

GUÍA PARA ELABORACIÓN DE LA REVISIÓN DE SEGURIDAD DE PRESAS

AÑO 2013



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO
AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS Y TECNOLOGÍA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. REVISIÓN DE SEGURIDAD DE PRESAS	1
1.1. OBJETO	2
1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN	2
2. CRITERIOS BÁSICOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD	2
2.1. EQUIPO REVISOR	3
2.2. FASES ELABORACIÓN DE LA REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD	3
2.2.1. FASE REVISIÓN DOCUMENTAL	3
2.2.2. FASE INSPECCIÓN “IN SITU”	3
2.2.3. FASE ANÁLISIS Y ELABORACIÓN DOCUMENTO DE REVISIÓN	4
3. CONTENIDO DEL DOCUMENTO DE REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD	4
3.1. ANTECEDENTES E HISTORIAL	5
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRESA Y EMBALSE	5
3.3. ARCHIVO TÉCNICO	5
3.3.1. INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA REVISIÓN	5
3.3.2. NECESIDAD DE COMPLETAR DOCUMENTACIÓN	6
3.3.3. GESTIÓN DEL ARCHIVO TÉCNICO	6
3.4. REVISIONES ANTERIORES	7
3.5. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOTÉCNICA Y SÍSMICA	7
3.5.1. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	7
3.5.2. CARACTERIZACIÓN SÍSMICA	7
3.6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y ANÁLISIS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA PRESA Y EMBALSE	8
3.6.1. REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS	8
3.6.2. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE AUSCULTACIÓN E INSPECCIONES	9
3.7. SEGURIDAD HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA	10
3.8. SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS	10
3.8.1. ELEMENTOS ELECTROMECAÑICOS	11
3.8.2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	11
3.9. SEGURIDAD Y FUNCIONALIDAD DE COMUNICACIONES, ACCESOS Y OTROS	12
3.9.1. ACCESOS	12
3.9.2. COMUNICACIONES	12
3.9.3. OTROS	12
3.10. GESTIÓN DE LA EXPLOTACIÓN. NORMAS DE EXPLOTACIÓN Y PLAN DE EMERGENCIA	12
3.11. RESUMEN. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
4. CONSIDERACIONES ADICIONALES	14
4.1. REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD QUE SIRVA DE BASE PARA EL PROCESO DE CONVALIDACIÓN O ADAPTACIÓN	14

4.2.	REVISIONES SUCESIVAS _____	14
4.3.	REVISIONES EXTRAORDINARIAS DE SEGURIDAD _____	15
5.	<i>PRESENTACIÓN Y TRAMITACIÓN DEL DOCUMENTO</i> _____	15
5.1.	PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO _____	15
5.2.	TRAMITACIÓN DE LA REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD _____	15
5.3.	TRAMITACIÓN REVISIÓN EXTRAORDINARIA DE SEGURIDAD _____	16

APÉNDICE.- ASPECTOS DE INTERÉS PARA LA REVISIÓN

GUÍA PARA ELABORACIÓN DE LA REVISIÓN DE SEGURIDAD DE PRESAS

1. INTRODUCCIÓN. REVISIÓN DE SEGURIDAD DE PRESAS

Con la aprobación por Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, de la Modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, y la inclusión en él del título VII “De la seguridad de presas, embalses y balsas”, así como su desarrollo reglamentario en las Normas Técnicas de Seguridad, se impone a los titulares de presas un conjunto de obligaciones entre las cuales figura la realización de Revisiones Generales de Seguridad de manera sistemática y periódica para todas las presas contenidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto citado, obligación que para las presas de titularidad estatal ya disponía el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses. Además, siempre después de situaciones excepcionales, deberá elaborarse una Revisión Extraordinaria de Seguridad.

Por otra parte, desde la entrada en vigor del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses, año 1996, se ha acumulado ya una importante experiencia en la práctica de Revisiones de Seguridad de presas de titularidad estatal, e incluso de algunas no estatales, lo cual ha sido de gran utilidad para determinar los apartados que se recomienda se integren en el documento de Revisión General de la Seguridad.

La presente Guía trata de proporcionar un instrumento metodológico de apoyo para la realización de las Revisiones Generales de Seguridad y, en su caso, de las Revisiones Extraordinarias de Seguridad, sin ser una referencia obligatoria ni ofrecer soluciones que permitan suplir la necesaria experiencia de los técnicos cualificados que las realicen.

En el presente documento se incluyen apartados que engloban la amplia gama de temas y aspectos que pueden, o deben, ser tenidos en cuenta a la hora de emprender la revisión de una infraestructura y sus instalaciones, desde el punto de vista de su seguridad. Entre ellos puede destacarse el correspondiente al comportamiento de la obra, que deberá marcar las pautas que determinen la realización, o no, de futuros trabajos, estudios e investigaciones que contribuyan a la elaboración del diagnóstico sobre la seguridad de la presa. No obstante, el profesional encargado de la revisión deberá prestar atención también a otros aspectos que por tener, a su entender, especial incidencia en la seguridad de una infraestructura concreta, requieran un desarrollo más profundo y detallado. En tales casos, o en aquellos en los que con la información disponible no se pueda evaluar la seguridad de la obra, deberán realizarse, previa propuesta justificada, los estudios y pruebas que se consideren necesarios.

Habrán también otros aspectos en los que el equipo encargado de la Revisión General de Seguridad, en adelante Equipo Revisor, estime que puede bastar la emisión de un juicio de valor realizado con criterios ingenieriles basados en la inspección visual de las condiciones de la infraestructura y en la experiencia profesional.

Por último, debe tenerse presente que la realización de la Revisión General de Seguridad constituye una excelente oportunidad para el equipo de explotación de la infraestructura no sólo para poner de manifiesto posibles defectos o carencias existentes y poner en marcha el proceso de subsanación, sino también para confirmar aspectos correctos y adecuados de la explotación.

1.1. OBJETO

El objeto de la presente Guía es el establecimiento de criterios y recomendaciones para facilitar la elaboración y realización de las Revisiones Generales de Seguridad de las presas, considerando lo establecido en la normativa en materia de seguridad de presas y embalses.

La presente Guía no establece obligación alguna sino que analiza las que se desprenden de la normativa vigente y propone consideraciones para hacer frente a éstas. Por tanto, no debe entenderse como un elemento normativo sino como un texto de apoyo al titular de la presa y al Equipo Revisor en el proceso de realización de la Revisión de Seguridad, pretendiendo asimismo aportar cierta sistemática de trabajo y presentación de resultados que contribuya a una homogeneización de las Revisiones Generales de Seguridad de las presas.

1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Guía se refiere a aquellas presas y embalses que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- a) Que en función de sus dimensiones estén clasificadas como grandes presas, definiéndose como gran presa aquella cuya altura sea superior a 15 metros y la que, teniendo una altura comprendida entre 10 y 15 metros, tenga una capacidad de embalse superior a 1 hectómetro cúbico.
- b) Que no siendo grandes presas, tengan una altura superior a 5 metros o capacidad de embalse mayor de 100.000 metros cúbicos, y estén clasificadas en las categorías A o B en función de los daños potenciales que una hipotética rotura pudiese ocasionar.

En principio, el ámbito de aplicación de la presente Guía para elaboración de Revisiones de Seguridad de presas se circunscribe a las presas ubicadas en el dominio público hidráulico en las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias.

2. CRITERIOS BÁSICOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD

En el presente documento se apuntan aspectos generales que se considera constituyen piezas fundamentales en la valoración de la seguridad de las presas y sus embalses, los cuales evidentemente deberán ser adaptados a cada caso concreto. No deben interpretarse como de aplicabilidad en cada infraestructura, pudiendo haber aspectos no tratados aquí que pueden considerarse fundamentales en determinadas presas y otros aquí resaltados que pueden resultar eludibles, a juicio del Equipo Revisor.

Se vuelve a incidir en que estas recomendaciones no tienen carácter obligatorio alguno.

2.1. EQUIPO REVISOR

La Revisión General de Seguridad debe ser llevada a cabo por un equipo técnico especializado distinto del que desarrolla la explotación y se encarga de la seguridad de la presa y su embalse.

El Equipo Revisor debe estar integrado por técnicos con amplia experiencia en cada una de las materias a tratar.

Dicho equipo debe planificar la realización de la Revisión General de Seguridad para evaluar la seguridad de la presa, las instalaciones y el embalse, y comprobar que se cumpla la normativa vigente. Resulta de vital importancia contar con la presencia y colaboración del responsable de la explotación, o persona delegada, para cada uno de los diversos aspectos que se revisen.

