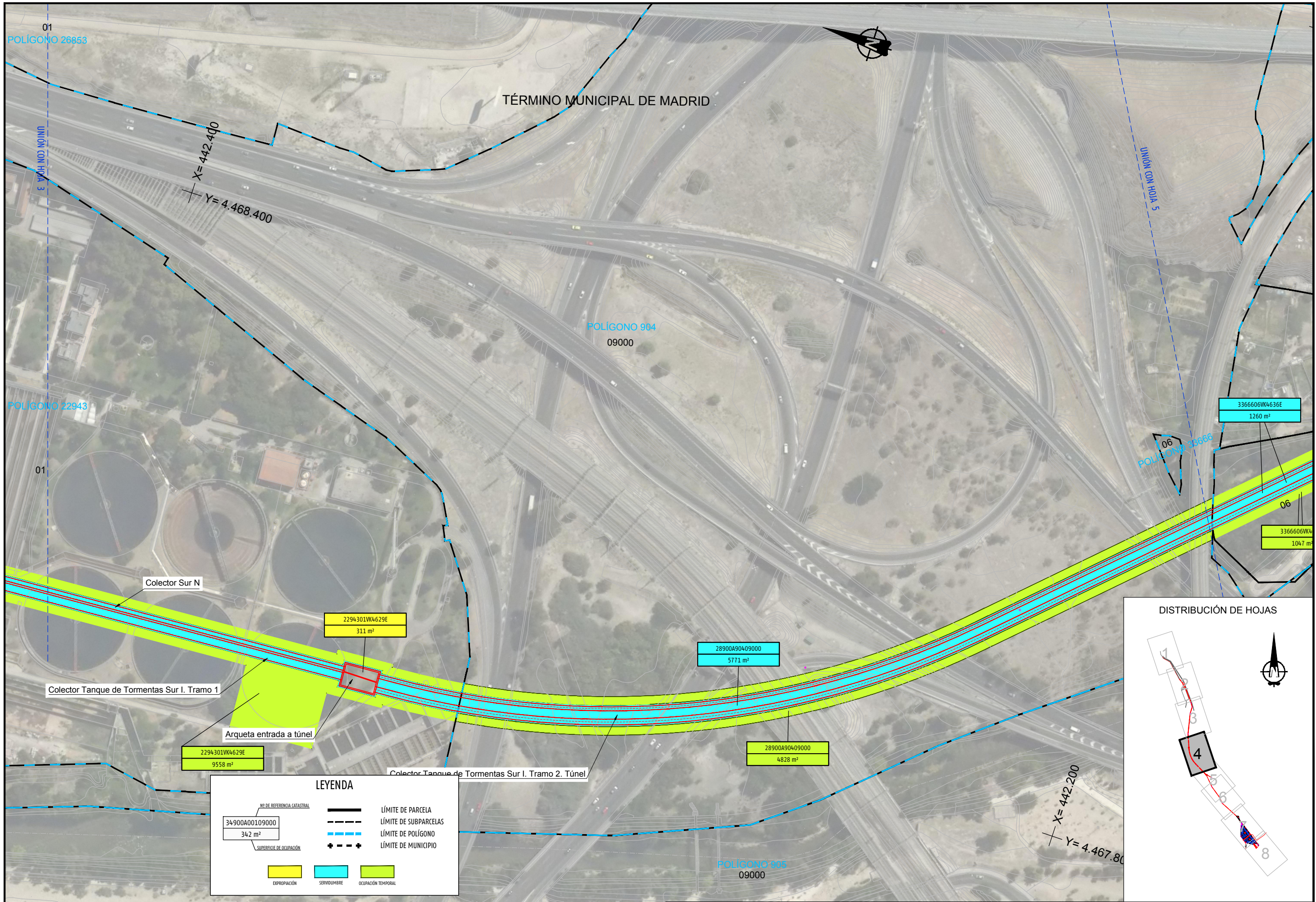


FECHA
SEPTIEMBRE - 2020

TÍTULO DEL PLANO

EXPROPIACIONES

Nº DE PLANO
A11.1
Hoja 3 de 8



LEYENDA

LÍMITE DE PARCELA
LÍMITE DE SUBPARCELAS
LÍMITE DE POLÍGONO
LÍMITE DE MUNICIPIO
EXPROPIACIÓN
SERVIDUMBRE
OCUPACIÓN TEMPORAL

ESCALA
1:2.000

Numérica Gráfica

FECHA
SEPTIEMBRE- 2020

TÍTULO DEL PLANO
EXPROIACIONES

Nº DE PLANO
A11.1

Hoja 4 de 8

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID



X= 442.700
Y= 4467.800
POLIGONO 33666

POLIGONO 904
09000

UNIÓN CON HOJA 6

02

Conexión con Colector Sur Actual

Rn= 558.06

3366606VK4636E
1260 m²

3366601VK4636E
334 m²

3366601VK4636E
3 m²

Colector Sur N

POLIGONO 33666

01

06
POLIGONO 33666

3366606VK4636E
1047 m²

Arqueta de salida del túnel

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 2. Túnel

3366601VK4636E
3 m²

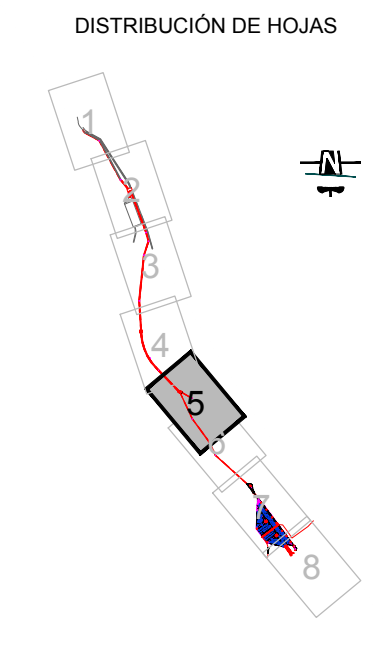
Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 3

X= 442.600
Y= 4467.300

POLIGONO 909000

LEYENDA

	NO DE REFERENCIA CATASTRAL		LÍMITE DE PARCELA
	SUPERFICIE DE OCUPACIÓN		LÍMITE DE SUBPARCELAS
	EXPROPIACIÓN		LÍMITE DE POLIGONO
	SERVIDUMBRE		LÍMITE DE MUNICIPIO
	OCUPACIÓN TEMPORAL		



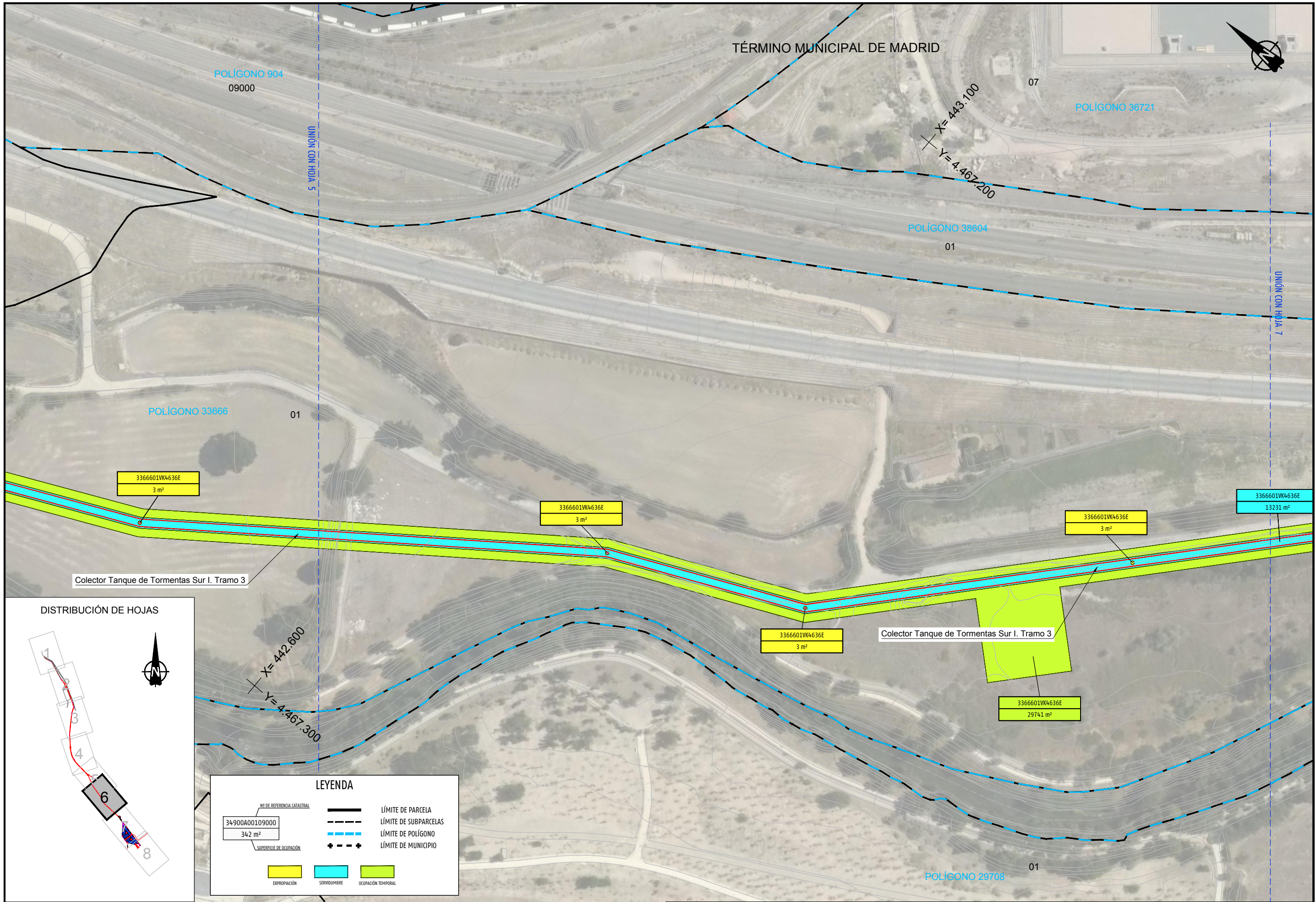
ESCALA
1:2.000

Numérica Gráfica

FECHA
SEPTIEMBRE- 2020

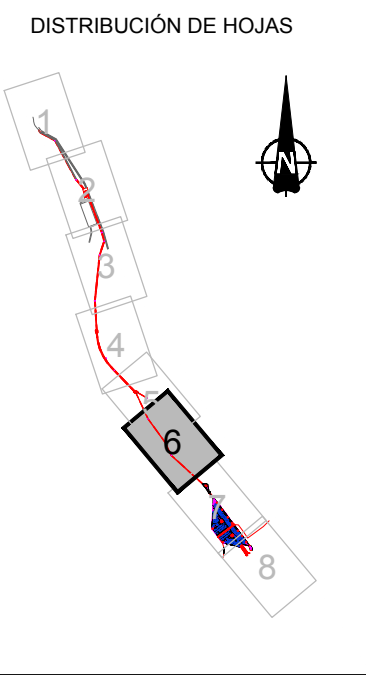
TÍTULO DEL PLANO
EXPROPIACIONES

Nº DE PLANO
A11.1
Hoja 5 de 8



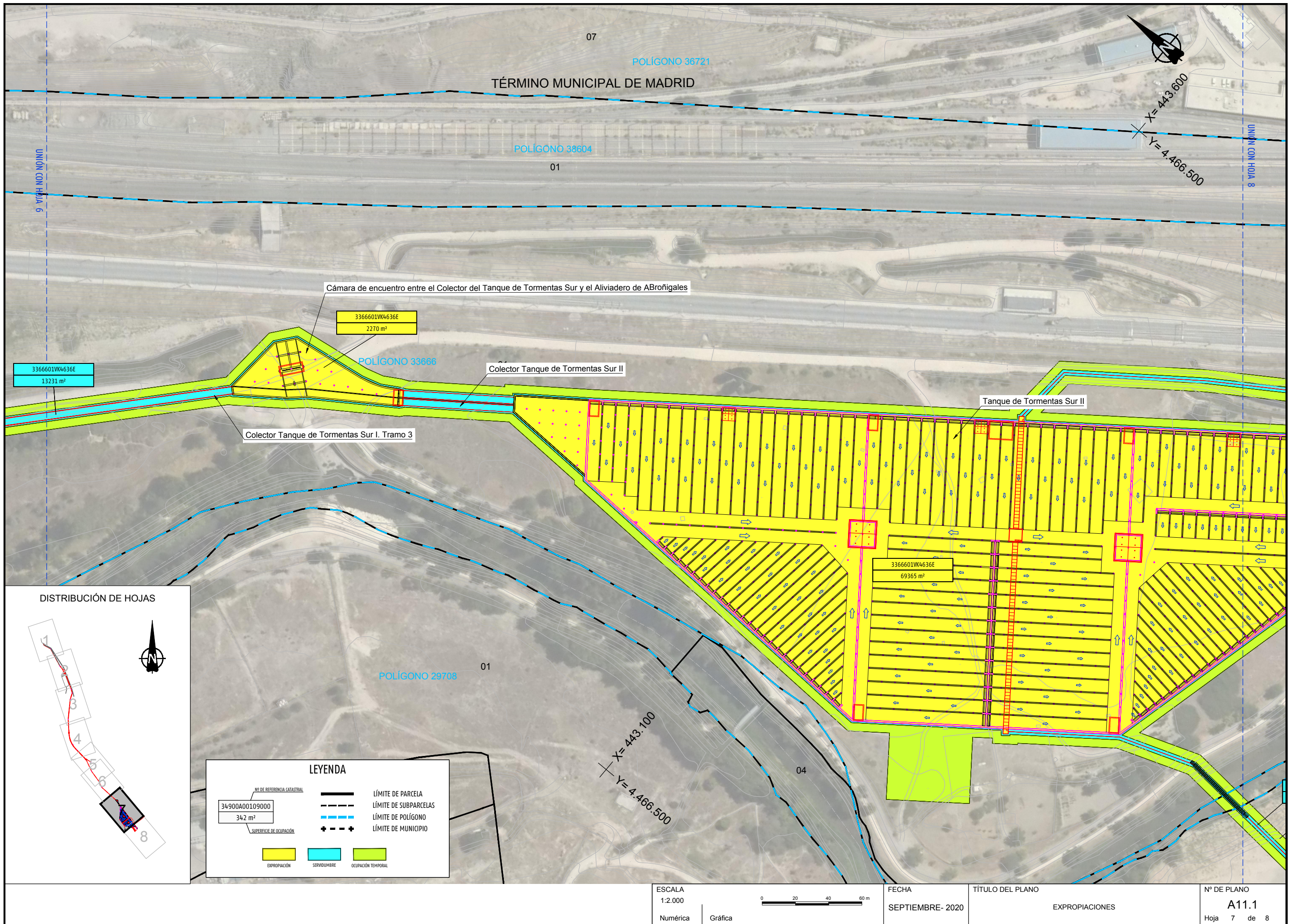
Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 3