2.2. FASES ELABORACIÓN DE LA REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD

De forma esquemática y secuencial se recomienda establecer tres fases en el desarrollo de la Revisión:

1. Fase de **revisión documental**.
2. Fase de realización de la **inspección “in situ”**.
3. Fase de **análisis y elaboración del documento** de revisión.

No obstante, el Equipo Revisor podrá establecer otra forma de trabajo que estime más conveniente para su desarrollo, justificando la misma.

2.2.1. FASE REVISIÓN DOCUMENTAL

La normativa dispone la existencia obligada de un Archivo Técnico en cada presa, con unos determinados contenidos mínimos.

La documentación contenida en el citado Archivo Técnico debe ser la base de la revisión documental que se ha de realizar en el marco de la Revisión General de Seguridad, independientemente de que se deba contemplar cualquier otra información que resulte de interés para la seguridad de la presa.

Una vez analizado el contenido del Archivo Técnico, incluido el resultado de inspecciones realizadas con anterioridad y de otras fuentes de información, se estará en condiciones de planificar un reconocimiento detallado de la infraestructura y sus instalaciones.

2.2.2. FASE INSPECCIÓN “IN SITU”

El objetivo principal de esta inspección es comprobar que no existen deficiencias o signos de debilidad estructural, hidráulica o de funcionamiento en la presa, en sus instalaciones, o en el embalse, y que la explotación se realiza de acuerdo con las Normas de Explotación y es acorde a la realidad física de la presa.

Durante esta inspección “in situ”, el Equipo Revisor debe cotejar la información contenida en el Archivo Técnico con la realidad física de la presa y sus instalaciones y debe realizar una comprobación del buen funcionamiento de los órganos de desagüe.

El Equipo Revisor debe llevar a cabo el reconocimiento detallado de la obra y las instalaciones contando con la presencia y colaboración del Director de Explotación o miembro del equipo de explotación que lo represente. Así mismo, la información proveniente del equipo de explotación y la derivada de inspecciones previas se consideran imprescindibles. Queda a criterio del Equipo Revisor la elección de las mejores circunstancias para el reconocimiento, aunque, para su eficacia, debe elegirse la época idónea para ello, coordinar las actividades con el responsable de la explotación y prever las actividades de la visita (para lo cual puede resultar conveniente disponer de listas de comprobación). El reconocimiento, que puede requerir una o más visitas, debe programarse, siempre que resulte factible, cuando menos se afecte a los usuarios, cuando se puedan apreciar la mayoría de las partes de la obra y cuando se puedan maniobrar las compuertas y válvulas sin ningún tipo de restricción. En la inspección se incluirán todos los elementos afectos a la presa, como diques auxiliares, instalaciones, vaso del embalse, edificios y medios de explotación, accesos, etc.

Se considera de interés la realización de un reportaje fotográfico detallado de la inspección, el cual se incorporará, preferentemente, como Anejo.

Los resultados y conclusiones de la inspección realizada deben incluirse en el documento de la revisión, dentro de los apartados correspondientes a los distintos aspectos parciales analizados, aportando un dictamen sobre los elementos reconocidos.

2.2.3. FASE ANÁLISIS Y ELABORACIÓN DOCUMENTO DE REVISIÓN

De acuerdo con la información recopilada y generada en las fases anteriores, el Equipo Revisor debe redactar el documento de la Revisión General de Seguridad, con el contenido que se detalla en el apartado siguiente.

3. CONTENIDO DEL DOCUMENTO DE REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD

Es responsabilidad del Equipo Revisor determinar los aspectos a incluir en la revisión, estén o no estén contemplados en este documento, justificando, cuando se estime conveniente, el porqué de la exclusión de determinados temas o por qué sólo es necesaria una atención limitada para otros determinados aspectos.

A título orientativo, la Revisión General de Seguridad puede seguir el siguiente índice:

- Antecedentes e historial de la presa
- Descripción de la presa y su embalse
- Revisión del Archivo Técnico
- Caracterización geológica, geotécnica y sísmica
- Seguridad estructural y Análisis del comportamiento

- Seguridad hidrológica e hidráulica
- Seguridad de elementos electromecánicos
- Seguridad y funcionalidad de los accesos, instalaciones y otros
- Análisis de la Gestión de la explotación
- Resumen, conclusiones y recomendaciones
- Anejos, en su caso

En los subapartados que siguen se resalta la importancia de cada uno de los aspectos indicados para conseguir un dictamen final sobre la seguridad de presa y su embalse.

En cada subapartado debe valorarse la situación de presa y su embalse frente a los temas tratados en él.

3.1. ANTECEDENTES E HISTORIAL

Debe recogerse, de forma resumida y sucinta, aquellos antecedentes (de proyecto, construcción, explotación, etc.) que hayan sido determinantes para el diseño y estado actual de la presa.

En la descripción citada deben incluirse los acontecimientos, o incidentes, más relevantes, ocurridos durante la explotación de la presa, y singularmente los recrecimientos u obras de importancia que se hayan realizado.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRESA Y SU EMBALSE

Conviene realizar una descripción sucinta de la presa, embalse, instalaciones, accesos y elementos anejos, que resulte significativa para el análisis de la seguridad.

Esta descripción debe esbozar también las características hidrológicas que condicionarán las avenidas que podrá sufrir la presa; las geológicas, geotécnicas y sísmicas del terreno en que se ubican presa y embalse; y las características hidráulicas del conjunto de la presa y del cauce aguas abajo.

Las características principales de la presa y del embalse se recogerán en una ficha técnica, que se incorporará como Anejo, y que contenga, al menos, los datos requeridos por el Registro Nacional de Seguridad de Presas y Embalses.

3.3. ARCHIVO TÉCNICO

El Equipo Revisor debe analizar el contenido del Archivo Técnico y valorar su idoneidad, así como si la documentación contenida en él es suficiente para dar cumplimiento a los requisitos en materia de seguridad de presas y embalses establecidos en la normativa vigente.

3.3.1. INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA REVISIÓN

Debe analizarse, en general, toda la información citada en este documento y, salvo justificación en contra, la determinada en las Normas Técnicas de Seguridad. En concreto se debe analizar al menos:

- a) Estudios previos. Proyectos de construcción e información asociada. Proyectos de actuaciones posteriores. Proyectos constructivos de elementos parciales y obras accesorias de la infraestructura.
- b) Informes de construcción, incluyendo los tratamientos del terreno realizados.
- c) Memoria de la puesta en carga y llenado del embalse.
- d) Estudio hidrológico y de evacuación de avenidas. Capacidad de los órganos de desagüe.
- e) Informes relacionados con el comportamiento y seguridad de la presa y el embalse, incluidos los informes anuales y otras revisiones de seguridad. Acontecimientos relevantes en la explotación de la presa. Avenidas extraordinarias registradas y consecuencias. Datos de auscultación.
- f) Resultado de inspecciones realizadas, tanto las periódicas como las extraordinarias por sismos, grandes avenidas o desembalses, etc.
- g) XYZT (caso de que exista).
- h) Clasificación de la presa frente a los daños potenciales que su rotura o avería grave podría producir
- i) Normas de Explotación y Plan de Emergencia.

3.3.2. NECESIDAD DE COMPLETAR DOCUMENTACIÓN

Cuando en el Archivo Técnico de la presa se observen carencias o deficiencias significativas que no permitan evaluar la seguridad de la infraestructura, el Equipo Revisor debe intentar completar o corregir la información de la documentación, sin que ello suponga algún tipo de intervención significativa sobre la presa o sus instalaciones anejas (sondeos, ensayos, instalación de nuevos sensores, etc.) y sin desbordar el ámbito de la Revisión General de Seguridad con nuevos estudios. En su caso, el Equipo Revisor propondrá actuaciones para solventar las carencias, justificará la necesidad de llevar a cabo tales intervenciones y documentará las prescripciones técnicas para la realización de dichas actuaciones. Los documentos derivados de todo ello se incluirán, como Anejos, en el informe final.

Si a lo largo de la realización de los trabajos correspondientes a la Revisión General de Seguridad el Equipo Revisor localizara documentación de interés no contenida en el Archivo Técnico, debe proponer al equipo de explotación de la presa su inclusión en el mismo.

En todo caso, se debe evaluar explícitamente el grado de adecuación de la documentación existente en el Archivo Técnico a la normativa vigente y no sólo en cuanto a la existencia de determinada documentación necesaria, sino también especificando la calidad del contenido y su grado de fiabilidad.