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 3



LEYENDA

<p>NO DE REFERENCIA CATASTRAL</p> <p>34900A00109000</p> <p>342 m²</p> <p>SUPERFICIE DE OCUPACIÓN</p>	<p>— — — — —</p> <p>— — — — —</p> <p>— — — — —</p> <p>+ — — — +</p>	<p>LÍMITE DE PARCELA</p> <p>LÍMITE DE SUBPARCELAS</p> <p>LÍMITE DE POLÍGONO</p> <p>LÍMITE DE MUNICIPIO</p>
<p>EXPROPIACIÓN</p> <p>SERVIDUMBRE</p> <p>OCUPACIÓN TEMPORAL</p>		

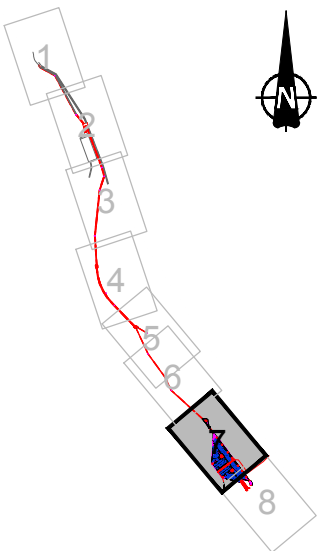


3366601VK4636E
13231 m²

3366601VK4636E
2270 m²

3366601VK4636E
69365 m²

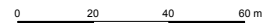
DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA

		LÍMITE DE PARCELA
		LÍMITE DE SUBPARCELAS
		LÍMITE DE POLÍGONO
		LÍMITE DE MUNICIPIO

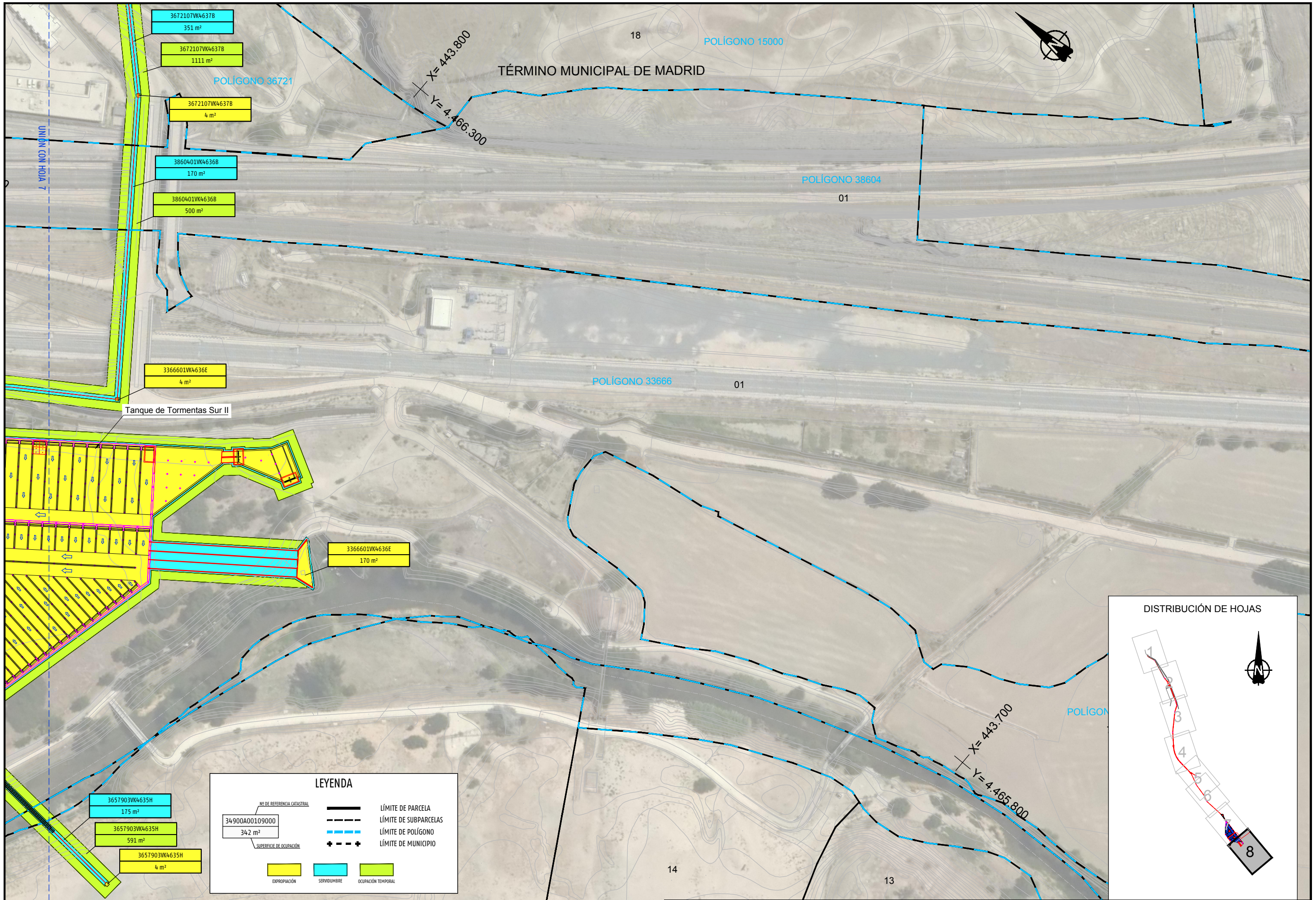
ESCALA
1:2.000
Numérica Gráfica



FECHA
SEPTIEMBRE- 2020

TÍTULO DEL PLANO
EXPROIACIONES

Nº DE PLANO
A11.1
Hoja 7 de 8



3672107VK4637B
351 m²

3672107VK4637B
1111 m²

3672107VK4637B
4 m²

3860401VK4636B
170 m²

3860401VK4636B
500 m²

3366601VK4636E
4 m²

Tanque de Tormentas Sur II

3366601VK4636E
170 m²

3657903VK4635H
175 m²

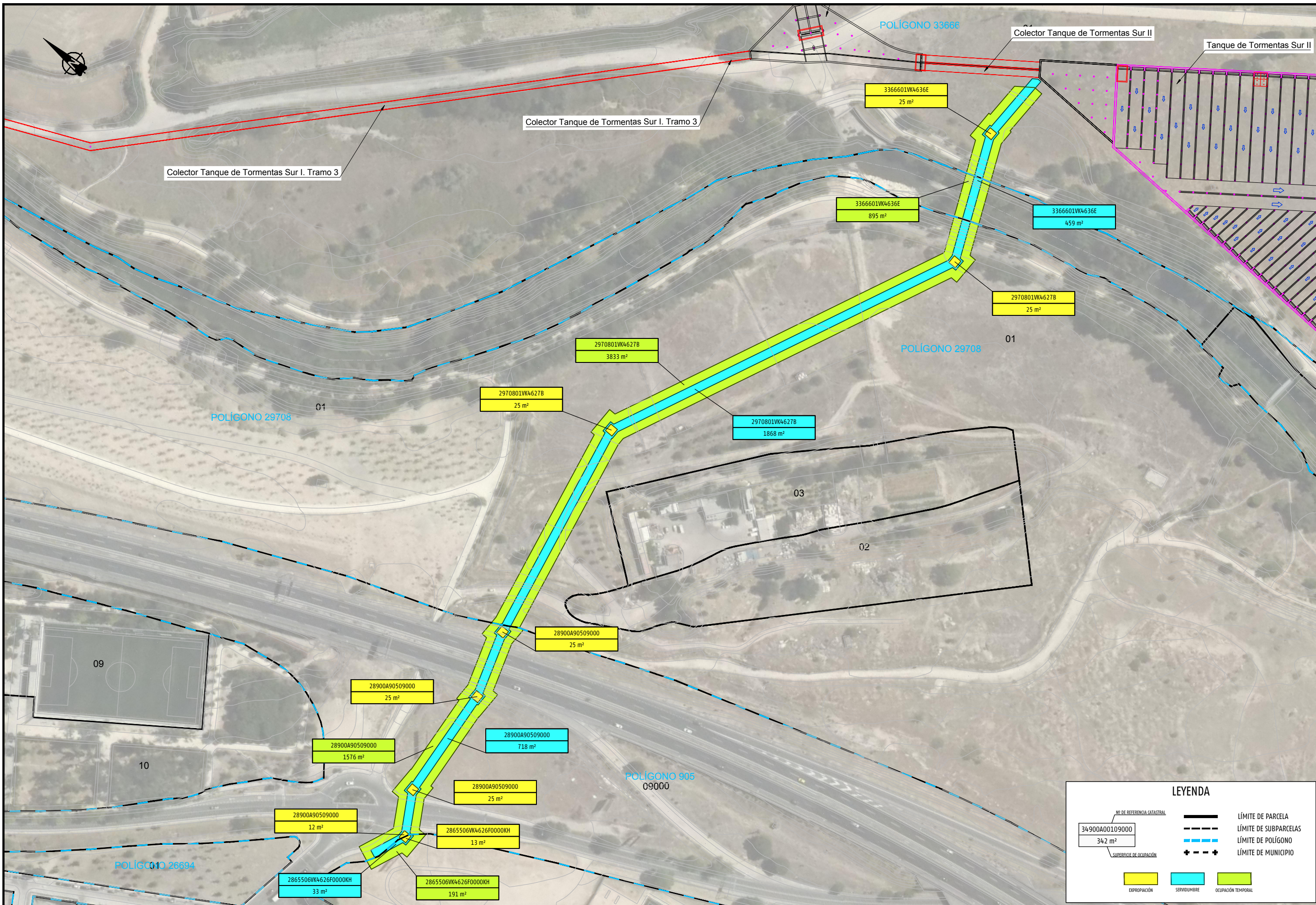
3657903VK4635H
591 m²

3657903VK4635H
4 m²

LEYENDA

	NO DE REFERENCIA CATASTRAL		LÍMITE DE PARCELA
	34900A00109000		LÍMITE DE SUBPARCELAS
	342 m ²		LÍMITE DE POLÍGONO
	SUPERFICIE DE OCUPACIÓN		LÍMITE DE MUNICIPIO
	EXPROPIACIÓN		SERVIDUMBRE
	OCUPACIÓN TEMPORAL		





Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 3

Colector Tanque de Tormentas Sur I. Tramo 3

Colector Tanque de Tormentas Sur II

Tanque de Tormentas Sur II

POLÍGONO 33666

3366601VK4636E
25 m²

3366601VK4636E
895 m²

3366601VK4636E
459 m²

2970801VK4627B
25 m²

2970801VK4627B
3833 m²

POLÍGONO 29708

2970801VK4627B
25 m²

2970801VK4627B
1868 m²

POLÍGONO 29708

28900A90509000
25 m²

28900A90509000
25 m²

28900A90509000
718 m²

28900A90509000
1576 m²

28900A90509000
25 m²

28900A90509000
12 m²

2865506VK4626F0000KH
13 m²

POLÍGONO 905
09000

2865506VK4626F0000KH
33 m²

2865506VK4626F0000KH
191 m²

POLÍGONO 26894

LEYENDA

<p>NO. DE REFERENCIA CATASTRAL</p> <p>34900A00109000</p> <p>342 m²</p> <p>SUPERFICIE DE OCUPACIÓN</p>	<p>—</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>+</p>	<p>LÍMITE DE PARCELA</p> <p>LÍMITE DE SUBPARCELAS</p> <p>LÍMITE DE POLÍGONO</p> <p>LÍMITE DE MUNICIPIO</p>
<p>EXPROPIACIÓN</p>	<p>SERVIDUMBRE</p>	<p>OCUPACIÓN TEMPORAL</p>

ESCALA
1:2.000

Numérica Gráfica



FECHA
SEPTIEMBRE- 2020

TÍTULO DEL PLANO
EXPROPIACIONES LÍNEA ELÉCTRICA

Nº DE PLANO
A11.2
Hoja 1 de 1



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

ANEJO N°12. MEDIDAS CORRECTORAS CONTENIDAS EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS.

Las medidas correctoras se encuentran definidas y detalladas en el Estudio de Impacto Ambiental. Se indica a continuación un cuadro resumen de las mismas con su valoración que se incluirá en el presupuesto del Proyecto Informativo.

Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO €/Ud	IMPORTE €
m	Jalonamiento temporal de obra mediante malla de señalización que evite la ocupación de más superficie de la estrictamente necesaria	13.500,00	1,00	13.500,00
	Colector de pluviales	12.000,00		
	Tanque de tormentas	1.500,00		
ud	Poda de arbolado para facilitar obras. Señalamiento de pies, corta de ramas, recogida de restos. Incluye aplicación de limpieza de heridas y aplicación de fungicidas en las heridas. No incluye transporte ni gestión de residuos	225,00	15,00	3.375,00
	Colector de pluviales	200,00		
	Tanque de tormentas	25,00		
jor	Prospección botánica para localización de ejemplares de flora protegida y para localización de ejemplares de especies exóticas y/o invasoras	7,00	800,00	5.600,00
	Colector de pluviales	5,00		
	Tanque de tormentas	2,00		
m2	Desbroce de superficies con presencia de especies exóticas y/o invasoras. Selección de individuos, tala, destocoado	130.000,00	0,30	39.000,00
	Colector de pluviales	90.000,00		
	Tanque de tormentas	40.000,00		
m3	Excavación y acopio de tierra vegetal. Incluye el tratamiento especial de las tierras con raíces de regalíz (Glycyrrhiza glabra)	51.480,00	1,00	51.480,00
	Colector de pluviales	29.700,00		
	Tanque de tormentas	21.780,00		
m3	Extendido de tierra vegetal para aprovechar el banco de semillas	51.480,00	1,00	51.480,00
	Colector de pluviales	29.700,00		
	Tanque de tormentas	21.780,00		
m2	Descompactación de superficies de obra para favorecer la formación de suelo y la instalación de cobertura vegetal	156.000,00	0,30	46.800,00
	Colector de pluviales	90.000,00		
	Tanque de tormentas	66.000,00		
m2	Reperfilado y adecuación topográfica de los rellenos para evitar favorecer procesos de erosión y escorrentía	156.000,00	1,00	156.000,00
	Colector de pluviales	90.000,00		
	Tanque de tormentas	66.000,00		
m2	Siembra mecánica. En las zonas accesibles a la maquinaria y que queden fuera del ámbito del ajardinamiento	156.000,00	0,01	1.560,00
	Colector de pluviales	90.000,00		
	Tanque de tormentas	66.000,00		

Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO €/Ud	IMPORTE €
m2	Integración paisajística de las infraestructuras. Incluye las actuaciones de jardinería de las instalaciones de la EDAR o del tanque de tormentas, así como las actuaciones de restauración de las márgenes del río Manzanares en los puntos de vertido del efluente. Movimiento de tierras, construcción de jardión, pavimentación, red de pluviales y riego, alumbrado, ajardinamiento, equipo y mobiliario	52.800,00	40,00	2.112.000,00
	Tanque de tormentas	52.800,00		
km	Riego de caminos de obra para reducir emisiones de polvo durante las obras	308,00	4,00	1.232,00
	Colector de pluviales	264,00		
	Tanque de tormentas	44,00		
jor	Realización de inventario de arbolado urbano para identificar los árboles o grupos de árboles en suelo urbano potencialmente afectados por la ejecución de las obras	5,00	665,00	3.325,00
	Colector de pluviales	5,00		
ud	Reposición de arbolado urbano conforme a la Ley del Arbolado Urbano de la CAM. Incluye preparación del terreno, suministro de la planta, plantación, instalación o reposición de riego, aporte de abono, y primer riego de plantación. Incluye tutores y materiales necesarios	300,00	25,00	7.500,00
	Colector de pluviales	300,00		
m	Barrera de retención de sedimentos para evitar el arrastre de sólidos derivados de la obra al Manzanares u otros cauces próximos	40,00	2,00	80,00
	Colector de pluviales	20,00		
	Tanque de tormentas	20,00		
ud	Redacción de Proyecto de ejecución de "Aprovechamiento de fuentes de energía renovables" en los edificios e instalaciones de la EDAR. Incluye Memoria, Planos, Pliegos de Prescripciones Técnicas, Presupuesto y Estudio de Seguridad y Salud Laboral	1,00	15.000,00	15.000,00
	Tanque de tormentas	1,00		
ud	Instalación paneles solares de varias unidades cada uno y los inversores correspondientes y otros equipos necesarios. Incluye porcentaje de tecnología a base de ventanas fotovoltaicas	250,00	2.700,00	675.000,00
	Tanque de tormentas	250,00		
m2	Reposición de daños en vías pecuarias. Incluye equipo básico de limpieza y recogida de basuras en Cañada Real Galiana y retirada de edificaciones abandonadas. No incluye transporte ni gestión de los residuos	3.000,00	0,50	1.500,00
	Colector de pluviales	3.000,00		
ha	Prospección arqueológica y/o paleontológica. Incluye documentación administrativa y proyectos vinculados	2,00	1.500,00	3.000,00
	Colector de pluviales	1,00		
	Tanque de tormentas	1,00		
m3	Excavación arqueológica y/o paleontológica (sondeos, catas, etc). Incluye documentación administrativa y proyectos vinculados	32,00	200,00	6.400,00



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS.

Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO €/Ud	IMPORTE €
	Colector de pluviales	24,00		
	Tanque de tormentas	8,00		
mes	Seguimiento arqueológico y/o paleontológico. Incluye documentación administrativa y proyectos vinculados	9,00	3.000,00	27.000,00
	Colector de pluviales	5,00		
	Tanque de tormentas	4,00		
TOTAL CAPÍTULO MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS				3.220.832 €



ANEJO Nº13. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	3
2.1.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	3
2.2.- GENERALIDADES.....	3
2.3.- CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS.....	3
2.4.- RELACIÓN DE RESIDUOS QUE POTENCIALMENTE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....	4
2.5.- ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....	6
2.6.- GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	9
2.6.1.- Prevención de generar residuos	9
2.6.2.- Evitar la construcción de construcciones temporales in situ.....	9
2.6.3.- Gestión de los residuos generados.....	9
2.7.- MEDIDAS DE SEGREGACIÓN Y CLASIFICACIÓN IN SITU PREVISTAS EN OBRA.....	11
2.8.- MEDIDAS A ADOPTAR PARA LA PREVENCIÓN DE RCD.....	11
2.9.- PLANO DE ACOPIO E INSTALACIONES PREVISTAS.....	13
2.10.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA EL CONTRATISTA... 15	
2.10.1.- Para el poseedor de los residuos en obra (art. 5-RD 105/2008)	15
2.10.2.- Condiciones de carácter particular.....	17
2.11.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO.....	19



1.- INTRODUCCIÓN

Por gestión de residuos se entiende la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los mismos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

En consecuencia, el estudio de gestión de residuos se estructura según las etapas y objetivos siguientes:

En primer lugar, se identifican los materiales presentes en obra y la naturaleza de los residuos que se van a originar en cada etapa de la obra. Esta clasificación se toma con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 y sus modificaciones posteriores.

Para cada tipo específico de residuo generado se hace una estimación de su cantidad. En esta fase conviene también tener en consideración datos provenientes de la experiencia acumulada en obras previas por la empresa constructora, según su propia forma de trabajar y los medios auxiliares de que se sirven.

A continuación se definen los agentes intervinientes en el proceso, tanto los responsables de obra en materia de gestión de residuos como los gestores externos a la misma que intervendrán en las operaciones de reutilización secundaria.

Finalmente se definen las operaciones de gestión necesarias para cada tipo de residuo generado, en función de su origen, peligrosidad y posible destino

Estas operaciones comprenden fundamentalmente las siguientes fases: recogida selectiva de residuos generados, reducción de los mismos, operaciones de segregación y separación en la misma obra, almacenamiento, entrega y transporte a gestor autorizado, posibles tratamientos posteriores de valorización y vertido controlado.

Al final de este estudio se incluye un presupuesto o valoración del coste de gestión previsto - alquiler de contenedores, costes de transporte, tasas y cánones de vertido aplicables, así como los de la gestión misma.

En definitiva, el objeto del presente estudio es determinar qué residuos se generan, quién es el responsable de ellos en cada momento y qué se hace con lo generado.



2.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo con el RD 105/2008, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4, con el siguiente contenido:

- 1.- Estimación de los residuos que se van a generar (según Orden MAM/304/2002).
- 2.- Gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 3.- Medidas para la segregación y clasificación in situ previstas en obra.
- 4.- Plano de acopios e instalaciones previstas.
- 5.- Prescripciones al contratista.
- 6.- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCD.

2.1.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

Se hace en este apartado una estimación de los residuos que se van a generar, con identificación de los mismos, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero.

2.2.- GENERALIDADES

Se tendrán en cuenta a la hora de evaluar la generación de residuos, la demolición de edificaciones existentes, los movimientos de tierras necesarios para la ejecución de la obra y los residuos que se generarán durante la ejecución de la obra.

Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra y las demoliciones con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos que se producirán, organizar los contenedores y/o acopios e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Se deberá planificar en cada fase de la obra la manera adecuada de gestionar los residuos, decidiendo su tratamiento antes de generar dichos residuos.

2.3.- CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS

RCDs de Nivel I.- Residuos generados resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de las obras. Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II.- Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la edificación y de la implantación de servicios (abastecimiento, saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición,



incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002.

La inclusión de un material en la lista no significa, sin embargo, que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo de la Ley 22/2011, de 28 de julio, es decir, cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor.

2.4.- RELACIÓN DE RESIDUOS QUE POTENCIALMENTE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Según Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002.

A.1.: RCDs Nivel I		
	TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN	
x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
A.2.: RCDs Nivel II		
	RCD: Naturaleza no pétreo	
	1. Asfalto	
x	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
	2. Madera	
x	17 02 01	Madera
	3. Metales	
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
x	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
x	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	4. Papel	
x	20 01 01	Papel
	5. Plástico	
x	17 02 03	Plástico
	6. Vidrio	
x	17 02 02	Vidrio
	7. Yeso	
x	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
A.2.: RCDs Nivel II		
	RCD: Naturaleza pétreo	
	1. Arena Grava y otros áridos	
x	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07



x	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
	2. Hormigón	
x	17 01 01	Hormigón
	3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	
x	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
x	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.
	4. Piedra	
x	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
A.2.: RCDs Nivel II		
	RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
	1. Basuras	
x	20 02 01	Residuos biodegradables
x	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
A.2.: RCDs Nivel II		
	2. Potencialmente peligrosos y otros	
	17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitrados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
x	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
x	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
x	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
x	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
x	16 06 03	Pilas botón
x	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
x	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
x	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
x	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
x	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
x	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

2.5.- ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Para la estimación de los residuos a generar, se tendrán en cuenta tanto los residuos generados por las demoliciones y edificación, así como los residuos que se generan durante la ejecución de la propia obra.