3.3.3. GESTIÓN DEL ARCHIVO TÉCNICO

El Equipo Revisor deber analizar la gestión que se realiza del Archivo Técnico durante la explotación de la presa, revisando la sistemática de inclusión de nueva documentación, así como si esta sistemática es llevada a cabo habitualmente.

3.4. REVISIONES ANTERIORES

Debe realizarse un análisis de la documentación relativa a las inspecciones, visitas y reconocimientos realizados con anterioridad al momento de la actual Revisión General de Seguridad, y muy en particular de la documentación relativa a la anterior Revisión General de Seguridad, dedicando especial atención a verificar si se han llevado a cabo las actuaciones que se recomendaban, así como a la eficacia conseguida con las mismas.

3.5. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOTÉCNICA Y SÍSMICA

El conocimiento suficiente de las características geológicas y geotécnicas tanto del terreno sobre el que se apoya la presa como del vaso del embalse, así como una evaluación de los parámetros de diseño de la presa frente a los requerimientos sísmicos contenidos en la normativa vigente, se considera fundamental para dictaminar sobre las condiciones de seguridad del conjunto y profundizar en el estudio del comportamiento.

En base a ello el Archivo Técnico debe contar con la información suficiente y fiable para caracterizar la zona de la cerrada de la presa y el vaso del embalse, desde los puntos de vista geológico, geotécnico y sísmico.

Si la información disponible se considerase insuficiente, o incorrecta, y no pudiese completarse en el curso de la Revisión General de Seguridad, deben ponerse de manifiesto las carencias y deficiencias observadas, e incluir en el documento de la revisión las prescripciones necesarias para subsanar dichas deficiencias.

3.5.1. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA

Para la realización de la Revisión General de Seguridad, se recomienda disponer de un conocimiento razonable de la litología y estratigrafía de los materiales que constituyen la cerrada y el vaso, de la disposición estructural del macizo de la cerrada, caracterizando discontinuidades y eventuales rellenos implicados en la estabilidad; de la permeabilidad de la cimentación, particularmente en su contacto con la presa; y de potenciales alteraciones que puedan conducir al deterioro de la cimentación o de la presa.

Por su relevancia en la seguridad, se ha de comprobar, cada cierto número de años, si las características de la cimentación han sufrido algún tipo de modificación considerando el grado de conocimiento ya existente y la importancia de la presa. Para ello se debe evaluar la necesidad de realizar comprobaciones en el cimientado mediante ensayos, o sondeos.

3.5.2. CARACTERIZACIÓN SÍSMICA

La información sismotectónica existente sobre presa y su embalse debe permitir evaluar la seguridad del conjunto bajo la acción de un sismo previsible, en conformidad con la normativa sismorresistente vigente.

Es conveniente definir un sismo de proyecto y un sismo extremo asociados a diferentes períodos de retorno, teniendo en cuenta la clasificación de la presa en función de los daños potenciales que podría producir su rotura y su ubicación geográfica.

De los datos anteriores debe deducirse si resulta necesaria una revisión de los cálculos sísmicos.

3.6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y ANÁLISIS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA PRESA Y SU EMBALSE

A partir de la información contenida en el Archivo Técnico deben analizarse, y en su caso revisarse, los cálculos estructurales disponibles, considerando:

- a) El grado de cumplimiento de la normativa vigente.
- b) Si la realidad física de la presa, particularmente en cuanto atañe a sistema de drenaje, pantalla de impermeabilización, movimientos y filtraciones, hace presumir que las hipótesis empleadas en dichos cálculos siguen siendo aceptables.

En caso de que no existan cálculos de estabilidad, o que se presuma que las hipótesis supuestas no fueran acertadas, el Equipo Revisor debe proponer las acciones necesarias para subsanar estas deficiencias.

El análisis de la seguridad estructural de la presa, entendido en un sentido amplio que abarca la presa, su cimiento y el embalse, constituye uno de los pilares básicos de la seguridad.

En el diseño de la presa se establecen hipótesis de funcionamiento y se realizan cálculos de solicitaciones que producen efectos sobre la estructura considerados seguros por el técnico proyectista. Una de las labores del Equipo Revisor debe consistir en comprobar que aquellas hipótesis o, en su caso, las deducidas del estado del arte más reciente, se cumplen en las diferentes circunstancias de la explotación con un margen de seguridad suficiente.

Aunque el estado del arte de la técnica de desarrollo de proyectos de presas es cada día más elevado, todavía no es posible limitar la seguridad del comportamiento de la obra al cumplimiento de las hipótesis establecidas en el proyecto, y ello por dos razones, en cierta medida, contrarias: hay circunstancias que vuelven inseguras situaciones consideradas en proyecto como seguras y, más frecuentemente, hay comportamientos considerados en proyecto como fuera de la seguridad y que son bien soportados por las presas. Es por ello que el Equipo Revisor debe ir mucho más allá de realizar una comprobación de la estabilidad de la presa mediante la realización o comprobación de cálculos estructurales y buscar el apoyo del estudio del comportamiento para basar en él un dictamen sobre la seguridad estructural de la obra.

3.6.1. REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS

A partir de la información disponible, debe extraerse toda aquella relativa al comportamiento de la presa y su embalse que permita conocer su comportamiento real.

En particular, el Equipo Revisor debe analizar el contenido de los informes periódicos de comportamiento y establecer un dictamen sobre la calidad de su contenido, la frecuencia con que se emiten así como la idoneidad de los datos que sirven para su redacción. Además, debe

aprovechar el contenido de los informes para establecer las conclusiones sobre la seguridad de la presa en los aspectos especiales que se analizarán más adelante.

El conocimiento del comportamiento es uno de los aspectos esenciales para el pronunciamiento sobre la seguridad de la presa. Su estudio debe tener como objetivo la detección de anomalías, la explicación de las causas que las han originado y el establecimiento de actuaciones para corregir aquellas.

Basándose en el estudio del comportamiento, el Equipo Revisor debe identificar los aspectos relevantes relacionados con la seguridad de la presa y su embalse. Para ello cuenta con los datos de auscultación, con las manifestaciones externas observadas en las inspecciones y con la información disponible en el Archivo Técnico, particularmente la referente a la geología, la geotecnia y las acciones sísmicas. La acción combinada de la información procedente de la auscultación y de las inspecciones visuales (fisuración, grietas, estado de paramentos, filtraciones en presa y estribos, etc) es determinante para evaluar la seguridad de la presa.

Así mismo, debe considerarse la posibilidad de existencia de deterioro en los materiales constituyentes de la estructura y de la cimentación por si pudiesen evolucionar hacia situaciones de menor seguridad.

3.6.2. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE AUSCULTACIÓN E INSPECCIONES

El Equipo Revisor debe pronunciarse expresamente sobre la idoneidad del sistema de auscultación instalado, la suficiencia o redundancia de este y sobre la bondad del plan de auscultación seguido en la explotación de la presa.

En ausencia de auscultación, o a falta de elementos notables de la misma, o en caso de no realizarse inspecciones regulares, el análisis de la seguridad estructural debe apoyarse más en la experiencia de los miembros del Equipo Revisor que deberán emplear, en todo caso, tanto la información disponible en el Archivo Técnico, particularmente la referente a inspecciones realizadas y a eventos, ordinarios o extraordinarios, sucedidos durante la explotación, como la procedente del personal adscrito al equipo de explotación. En estas circunstancias se hace más valiosa la información procedente de la inspección realizada durante la Revisión General de Seguridad y debe evitarse, en la medida de lo posible, una falta de conclusiones sobre la seguridad actual de presa y su embalse basada en falta de información.

Si para dictaminar sobre la seguridad se necesitase adecuar el equipo de auscultación existente, deben ponerse de manifiesto las carencias y/o deficiencias detectadas e incluirse las recomendaciones y prescripciones para remediarlas.

Si las carencias estuvieran relacionadas con la realización de inspecciones, a su vez se incluirían las recomendaciones y prescripciones pertinentes.

3.7. SEGURIDAD HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA

Para comprobar el cumplimiento de la normativa vigente, el Equipo Revisor debe examinar datos hidrológicos, hidráulicos y criterios de cálculo que existan en el Archivo Técnico, así como los niveles de embalse, los resguardos previstos, la capacidad de los órganos de desagüe, su control, etc., contrastándolos con la realidad de las infraestructuras y sus órganos de evacuación. Debe estudiarse la información histórica de avenidas disponible, y cualquier incidente que haya acaecido relacionado con fenómenos hidrológicos o hidráulicos. También deben analizarse las limitaciones de la capacidad de desagüe que tiene el cauce inmediatamente aguas abajo de la infraestructura que pudieran tener repercusiones sobre la seguridad de la presa.