Demolición de infraestructuras, instalaciones, edificaciones existentes:

Estimación de volumen de escombros procedentes de levantados y demoliciones	Medición	Volumen (m ³)
Demolición de firme (m ³)	5.000	7.500
Demolición fábrica de hormigón (m ³)	1.596	2.395

Ejecución de la obra nueva:

En ausencia de datos más contrastados se manejan parámetros estimativos basados en la experiencia en este tipo de obras, de forma que se considera que el volumen de residuos generados será de 0,02 m³ por cada m² de obra a ejecutar, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 t/m³.

	Nueva Obra	
Superficie Construida total	182,430	m ²
Volumen de residuos (S x 0,02)	3,649	m ³
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m ³)	0.90	t/m ³
Toneladas de residuos	3,284	t

Estimación de volumen de tierras

Se realiza a continuación una estimación de los volúmenes de tierras generados

	L (m)	EXCAVACIÓN EN ZANJA (m ³)	RELLENOS (m ³)	
			Área cl+arena	Rellenos (m ³)
Ampliación CI Conexión	552,28	16070,11	18	6129,07
CI Conexión+ ampliación	107,55	7899,85	41,27	3461,2615
CI conexión 2	53	4025,88	48,24	1469,16
CI TT Sur I_1+CI Sur N 1	1317,73	120568,93	47,97	57357,4219
CL Sur N 3	114,76	4016,71	28,47	749,4928
CI TT Sur I_3	1051,6	77042,41	32,37	43002,118
CI TT Sur II	69,43	6272,49636	66	1690,11636
TOTAL COLECTORES		235896,39		113858,64



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

	Z TERRENO	Z FONDO	SUPERFICIE (m ²)	EXCAVACIÓN ZANJA (m ³)	RELLENOS (m ³)
POZO TUNEL AA	563,8	558,8	256	1280	0
POZO TUNEL AO 1	562,58	557,62	100	496	0
POZO TUNEL AO 2	562,58	554,47	156	1265,16	0
TOTAL POZOS		1670,89		3041,16	0,00

	L (m)	EXCAVACIÓN EN TÚNEL (m ³)
CI TT Sur I_2	656	5955,96
CL Sur N 2	656	5080,08
TOTAL TÚNEL		11036,04

	Z TERRENO	Z FONDO	SUPERFICIE (m ²)	EXCAVACIÓN ABIERTA (m ³)	RELLENOS (m ³)
PARTIDOR DE LA CHINA	568,77	561,6	559	4008,03	
	568,77	563,49	559	2951,52	
				3479,775	
AGMI				2550	
CAMARA ALIV ABROÑIGAL	561	552,27	2080	18158,4	3120
CÁMARA ALIV GAVIA	561	553,76	535	3745	1605
TANQUE TORMENTAS	14		66438	930132	99657
	8,15		1277	10407,55	1915,5
	6,8		1005	6834	1507,5
TOTAL CIELO ABIERTO				982266,28	107805,00

RESUMEN

EXCAVACIÓN (m ³)	1.230.869,59
RELLENOS (m ³)	221.663,64
A VERTEDERO (m ³)	1.009.205,95

En base a los valores del movimiento de tierras previstos la estimación de tierras excedentarias es de 1.211.047 m³, que se llevarán a vertedero:

Estimación de volumen de tierras procedentes de la excavación		
Tierras no reutilizables	1.009.206	m ³
Total (con coef de paso 1,2)	1.211.047	m³



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y COLECTORES ASOCIADOS

RCDs Nivel I			
	t	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (t/m ³) (0,5-1,5)	m ³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN			
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	1.332.152	1,1	1.211.047

RCDs Nivel II							
	%	t	d (t/m ³)	Volumen (m ³)		VOLUMEN TOTAL (m ³)	TONELADAS TOTALES
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso estimado	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	Residuos por superficie de obra a ejecutar	Residuos procedentes de demoliciones	m ³ volumen total de residuos generados	Toneladas totales de residuos generados
RCD: Naturaleza no pétreo							
1. Mezclas bituminosas	3	81.00	1.3	62.31	342.51	404.81	526.26
2. Madera	6	162.00	0.6	270.00	1,484.19	1754.19	1,052.51
3. Metales	9	243.00	1.5	162.00	910.85	1072.85	1,609.28
4. Papel	10	270.00	0.9	300.00	1,649.10	1949.10	1,754.19
5. Plástico	20	540.00	0.9	600.00	3,617.48	4217.48	3,795.73
6. Vidrio	0.5	13.50	1.5	9.00	49.47	58.47	87.71
7. Yeso	0.5	13.50	1.2	11.25	61.84	73.09	87.71
TOTAL estimación	49	1,323.00		1,414.56	8,115.44	9530.00	8,913.39
RCD: Naturaleza pétreo							
1. Arena, grava y otros áridos	13	351.00	1.5	234.00	1,286.30	1520.30	2,280.45
2. Hormigón	15	405.00	1.5	270.00	1,596.40	1866.40	2,799.60
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	3	81.00	1.5	54.00	616.12	670.12	1,005.18
4. Piedra	11	330.00	1.5	198.00	1,088.41	1286.41	1,929.61
TOTAL estimación	42	1,167.00		756.00	4,587.22	5343.22	8,014.83
RCD: Potencialmente peligrosos y otros							
1. Basuras	6	162.00	0.9	180.00	989.46	1169.46	1,052.51
2. Potencialmente peligrosos y otros	3	81.00	0.5	162.00	890.51	1052.51	526.26
TOTAL estimación	9	243.00		342.00	1,879.97	2221.97	1,578.77

2.6.- GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

2.6.1.- Prevención de generar residuos

Se deberá evitar, en la medida de lo posible, la generación de residuos, de forma que se facilite la protección del medio ambiente, entendiéndose como una medida global que minimice los impactos de una obra de estas características.

2.6.2.- Evitar la construcción de construcciones temporales in situ

Se recomienda la utilización de elementos prefabricados y reutilizables para las instalaciones auxiliares y construcciones asociadas, evitando construcciones in situ que se deban incorporar, a la finalización de las obras, a los residuos de demolición a revalorizar.

2.6.3.- Gestión de los residuos generados

El proceso de valoración de residuos generados en la obra implica la estimación de volúmenes, las pautas para la recogida, almacenamientos y separación en caso necesario y el traslado por gestores autorizados.

A continuación se incluye una tabla en la que se muestra una relación de los residuos que se puedan generar en una obra, así como el tratamiento y destino a que se deberán someter cada uno de ellos.

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán, en todo caso, autorizadas por la Consejería competente para la gestión de residuos no peligrosos.