La presa debe ser capaz de evacuar las avenidas de proyecto y extrema manteniendo los niveles de embalse establecidos, tal y como debe estar reflejado en las Normas de Explotación. Para su comprobación, debe estudiarse la capacidad de evacuación de los órganos de desagüe, su adecuación para evacuar las avenidas citadas en conformidad con el contenido de las Normas de Explotación y la repercusión de las condiciones de evacuación previstas para la seguridad de presa y embalse.

El Equipo Revisor debe analizar el estudio de avenidas de la presa, particularmente la determinación de las avenidas de proyecto y extrema a partir de los datos hidrológicos, la definición de los correspondientes niveles de embalse NMN, NAP y NAE a partir de las avenidas entrantes y el cálculo del proceso de laminación de estas y los resguardos.

Debe evaluarse la calidad de la información disponible y si desde el punto de vista de la seguridad hidrológica e hidráulica la presa puede cumplir con lo especificado en la normativa vigente. Si la información disponible fuese deficiente, el Equipo Revisor debe proceder a completarla o proponer la realización de nuevos estudios.

En su caso, si se comprueba la existencia de algún tipo de problemática en la evacuación de caudales, deben proponerse las actuaciones necesarias para que se cumpla lo especificado en la normativa vigente. En su caso, se podrán proponer alternativas para la adecuación de aliviaderos y órganos de desagüe a las circunstancias hidrológicas de la cuenca, el embalse y la presa.

3.8. SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La normativa destaca la importancia de unas buenas condiciones de operación de los órganos de desagüe.

El Equipo Revisor debe comprobar el buen estado general de estos equipos, atendiendo a su funcionalidad y seguridad, extendiéndose la comprobación a sus aparatos de maniobra.

Debe revisarse la idoneidad de los programas de mantenimiento y conservación incluidos en las Normas de Explotación, su cumplimiento y la existencia de manuales o procedimientos

de operación adecuados, y contrastarlos con el comportamiento histórico real de los órganos de desagüe.

3.8.1. ELEMENTOS ELECTROMECAÑICOS

Debe comprobarse el funcionamiento de los elementos electromecánicos de desagües, tomas y aliviaderos, analizándose además si su disposición cumple la normativa vigente.

Los elementos electromecánicos deben funcionar satisfactoriamente en las condiciones de explotación previstas, reflejadas en las Normas de Explotación. Para ello deben estar accesibles en todo momento, y encontrarse protegidos y adecuadamente mantenidos.

Deben analizarse las condiciones de funcionamiento de los equipos y las instalaciones electromecánicas, que deberán poder trabajar, en cualquier circunstancia, con seguridad para la presa, para el personal del equipo de explotación y para personas o bienes externos que pudieran resultar afectados. Dicho análisis debe extenderse a las repercusiones de aquellas condiciones sobre la seguridad de presa y su embalse. También debe comprobarse la posibilidad, en caso de fallo en el suministro de energía, de operar los elementos manualmente.

En el análisis anterior deben quedar incluidos los elementos de protección frente a agentes atmosféricos y vandalismo.

Durante la inspección de la propia Revisión General de Seguridad deben maniobrase los equipos e instalaciones electromecánicas para verificar sus condiciones de funcionamiento y debe averiguarse, a través de la información disponible, incluida la suministrada “in situ” por el equipo de explotación, o por la experiencia de los técnicos del Equipo Revisor, si existen situaciones anómalas, problemas de funcionamiento o potenciales riesgos graves.

El Equipo Revisor debe realizar una comprobación del buen funcionamiento de los órganos de desagüe eligiendo, en lo posible, unas condiciones de prueba bajo cargas notables. Deben abrirse, al menos parcialmente, todos los cierres de los desagües de fondo simultáneamente, permitiendo el libre paso del agua.

En su caso, se recomendará justificadamente la realización de pruebas o ensayos concretos de comprobación del buen estado de los equipos (pruebas de aislamiento, pruebas de carga o maniobra en determinadas circunstancias, etc.).

Asimismo, debe comprobarse el funcionamiento de los sistemas de accionamiento manual de las válvulas y mediante la fuente de energía auxiliar, empleándolos para elevar al menos parcialmente cada una de las compuertas.

3.8.2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Debe comprobarse la existencia de dos fuentes de energía independientes para garantizar el funcionamiento de los equipos eléctricos de la presa, así como la posibilidad de operar los elementos manualmente.

Se debe analizar que las instalaciones eléctricas sean las adecuadas al fin propuesto, y acordes a la normativa sectorial específica vigente, contando con fuentes alternativas para cubrir eventuales faltas de suministro.

Debe comprobarse el estado y funcionamiento de los grupos electrógenos, verificando si su potencia resulta adecuada y si se realizan las operaciones de mantenimiento precisas.

A su vez, también debe analizarse la adecuación de la iluminación en los casos en que la normativa obligue a ello.

3.9. SEGURIDAD Y FUNCIONALIDAD DE COMUNICACIONES, ACCESOS Y OTROS

La Normativa establece la necesidad de que la presa disponga de accesos y sistemas de comunicación, preferentemente redundantes y/o alternativos, que puedan mantenerse en funcionamiento aún en condiciones extremas. Durante la Revisión General de Seguridad se debe comprobar el cumplimiento de todo ello y, en general, el buen estado de todas las instalaciones y elementos anejos a la presa.

3.9.1. ACCESOS

Debe comprobarse que existen accesos adecuados a la presa, a sus dependencias y al embalse, que son practicables y que lo pueden seguir siendo en situación de emergencia.

Serán foco de atención especial los accesos a las instalaciones relacionadas con la evacuación de avenidas, los accesos a las rutas principales de inspección y los accesos a los elementos del Plan de Emergencia, particularmente a la sala de emergencia y a los sistemas de activación de aviso a la población.

3.9.2. COMUNICACIONES

Debe comprobarse que existen medios de comunicación redundantes y evaluarse su funcionalidad incluso en condiciones extremas y en situaciones de emergencia.

En particular debe revisarse el funcionamiento de las comunicaciones relacionadas con el Plan de Emergencia, singularmente las comunicaciones entre presa y sala de emergencia y entre ésta y el exterior o con los sistemas de aviso a la población.

3.9.3. OTROS

Cualquier otro aspecto relacionado con las instalaciones y elementos anejos a la presa que el Equipo Revisor considere relacionado con la seguridad de esta podrá ser tratado de forma conveniente.

3.10. GESTIÓN DE LA EXPLOTACIÓN. NORMAS DE EXPLOTACIÓN Y PLAN DE EMERGENCIA

El Equipo Revisor, tras la colaboración realizada con el equipo de explotación durante la Revisión General de Seguridad, y basándose tanto en la documentación disponible como en la

realidad de la explotación de la presa, debe realizar un análisis de la gestión de la explotación de la presa y su embalse, observando expresamente si la explotación ordinaria de la presa se realiza de acuerdo con las Normas de Explotación.

El Equipo Revisor debe valorar y establecer un dictamen sobre la suficiencia de los medios humanos disponibles. Concretamente, se analizará la adecuación del equipo humano integrado en el equipo de explotación, así como su continuidad, la estabilidad del equipo, su experiencia y su cualificación, y si existe presencia continua o diaria de personal en la presa, o la frecuencia de las visitas del personal del Titular a la infraestructura, para todo lo cual podrá acudir a fuentes como las Normas de Explotación, el contenido de las inspecciones realizadas o las inspecciones correspondientes a la propia Revisión.

Debe verificarse, en su caso, la correcta implantación del Plan de Emergencia, la realización de simulacros o pruebas con los sistemas de aviso a la población, la continuidad en las labores de divulgación del Plan de Emergencia y los eventos que han provocado la activación del mismo.

El Equipo Revisor debe comprobar el buen funcionamiento de los sistemas de comunicaciones correspondientes al Plan de Emergencia, así como la funcionalidad de los sistemas de aviso a la población.

Para ambos documentos, debe analizarse si ha habido cambios sustanciales en la presa, en su entorno, en los criterios de explotación, en los umbrales de los sensores, o en las organizaciones implicadas que requieran la realización de una actualización o revisión de las Normas de Explotación o del Plan de Emergencia. En particular, se debe analizar la idoneidad del conjunto de elementos de auscultación que intervienen en la declaración de escenarios del Plan de Emergencia, su suficiencia o incluso su exceso, y la adecuación de los umbrales especificados.

3.11. RESUMEN. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la información desarrollada en los apartados anteriores se debe redactar un resumen de cada uno de ellos que permita una lectura rápida del contenido general y conocer así los aspectos generales del comportamiento y evaluar las condiciones de seguridad de la presa y su embalse, así como definir las posibles actuaciones que se recomienden.

Las actuaciones que se propongan para incrementar o mejorar las condiciones de seguridad de la presa y su embalse deben atender a criterios de racionalidad, acordes con la realidad histórica de la presa y los riesgos a controlar. En estas conclusiones se debe prestar especial atención a:

- El dictamen sobre el comportamiento de la presa.
- El dictamen sobre la capacidad de evacuación de avenidas que debe incluir el estado de los órganos de desagüe y las repercusiones del vertido.

4. CONSIDERACIONES ADICIONALES

4.1. REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD BASE PARA EL PROCESO DE CONVALIDACIÓN O ADAPTACIÓN DE LA PRESA

La primera Revisión General de Seguridad tiene una gran importancia en el proceso de convalidación o adaptación de las presas existentes a la nueva normativa, ya que es en ella donde concretamente debe analizarse este aspecto.

Esta Revisión General de Seguridad servirá como base para el proceso de convalidación o adaptación de la presa existente a las Normas Técnicas de Seguridad y se realizará siguiendo el índice incluido en el punto 3º de este documento, comprobándose en cada uno de los apartados anteriores si se cumplen o no los requisitos mínimos de seguridad establecidos en las Normas Técnicas de Seguridad.

La Revisión General de Seguridad, en sus conclusiones, propondrá claramente si la presa debe ser convalidada o adaptada. Para que una presa pueda ser convalidada, se deben realizar todos los estudios complementarios que sean necesarios para poder juzgar la seguridad de la presa; es decir, no se puede convalidar una presa de la cual se desconozcan aspectos fundamentales relativos a la seguridad. En el apartado de “Resumen, conclusiones y recomendaciones” se debe incluir un subapartado en el que se analice expresamente si, desde el conocimiento histórico de la presa y prevaleciendo criterios de racionalidad, la presa cumple todos los requisitos mínimos y, por tanto, se puede convalidar o si, por el contrario, no cumple todos los requisitos mínimos y se deben realizar actuaciones de adaptación.

4.2. REVISIONES SUCESIVAS

Las sucesivas Revisiones Generales de Seguridad que se realicen en la presa deben tener como base de partida cada una las Revisiones Generales de Seguridad anteriores, debiendo estudiarse, para cada uno de los aspectos de la seguridad analizados, si se han tomado las medidas recomendadas en la Revisión anterior, analizándose a su vez la mejora obtenida en seguridad. Además, en la Revisión General de Seguridad se debe indicar expresamente si se han subsanado los problemas graves puestos de manifiesto en la Revisión anterior.

Una excepción en este sentido se contempla en el análisis del Archivo Técnico de la presa. Para los documentos que no se hubiesen encontrado en la Revisión General de Seguridad anterior, no parece obligada ya su inclusión en el Archivo Técnico.

En las sucesivas Revisiones Generales de Seguridad el Equipo Revisor no se debe limitar a comparar únicamente la realidad física de las instalaciones con la Revisión General de Seguridad anterior; hay fenómenos nuevos que pueden haber aparecido, obligando a considerar aspectos que antes no se contemplaban, haciendo necesario que la presa sea evaluada con espíritu crítico, considerando el total de la vida de la presa y no solo el periodo de tiempo transcurrido entre Revisiones Generales de Seguridad sucesivas.

No obstante, los estudios que se hayan realizado para Revisiones Generales de Seguridad anteriores pueden aprovecharse, actualizándose con los nuevos datos que se hayan recopilado durante el tiempo transcurrido entre Revisiones Generales de Seguridad sucesivas.

También es conveniente que el conjunto de los datos de auscultación disponibles se analicen globalmente, partiendo desde el inicio de las lecturas, permitiendo cada vez un más afinado y mejor conocimiento del comportamiento de la infraestructura.

4.3. REVISIONES EXTRAORDINARIAS DE SEGURIDAD

Después de situaciones consideradas como extraordinarias, o cuando concurren otras circunstancias que pudieran comprometer la seguridad de la presa y su embalse, debe realizarse una Revisión Extraordinaria de Seguridad.

Esta Revisión Extraordinaria de Seguridad puede seguir el mismo índice que el de las Revisiones Generales de Seguridad, o bien contemplar solo algunos aspectos parciales, en función del evento que haya motivado la realización de la Revisión Extraordinaria.

Para que la realización de una Revisión Extraordinaria de Seguridad amplíe el plazo de realización de la siguiente Revisión General de Seguridad, aquella debe ser una Revisión completa y la Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses se debe haber pronunciado expresamente en este sentido.

5. PRESENTACIÓN Y TRAMITACIÓN DEL DOCUMENTO

5.1. PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO

El documento correspondiente a la Revisión General de Seguridad o a la Revisión Extraordinaria de Seguridad debe presentarse en soporte papel en formato DIN A4, con los planos en formato DIN A3, así como en soporte digital.

La información numérica y gráfica incluida en el documento de Revisión General de Seguridad debe elaborarse para que sea fácilmente contrastable con aquella otra disponible en los informes anuales.

Cualquier diferencia significativa al respecto, por ejemplo en las cotas empleadas, debe ser destacada en el documento correspondiente a la Revisión General de Seguridad.

La documentación complementaria como listados de datos o gráficos de auscultación, resultados de cálculos, etc., se aportará como anejos, preferentemente en soporte informático.

El documento sobre la Revisión General de la Seguridad de la presa o balsa, realizado por un equipo técnico especializado y distinto del equipo de explotación, debe ir firmado por el responsable global del Equipo Revisor y por cada uno de los miembros del citado equipo que deberán acreditar, a pie de firma, su competencia para llevar a cabo dicha función.

5.2. TRAMITACIÓN DE LA REVISIÓN GENERAL DE SEGURIDAD

El titular de la presa debe someter el documento de Revisión General de Seguridad a la consideración de la Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses,

que debe incorporar las propuestas realizadas, las actuaciones necesarias para mantener el nivel de seguridad de la presa de acuerdo con la normativa vigente y los plazos para llevarlas a cabo.

El documento de la Revisión General de Seguridad, así como los informes que sobre él pueda realizar la Administración competente, deben incorporarse al Archivo Técnico.

5.3. TRAMITACIÓN REVISIÓN EXTRAORDINARIA DE SEGURIDAD

El titular de la presa debe enviar el documento de la Revisión Extraordinaria de Seguridad a la Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses, la cual analizará los resultados de la revisión efectuada así como las actuaciones que se precisen para corregir los defectos detectados o para incrementar la seguridad de la presa.

La Administración competente debe pronunciarse expresamente sobre si la Revisión Extraordinaria de Seguridad realizada amplía, o no, el plazo para la realización de la siguiente Revisión General de Seguridad.

APÉNDICE

ASPECTOS DE INTERÉS PARA LA REVISIÓN

A1.- INTRODUCCIÓN

En este Anejo se desarrolla el contenido de las recomendaciones de la Guía, aportando líneas de trabajo que el Equipo Revisor puede encontrar de aplicación.

En cada apartado se incluyen, de forma esquemática, posibles estudios y análisis a desarrollar en la Revisión.

A2.- ARCHIVO TÉCNICO

Se hace necesario estudiar, en diferentes grados, toda la documentación existente en el Archivo Técnico.

El Equipo Revisor deberá establecer un dictamen sobre la calidad, amplitud o carencias del Archivo Técnico. Durante el curso de estudio y valoración de la documentación disponible resulta necesario realizar algunos de los siguientes trabajos o comprobaciones:

- Adecuada ubicación del Archivo Técnico. Calidad y actualidad de la información disponible. Existencia de documentación sobre estudios previos al proyecto, proyecto de construcción, datos del control de calidad durante la construcción, informes geológicos, estudios hidráulicos e hidrológicos, estudios tensionales y de estabilidad, caracterización sísmica, informe final sobre la construcción, seguimiento del primer llenado, inspecciones realizadas, datos de auscultación, etc.
- Deficiencias y carencias en el Archivo Técnico y posibles repercusiones para la seguridad de la explotación. Adecuación del contenido del Archivo técnico a las exigencias de la normativa.
- Documentación asociada a la Puesta en Carga de la Presa y Llenado del Embalse, así como de las Revisiones de Seguridad anteriormente realizadas.
- Documentación asociada a la Clasificación de la presa, Normas de Explotación y Plan de Emergencia, analizando su adecuación al fin propuesto.
- Adecuada caracterización geológica, geotécnica y sísmica de la cerrada y el vaso.
- Adecuada información hidrológica, convenientemente actualizada.
- Existencia de datos de auscultación registrados y existencia de adecuados informes de comportamiento.
- Existencia de datos de explotación.
- Grado de cumplimiento de las Normas de Explotación.
- Otra documentación de interés, citada o no en este documento.