Los residuos de nivel I:

1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN		Tratamiento	Destino	Cantidad (m ³)
17.05.04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17.05.03	Sin tratamiento específico	Gestor autorizado	0

Los residuos de nivel II:

1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN		Tratamiento	Destino	Cantidad (m ³)
17.05.04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17.05.03	Sin tratamiento específico	Gestor autorizado	1.211.047,14
RCD: Naturaleza no pétreo		Tratamiento	Destino	Cantidad (m ³)
1. Asfalto				
17.03.02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17.03.01	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	404,81
2. Madera				
17.02.01	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	1.754,19
3. Metales				
17.04.05	Hierro y acero	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	1.072,85
4. Papel				
20.01.01	Papel	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	1.949,10



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS

5. Plástico				
17.02.03	Plástico	Reciclado	Gestor autorizado RNP	4.217,48
6. Vidrio				
17.02.02	Vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNP	58,47
7. Yeso				
17.08.02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Reciclado	Gestor autorizado RNP	73,09

RCD: Naturaleza pétreo		Tratamiento	Destino	
1. Arena, grava y otros áridos				
01.04.08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01.04.07	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	1.520,30
2. Hormigón				
17.01.01	Hormigón	Reciclado/ Vertedero	Planta de reciclaje RCD	1.866,40
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos				
17.01.02	Ladrillos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	670,12
17.01.03	Tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	
17.01.07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17.01.06	Reciclado/ Vertedero	Planta de reciclaje RCD	
4. Piedra				
17.09.04	RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17.09.01, 02 y 03	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	1.286,41

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		Tratamiento	Destino	Cantidad (m ³)
1. Basuras				
20.02.01	Residuos biodegradables	Reciclado/ Vertedero	Planta de reciclaje RSU	1.169,46
20.03.01	Mezcla de residuos municipales	Reciclado/ Vertedero	Planta de reciclaje RSU	
2. Potencialmente peligrosos y otros				
15.02.02	Absorbentes contaminados (trapos,...)	Depósito/ tratamiento	Gestor autorizado RPs	1.052,51
13.02.05	Aceites usados, (minerales no clorados de motor,...)	Depósito/ tratamiento		
16.06.04	Pilas alcalinas y salinas	Depósito/ tratamiento		
16.06.03	Pilas botón	Depósito/ tratamiento		
15.01.10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Depósito/ tratamiento		
08.01.11	Sobrantes de pinturas o barnices	Depósito/ tratamiento		
14.06.03	Sobrantes de disolventes no halogenados	Depósito/ tratamiento		
07.07.01	Sobrantes de desencofrantes	Depósito/ tratamiento		



15.01.11	Aerosoles vacíos	Depósito/ tratamiento		
13.07.03	Hidrocarburos con agua	Depósito/ tratamiento		

2.7.- MEDIDAS DE SEGREGACIÓN Y CLASIFICACIÓN IN SITU PREVISTAS EN OBRA

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Madera	1 t
Metal	2 t
Papel y cartón	0,5 t
Plástico	0,5t
Vidrio	1 t
Hormigón	80 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 t

RCDs NIVEL II		Hay que separar
	TONELADAS TOTALES	
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	Toneladas totales de Residuos generados	
RCD: Naturaleza no pétreo		
Madera	197.02	SI
Metales	295.54	SI
Papel	328.37	SI
Plástico	656.75	SI
Vidrio	16.42	SI
RCD: Naturaleza pétreo		
Hormigón	492.56	SI
Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	98.51	SI

Como se puede observar en la tabla, se deberán separar en fracciones: madera, metales, papel, plástico y ladrillos.

2.8.- MEDIDAS A ADOPTAR PARA LA PREVENCIÓN DE RCD

Para mejorar la gestión de residuos de tierras

- Se incorporan al terreno de la propia obra
- Se depositan en predios cercanos o vecinos, con autorización del propietario

Para gestionar correctamente los escombros minerales o vegetales

- Los escombros vegetales se acopian en terreno con pendiente < 2%
- Los escombros vegetales se acopian a > 100 m de curso de agua



- Se planifica la demolición para poder clasificar los escombros
- Se reciclan los escombros
- Se planifica el desbroce eliminando las especies de mayor a menor tamaño
- Se conservan las ramas pequeñas y las hojas sobrantes para revegetar
- Escombros vegetales se trasladan a planta de compostaje

Para gestionar correctamente los residuos de chatarra

- Los acopios de chatarra férrica o de plomo no vierten escorrentías a cauce público
- Se acopian separadamente y se reciclan

Para gestionar correctamente los residuos de madera

- Se acopian separadamente y se reciclan, reutilizan o llevan a vertedero autorizado
- Los acopios de madera están protegidos de golpes o daños

Para gestionar correctamente los residuos de aceites minerales y sintéticos

- Se establece una sistemática para almacenamiento y recogida por GA
- Se recogen en envases sólidos y resistentes, sin defectos estructurales ni fugas
- Se depositan en bidones, que se trasladan cerrados desde el taller hasta el almacén
- Se almacenan en cisterna de 3.000 l reconocible y con letrero etiquetado
- Se almacenan evitando mezclas con agua, con residuos oleaginosos, o con policlorofenilos, u otros RP
- Se avisa al GA cuando la cisterna está $\frac{3}{4}$ llena, o a los cinco meses de almacenamiento
- Se evitan vertidos en cauces o en alcantarillado
- Se evitan depósitos en el suelo
- Se evitan tratamientos que afecten a la atmósfera
- Se inscriben en la Hoja de control interno de RP
- Se reduce la cantidad generada reduciendo la frecuencia de cambio de aceite
- Se reduce la cantidad generada manteniendo las máquinas en buen estado
- Se reduce la cantidad generada usando las máquinas en su rango de mayor eficiencia

Para gestionar correctamente los residuos de fluorescentes o mercuroluminiscentes

- Se establece una sistemática para almacenamiento y recogida por GA
- Se evita su rotura
- Se almacenan en envases dedicados
- Se reduce su número por aumento de la vida útil mediante:
 - Buen mantenimiento
 - Uso en el rango de mayor eficiencia
 - Mejora tecnológica

Para gestionar correctamente los residuos con amianto

- Los materiales con amianto se retiran al principio de las operaciones

- Se desmontan como se montaron, sin brusquedades
- Se desatornillan las placas de amiantocemento y se retiran suspendiéndolas de eslingas a una grúa
- Se toman precauciones en operaciones con golpes, roturas, taladros, corte y uso de instrumental mecánico
- Los operarios utilizan mascarilla filtrante para partículas, y guantes de protección química
- Los operarios utilizan una plataforma elevada para desmontar placas de cubierta
- Se envasan los RP con amianto en sacos de 2 capas de polipropileno etiquetados y herméticos
- Se envasan los RP con amianto en el lugar en que se producen, antes de trasladarlos al almacén de RP
- Se prepara un plan de actuación antes de comenzar los trabajos