A3.- INSPECCIONES

El reconocimiento “in situ”, realizado durante el curso de la Revisión, completará el conocimiento que se tiene de las condiciones de seguridad y funcionamiento de la presa, incluido el que procede de inspecciones anteriores.

A3.1.- INSPECCIONES PERIÓDICAS

- Contenido de informes de inspecciones realizadas antes y durante la construcción. Información escrita y gráfica valiosa para el conocimiento de la geología de la cerrada y el vaso, de los materiales empleados, del proceso constructivo, etc.
- Resultados de las inspecciones realizadas a las canteras que aportaron materiales para la construcción. De ellas pueden deducirse características importantes concernientes a la durabilidad de la obra.
- Descripción de las visitas realizadas durante la explotación, indicando la periodicidad, el recorrido, el equipo que las realizó y las diferencias, si hubiera, entre lo llevado a cabo, en este sentido, y lo previsto en las Normas de Explotación.
- Resultados de inspecciones motivadas por circunstancias especiales (por ejemplo tras un sismo que supere determinada magnitud, después de unas lluvias importantes, tras un desembalse notable, etc.), particularmente las derivadas de exigencias del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses.

A3.2.- INSPECCIÓN DE LA REVISIÓN

- Paramento de aguas abajo, partes visibles del paramento de aguas arriba y paramentos de aliviaderos y obras de fábrica. Cambios de aspecto, color, etc., que puedan deberse al estado de la obra. Cambios en alineaciones de elementos existentes. En la fábrica, evolución de fisuraciones detectadas. En los rellenos de tierras, asentamientos, irregularidades en las superficies, particularmente en el pie de aguas abajo. Zonas verdes en laderas y cauce próximos a la presa.
- Galerías y cámaras de maniobra de elementos de desagüe. Filtraciones por juntas verticales y por juntas entre tongadas. Fisuraciones de retracción o estructurales. Cambios de alineación de revestimientos de galerías en presas de materiales sueltos. Salida de agua por drenes. Adecuada iluminación. Adecuada ventilación y ausencia de gases nocivos. Estado de los equipos de auscultación instalados. Estado de los accesos.
- Embalse y laderas. Zonas de posibles corrimientos. Zonas de aguas abajo próximas a la presa, posibles filtraciones conectadas con el embalse, su evolución. Eventuales invasiones del cauce normal o del cauce en situación de avenida. Vegetación que puede acabar en el embalse causando problemas en compuertas, aliviadero, o en partes estrechas del cauce aguas abajo.

- Obras anejas. Estado de aliviaderos, tomas, canales de entrada o salida del embalse, tuberías, cuenco amortiguador. Casetas externas a la presa, de maniobra o guarda.
- Equipos electro-mecánicos. Estado y seguridad de las líneas de alimentación eléctrica. Funcionalidad del grupo electrógeno y su sistema de arranque. Adecuada iluminación en estancias utilizables en situación de avenidas. Funcionamiento de válvulas y compuertas, válvulas de by-pass. Adecuadas aireaciones de válvulas de maniobra y seguridad. Ausencia de vibraciones en las pruebas de funcionamiento de válvulas y compuertas. Estanqueidad de las gomas de cierre. Potenciales situaciones peligrosas en caso de fallo de un elemento, medios para paliarlas. Consumos eléctricos normales para cada elemento. Verificación de que los elementos se prueban con la frecuencia adecuada y de forma sistemática. Estado de conservación y seguridad de los cuadros eléctricos. Seguridad de funcionamiento de todos los elementos para el personal que los maneja. Existencia y funcionamiento de los elementos relacionados con el Plan de Emergencia.
- Comunicaciones. Existencia de accesos adecuados a presa, embalse, galerías, aliviadero, etc., utilizables en caso de avenida.
- Sistemas de comunicaciones y avisos. Verificación de su estado y funcionamiento.

A4.- SEGURIDAD HIDROLÓGICA

El Equipo Revisor tiene que verificar que el estudio de avenidas contenido en el Archivo Técnico es adecuado y se encuentra debidamente actualizado, que las avenidas de proyecto y extrema están calculadas y resultan adecuadas, que los niveles y resguardos establecidos en las Normas de Explotación están determinados en conformidad con la normativa y que la capacidad y funcionalidad de los órganos de desagüe está en concordancia con las avenidas previstas.

Para todo ello tendrá que realizar algunos de los estudios que se enumeran en los apartados siguientes.

A4.1.- HIDROLOGÍA

- Revisión y análisis del estudio hidrológico y de las avenidas consideradas en el Proyecto. Efecto laminador del embalse. Curvas altura—capacidad—superficie.
- Análisis de las avenidas presentadas durante la construcción y explotación de la presa. Avenidas máximas y niveles máximos.
- Estudio probabilístico de avenidas. Evaluación de los hidrogramas de avenidas para diferentes periodos de retorno. Comprobación de la Avenida de Proyecto y Avenida Extrema.
- Análisis de la distribución frecuencial de las avenidas según los meses.

- Revisión de las funciones del embalse en la laminación de avenidas. Normas de Explotación en situación de avenida y resguardos estacionales.
- Laminación por el embalse de las avenidas de proyecto y extrema con la capacidad actual de los órganos de desagüe. Definición de los niveles de embalse (nivel máximo normal NMN, nivel para la avenida de proyecto NAP y nivel para la avenida extrema NAE), y de los resguardos (resguardo normal y resguardo mínimo). Revisión de la capacidad real de los órganos de desagüe y de su adecuación a las avenidas de proyecto y extrema. Si fuese necesario, propuesta de alternativas para la acomodación de aliviaderos y de los órganos de desagüe.
- Análisis de los posibles cambios en las características hidrológicas de la cuenca: vegetación, urbanización y usos del suelo, escorrentía, erosión, nuevos embalses aguas arriba y aguas abajo.
- Análisis de los efectos producidos aguas abajo para diferentes caudales desaguados. En su caso, propuesta de alternativas para la acomodación del cauce para soportar de forma segura los caudales a desaguar.
- Revisión de los sistemas automáticos de información hidrológica y correspondientes datos hidrológicos producidos.

A4.2.- HIDRÁULICA

- Análisis de la funcionalidad y comportamiento hidráulico de aliviaderos, desagües, tomas, ataguías y otros elementos de cierre provisionales. Normas y manuales de operación. Condiciones de operación y restricciones existentes.
- Revisión de los planos de construcción y especificaciones de los aliviaderos y desagües, y de sus equipamientos mecánicos y eléctricos.
- Caudales máximos desaguados por la presa y funcionamiento hidráulico de aliviaderos y desagües en esos máximos. Afección por sedimentos en el embalse.
- Análisis de la afección de posibles deslizamientos.
- Análisis de la posible afección de materiales flotantes al desagüe de los aliviaderos.
- Análisis de los escenarios de averías de compuertas en situación de avenida.

A4.3.- SITUACIÓN ESTRUCTURAL Y MANTENIMIENTO

- Revisión de los elementos estructurales de los aliviaderos y desagües, análisis de la información sobre su proyecto y construcción. Posibilidad de deslizamientos que afecten estructuralmente a aliviaderos y desagües. Grietas y daños en el hormigón, anclajes, daños por cavitación, asientos diferenciales, juntas, filtraciones, subpresiones, drenajes, cuencos y dientes. Obstrucciones, roturas y daños de revestimientos, alineaciones, acumulación de sedimentos. Situación de las cimentaciones, efectos de posibles erosiones.