Para gestionar correctamente los residuos de baterías y acumuladores

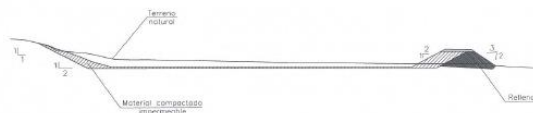
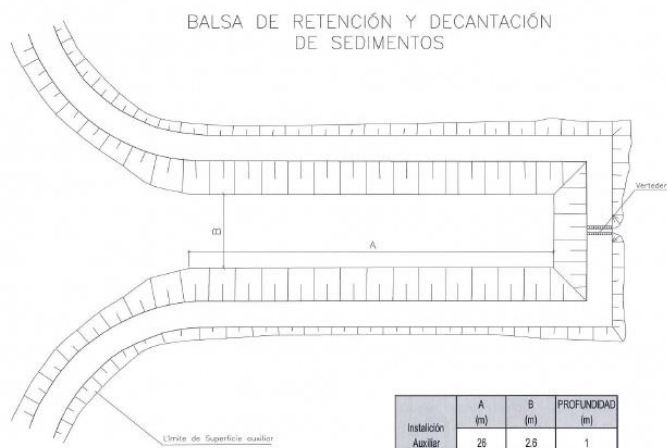
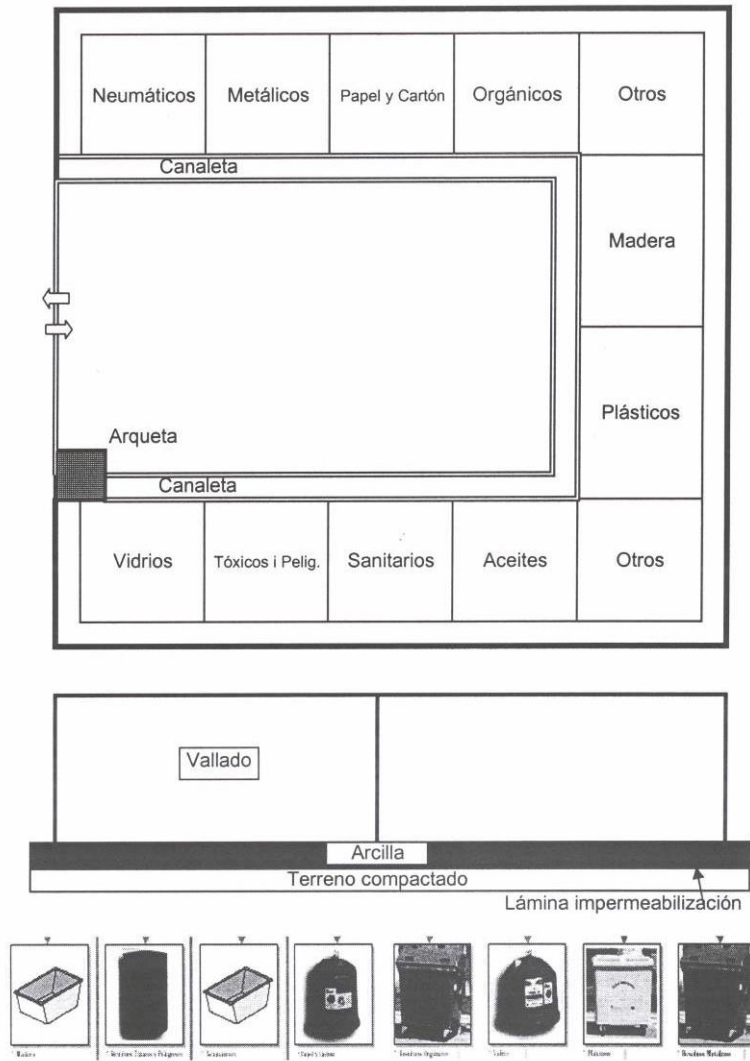
- Se establece una sistemática para almacenamiento y recogida por GA
- Se evita su rotura
- Se almacenan en envases dedicados

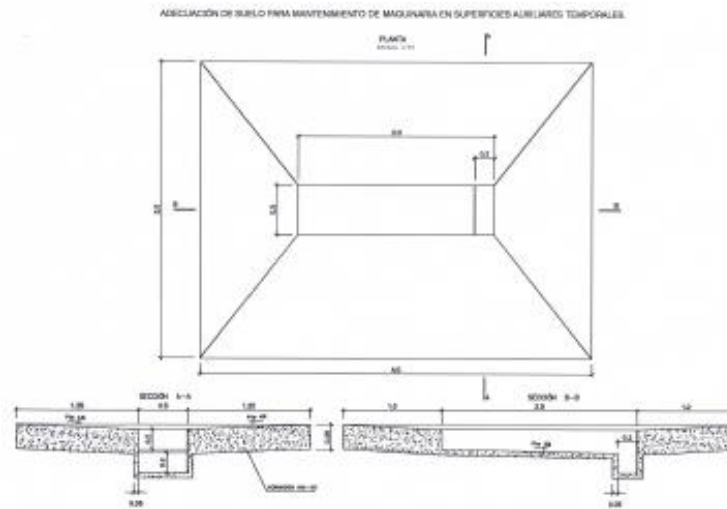
2.9.- PLANO DE ACOPIO E INSTALACIONES PREVISTAS

Se presenta en este apartado un croquis con las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de demolición dentro de la obra.

Un esquema básico de las instalaciones puede ser el siguiente:







Estas instalaciones podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

Otras instalaciones:

- Bajantes de escombros
- Acopios y / o contenedores de los distintos tipos de RD (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones...)
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas / cubetos de hormigón
- Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos
- Contenedores para residuos urbanos
- Ubicación de planta móvil de reciclaje “in situ”
- Ubicación de materiales reciclados como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar

2.10.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA EL CONTRATISTA

2.10.1.- Para el poseedor de los residuos en obra (art. 5-RD 105/2008)

La figura del poseedor de los residuos en la obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- Presentar ante el promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla él mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos.



- Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.
- Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establece el articulado a partir de qué valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada.

Esta clasificación, que es obligatoria una vez se han sobrepasado determinados valores conforme al material de residuo que sea, puede ser dispensada por la Consejería de forma excepcional.

Ya en su momento, la Ley 10/1998 de 21 de Abril, de Residuos, en su artículo 14, mencionaba la posibilidad de eximir de la exigencia a determinadas actividades que pudieran realizar esta valorización o de la eliminación de estos residuos no peligrosos en los centros de producción, siempre que las autonomías dictaran normas generales sobre cada tipo de actividad, en las que se fijen los tipos y cantidades de residuos y las condiciones en las que la actividad puede quedar dispensada.

Si él no pudiera por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final, un documento que acredite que él lo ha realizado en lugar del Poseedor de los residuos.

- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.
- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.
- Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se



puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

Para el personal de obra, los cuales están bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.
- Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.
- Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.
- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.

Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Consejería.

Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

2.10.2.- Condiciones de carácter particular

Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.

Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...).



Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.

El depósito temporal de los escombros en acopios deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.

En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.

La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería que tenga atribuciones para ello, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente.

Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales.

Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.

Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

2.11.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO

A continuación se calcula el coste previsto para la gestión de residuos:

TIPOLOGÍA RCD		Estimación (m ³)	Precio gestión en Planta/ Vertedero/ Cantera/ Gestor (€/m ³)	Importe (€)
A.1.: RCDs Nivel I				
1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN				
17.05.04	Tierras y piedras distintas a las del código 17.03.01	1.211.047,14	2	2.422.094,28
A.2.: RCDs Nivel II				
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto				
17.03.02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17.03.01	404,81	10,5	4.250,54
2. Madera				
17.02.01	Madera	1.754,19	5	8.770,95
3. Metales				
17.04.05	Hierro y acero	1.072,85	10	10.728,50
4. Papel				
20.01.01	Papel	1.949,10	4	7.796,40
5. Plástico				
17.02.03	Plástico	4.217,48	4	16.869,92
6. Vidrio				
17.02.02	Vidrio	58,47	4	233,89
7. Yeso				
17.08.02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17.08.01	73,09	4	292,37
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena, grava y otros áridos				
01.04.08	1.520,30	8	12.162,38	2.276.73
2. Hormigón				
17.01.01	1.866,40	10	18.664,00	3.283.74
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos				
17.01.02	670,12	8	5.360,94	525.40
17.01.03	Tejas y materiales cerámicos			
17.01.07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintos a los especificados en el código 17.01.06			



PROYECTO INFORMATIVO DEL TANQUE DE TORMENTAS SUR Y
COLECTORES ASOCIADOS

4. Piedra				
17.09.04	1.286,41	9	11.577,65	2,167.27
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras				
20.02.01	1.169,46	9	10.525,14	1,970.24
20.03.01	Mezcla de residuos municipales			
2. Potencialmente peligrosos y otros				
15.02.02	1.052,51	17	17.892,74	3,349.41
13.02.05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)			
16.06.04	Pilas alcalinas y salinas			
16.06.03	Pilas botón			
15.01.10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado			
08.01.11	Sobrantes de pinturas o barnices			
14.06.03	Sobrantes de disolventes no halogenados			
07.07.01	Sobrantes de desencofrantes			
15.01.11	Aerosoles vacíos			
13.07.03	Hidrocarburos con agua			
Otros conceptos				
	Ud Almacén de residuos peligrosos	2	2.500,00	5.000,00
	Mes coste de alquiler de contenedor de residuos no inertes	12	78,76	945,12
	Mes coste de alquiler de contenedor de plásticos	12	78,76	945,12
TOTAL PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS				2.554.109,94 €