- Situación de cuencos amortiguadores, condiciones de desagüe, protecciones frente a la erosión aguas abajo. Aireaciones y conductos de aireación. Afección de la vegetación y de materiales flotantes.
- Revisión de los equipamientos mecánicos y eléctricos. Estado de compuertas y válvulas, condiciones de estanqueidad. Defectos o carencias en el mantenimiento: lubricación, acodamientos, sobrecargas, vibraciones, cavitación, corrosión, fisuración y roturas. Cadenas, accionamientos hidráulicos y mecanismos de accionamiento. Equipamientos eléctricos.
- Revisión de las normas de operación, accesibilidad y redundancias en el suministro eléctrico. Revisión de los grupos electrógenos y sus automatismos.
- Revisión de la funcionalidad de los automatismos de accionamiento de válvulas y compuertas.
- Revisión de las cámaras de compuertas y válvulas. Accesibilidad, posibilidades de inundación, condiciones de ventilación.
- Necesidad de una revisión estructural de los túneles en desagües, de los puentes sobre aliviaderos y de las estructuras de tomas.

A5.- CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOTÉCNICA Y SÍSMICA

Para evaluar la estabilidad, resistencia y permeabilidad actual y futura previsible de presa y embalse, el Equipo Revisor precisa apoyarse en un conocimiento extenso de las características geológicas, geotécnicas y sísmicas de las estructuras constituyentes de cerrada y vaso. Por ello necesitará realizar algunos de los estudios siguientes:

A5.1.- CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

- Análisis de la información disponible con atención especial a la que pudiera tener influencia en la seguridad de la presa o embalse, particularmente fallas o fracturas, diaclasados, deslizamientos, distintas formaciones, materiales susceptibles de debilidad, etc. Existencia de suficiente grado de conocimiento de los materiales constitutivos de la cerrada y del vaso.
- Caracterización estructural de la cerrada identificando las discontinuidades principales y sus eventuales rellenos, en particular, las que puedan resultar críticas respecto a la estabilidad o a la durabilidad. Dictamen sobre la existencia de zonas que puedan provocar inestabilidad, aumento de permeabilidad, variaciones en la presión de agua, etc.
- En ocasiones puede ser necesaria una caracterización geotécnica y mecánica de los materiales del cimientado y del propio macizo de cimentación (resistencias a compresión y corte, módulo de elasticidad, cohesión y ángulo de rozamiento, permeabilidad, etc).
- Valoración de la influencia del embalse sobre el comportamiento de los materiales constituyentes de vaso y cerrada.

- Presencia de mineralizaciones que puedan resultar alteradas conduciendo a un deterioro de la cimentación o que puedan conducir a reacciones anómalas con los materiales de la estructura.

Ante la falta de información suficiente para la caracterización, una inspección de reconocimiento, realizada por un experto en geología y geotecnia de presas puede resultar, en ocasiones, suficiente. Con los resultados de esta inspección y el estudio conveniente de la información, se podrá considerar adecuada la caracterización geológica de la cerrada y vaso, o bien se presentarán las disparidades entre ambos y/o las deficiencias en la información, dignas de mención.

A5.2.- CARACTERIZACIÓN SÍSMICA

- Validez del estudio sismotectónico existente frente al cumplimiento de la norma sismorresistente vigente.
- Contraste de los estudios sísmicos realizados en fase de proyecto con los datos sísmicos más actualizados estableciendo, si existen, deficiencias en el proyecto o aspectos a tener en cuenta sobre la seguridad de presa y embalse. Revisión de la aceleración sísmica de cálculo.
- Revisión del historial sísmico de la región y, en su caso, del emplazamiento de la presa, determinando la influencia de un sismo posible sobre las estructuras geológicas que soportan vaso y cerrada.
- Valoración de la información obtenida a partir de posibles datos de sismógrafos o acelerógrafos propios de la presa o externos.

A6.- SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y COMPORTAMIENTO DE LA PRESA

En general, convendrá conocer el comportamiento particularizado de la presa, destacando el referido a cuatro parámetros básicos: movimientos, subpresiones o presiones intersticiales, filtraciones y deterioro de los materiales constitutivos de la presa y/o de su cimentación.

Si existen discontinuidades en la evolución de algunos parámetros, o continuidades consideradas anómalas, se estudiarán las causas que puedan haberlas producido, estableciendo un dictamen sobre cada evolución de parámetros controlados y sobre cualquier consideración de importancia respecto al comportamiento de la obra, emitida en informes anteriores.

Los principales resultados del análisis de comportamiento se contrastarán por varios caminos independientes, sobre todo si alguno de ellos resultó anormal. El lapso de tiempo en que se analiza el comportamiento conviene abarque varios años, eliminando aparentes anomalías a corto plazo y caracterizando evoluciones en el tiempo no reversibles.

En el estudio y descripción del comportamiento, se podrá intentar adaptar el de la presa a determinados modelos conceptuales parciales (relacionando datos de temperatura y deformaciones, de carga hidrostática y deformaciones, relacionando la carga hidrostática con

datos de subpresiones, o presiones de poros, o con las filtraciones, etc.), estableciendo, e interpretando, las diferencias del comportamiento actual con esos modelos construidos con datos anteriores de la propia presa, o de otras. Con esos modelos se podrá establecer un dictamen sobre las condiciones de seguridad actuales más fiable que lo que correspondería a la mera comprobación de las hipótesis de proyecto. Otros modelos, los deterministas, podrán resultar complementarios de los anteriores.

A6.1.- PRESAS DE FÁBRICA

A6.1.1.- COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Las acciones térmicas constituyen una solicitud de importancia en las presas de fábrica. Como estas acciones térmicas son máximas en la época de construcción, debido al calor de hidratación, a veces hay que recurrir a información de aquella época para explicar determinados comportamientos o anomalías. Los gradientes térmicos, particularmente los de enfriamiento, son de temer por sus efectos sobre las zonas más superficiales de la fábrica. Los siguientes aspectos pueden resultar de interés en lo que concierne al comportamiento térmico:

- Repercusión de la evolución térmica de la presa, principalmente durante su construcción, en el comportamiento de la misma. Situación térmica en el momento de la inyección de juntas.
- Influencia de la posible asimetría térmica sobre el comportamiento de la presa.
- Influencia de los cambios térmicos inducidos por la temperatura ambiente y la acción protectora del embalse sobre el comportamiento de la presa.
- Evaluación de los gradientes térmicos, y su evolución, sobre la situación tenso/deformacional de la presa, particularmente frente al enfriamiento de principios de otoño experimentado por presas bóveda situadas en cotas altas.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de los datos disponibles obtenidos del mismo.

En ausencia de termómetros, se podrá estimar la influencia de la onda térmica anual y diaria y, si se considerase necesario, proponer la instalación de termómetros.

A6.1.2.- COMPORTAMIENTO DE JUNTAS

Las juntas son las zonas de las presas donde se reflejan y se aprecian los movimientos más significativos, por ello suelen manifestar muchas particularidades del comportamiento general de la obra. Resulta, por tanto, de interés considerar algunos de los temas siguientes:

- Historial del comportamiento de juntas. Evolución de las aperturas-cierres y deslizamientos.
- Repercusiones del enfriamiento postconstructivo sobre el comportamiento de juntas y de la presa. Particular atención en las presas bóveda y arco al enfriamiento que tiene lugar tras la inyección de juntas. Repercusiones del plan de hormigonado y de las circunstancias de puesta en obra.
- Comportamiento de juntas durante la fase de puesta en carga.

- Para presas de planta curva, posible análisis, para cada época del año, de las partes de la obra que trabajan de forma solidaria al tener cerradas sus juntas y las que no lo hacen. Repercusiones sobre el comportamiento de la presa en diferentes circunstancias de carga.
- Comportamiento comparado de las juntas en superficie y en el interior. Análisis del comportamiento de cada junta que se separa del normal seguimiento de la onda térmica anual.
- Aspectos evolutivos del comportamiento de juntas. Posible repercusión sobre el comportamiento de la presa. Relación entre el comportamiento evolutivo de las juntas y un posible deterioro del hormigón.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

En ausencia de equipo de auscultación específico, se podrá estudiar el comportamiento de juntas de forma indirecta, a través de los datos de otros equipos o mediante inspección visual y podrá resultar recomendable instalar equipos específicos.

A6.1.3.- DEFORMACIONES UNITARIAS Y TENSIONES

El comportamiento de una presa de fábrica suele ser mucho menos homogéneo de lo considerado en proyecto y, por otra parte, las solicitaciones teóricas no siempre son superiores a las reales. Por todo ello conviene analizar el comportamiento desde el punto de vista de las deformaciones unitarias medidas, lo que permitirá profundizar en algunos de los estudios siguientes:

- Análisis de las evoluciones deformacionales proporcionadas por los extensómetros de hormigón. Relación con las cargas térmica e hidrostática.
- Importancia de los fenómenos de retracción y expansión en distintas partes de la presa. Relación de estos fenómenos con la presencia de agua del embalse, de agua de lluvias, de insolación, etc. Repercusiones tenso-deformacionales.
- Estudio de zonas de la presa afectadas de expansión evolutiva, alcance de la afección y su posible repercusión en el comportamiento de la presa.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

En ausencia de equipo de auscultación específico, se podrá hacer, por un experto, una determinación indirecta de la situación tenso-deformacional y de su importancia. Sólo en casos especiales, resultará práctico el instalar equipo de auscultación específico.

A6.1.4.- MOVIMIENTOS HORIZONTALES

Las presas de fábrica experimentan movimientos horizontales obedeciendo a solicitaciones externas, fundamentalmente térmicas y de carga hidrostática. De la magnitud de estos movimientos y de su evolución frente a cargas y en el tiempo, puede deducirse la adecuación del comportamiento al previsto en proyecto y, sobre todo, si la evolución de la estructura es segura o con riesgo. Desde este punto de vista, podrá resultar recomendable acometer algunos de los siguientes estudios y comprobaciones:

- Contraste entre los movimientos obtenidos de los péndulos y el modelo establecido para la presa. Explicación del comportamiento observado. Definición y explicación de la importancia de las desviaciones observadas.
- Comportamiento del empotramiento en cimentación visto a través de las deformadas de los péndulos. En las presas bóveda, reparto estimado de cargas entre ménsulas y arcos.
- Estudio de las deformadas producidas. En las presas bóveda, posibles zonas descomprimidas deducidas del análisis de los movimientos de los péndulos y de las deformadas producidas, su importancia y eventual detección de fisuración en esas zonas.
- Estudio de movimientos no térmicos. Desplazamientos permanentes, su interpretación, importancia y repercusión.
- Análisis especial del comportamiento en paso de época caliente a fría con la presa semivacia, de particular interés en las bóvedas.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

En ausencia de péndulos, podrá hacerse una determinación indirecta de movimientos, con los datos de otros equipos de auscultación o con una inspección visual, análisis de su importancia y, en su caso, recomendar su instalación.

A6.1.5.- MOVIMIENTOS VERTICALES

Una parte de los movimientos verticales es cíclica, no evolutiva, menos preocupante y viene producida por las acciones térmicas o de carga hidrostática. Otros posibles movimientos, los evolutivos, motivarán un estudio más profundo. Respecto a los movimientos verticales resultará conveniente realizar alguno de los análisis que siguen:

- Estudio de la evolución de los movimientos verticales contrastados con la carga de embalse y onda térmica anual. Explicación y valoración de anomalías.
- Asientos aparentes provocados por deslizamiento de bloques en laderas muy inclinadas.
- Relación entre movimientos verticales y condiciones de cimentación.
- Movimientos verticales evolutivos y relación con deterioro del hormigón o de la cimentación.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

En ausencia de equipo de auscultación específico, se podrán determinar, de forma indirecta, los movimientos verticales o hacer una estimación de los mismos. Podrá ser necesario instalar equipo específico.

A6.1.6.- POSIBLE DETERIORO DEL HORMIGÓN

Se han detectado algunas evoluciones en la fábrica de presas que producen deterioros notables en la estructura. En tales circunstancias, se hace recomendable un análisis, en grado adecuado a cada caso, de la situación de deterioro de la fábrica, de la susceptibilidad a dicho deterioro y de la repercusión sobre la seguridad. Los indicios de deterioro podrán deducirse de los parámetros de auscultación disponibles, como resultado de la inspección visual, a través de la distribución cartografiada de eventuales fisuraciones, por exudaciones en las fisuras y su

evolución en el tiempo, etc. Si se confirmasen indicios de deterioro en el hormigón, convendrían algunas de las actuaciones de estudio que siguen:

- Revisión visual de posibles testigos extraídos o muestras disponibles. Diferentes tipos de áridos empleados y su caracterización. Existencia de depósitos y cal en las muestras o testigos. Presencia de fisuras en pasta o áridos de testigos extraídos. Distintos aspectos que pueden presentar las zonas interfásicas entre árido y pasta de cemento. Indicios de alteración de la pasta de cemento.
- Caracterización física e hidráulica del hormigón en partes más sensibles o afectadas de la obra. Porosidades del árido, mortero y pasta. Permeabilidad comparativa entre diferentes muestras de hormigón. Módulo de elasticidad de testigos de diferentes zonas de la obra.
- Estudio mineralógico de áridos menos estables. Potencial de alteración de los áridos existentes y su situación actual. Condiciones que potencian y frenan la alteración.
- Ensayos realizados con el microscopio electrónico. Determinación de la composición química de determinados elementos del hormigón: áridos más inestables, pasta de cemento, depósitos encontrados. Estudio de la emigración entre pasta y árido de los productos de alteración.
- Fiabilidad del equipo de auscultación relacionado con el deterioro y de sus datos.

En ausencia de equipo de auscultación específico, o relacionable con el deterioro, se podrá realizar una inspección visual por un experto y un estudio de datos de materiales empleados en la construcción. Podrá resultar necesario hacer pruebas y ensayos sobre los materiales.

A6.2.- PRESAS DE MATERIALES SUELTOS

A6.2.1.- COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Si se dispone de termómetros adecuados, normalmente acompañando a piezómetros o células de presión total, se podrá evaluar la existencia de vías preferentes de filtración a través de los cambios térmicos desarrollados en el cuerpo de presa o en la cimentación.

A6.2.2.- DEFORMACIONES HORIZONTALES Y VERTICALES

Las deformaciones horizontales y los asentamientos pueden ser precursores de importantes anomalías estructurales. El conocimiento de la evolución de las deformaciones experimentadas en el interior de una presa permite adelantarse al advenimiento de problemas estructurales. Por ello, podrá resultar conveniente acometer algunos de los estudios siguientes:

- Deformaciones en la época de construcción y su incidencia en el comportamiento posterior de la obra.
- Distribución de deformaciones en el cuerpo de presa y su evolución en distintas fases de la explotación: primer llenado total y llenados posteriores totales o parciales, desembalses, etc.
- Módulos de deformación vertical en distintas zonas de la presa. Relación con otras presas similares.

- Deformaciones horizontales que pueden denotar o ser precursoras de fisuración vertical, particularmente en planos de encuentro de espaldones y núcleo o en planos verticales próximos a estribos.
- Deformaciones superficiales observadas en inspecciones visuales o con medidas topográficas.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

Conviene interpretar los movimientos horizontales, que se manifiestan en mayor amplitud con ocasión de cambios notables en la cota de embalse, y que pueden ser precursores de fisuraciones o agrietamientos normales al desplazamiento. Para ello, puede estudiarse lo siguiente:

- Evolución de los movimientos horizontales deducidos de observaciones visuales, medidas de inclinómetros, colimaciones, etc.
- Relación de los movimientos con el llenado y con el desembalse. Evolución en el tiempo.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

En ausencia de equipo de auscultación específico, se buscará apoyo en la inspección visual y se estimará la necesidad de instalar equipo complementario de auscultación.

A6.2.3.- PRESIONES INTERSTICIALES

La distribución de presiones de poros y totales en el interior de una presa de materiales sueltos marca su comportamiento hidráulico y estructural. La existencia de importantes gradientes hidráulicos o de bajas presiones efectivas puede ser causa de anomalías importantes directamente relacionadas con la seguridad. Los siguientes trabajos pueden resultar de interés para la Revisión:

- Relación entre la presión total medida y el peso propio teórico. Redistribución de cargas. Transferencia de tensiones. Transferencia de cargas entre núcleo y espaldones.
- Evolución de las presiones de poros y su relación con las presiones totales. Zonas con baja presión efectiva.
- Posible existencia de altas presiones de poros que pueden potenciar situaciones de inestabilidad.
- Gradientes de presiones de poros en el núcleo y zonas próximas a filtros.
- Comportamiento del núcleo en proximidades de elementos rígidos embebidos, como galerías o cámaras de válvulas.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

En ausencia de equipo de auscultación específico, podrá hacerse una estimación del comportamiento, en cuanto a presiones totales y de poros, a través de la inspección visual, deformaciones superficiales, humedades, filtraciones, etc. Podrá convenir complementar el equipo de auscultación.

A6.2.4.- FILTRACIONES

El estudio de las filtraciones puede considerarse uno de los elementos de comportamiento más básico, por su fácil interpretación y por su trascendencia en la seguridad de la presa. Conviene hacer un seguimiento individualizado de cada vía de agua. Sobre este tema se podrán hacer los siguientes estudios:

- Existencia de puntos húmedos en el paramento de aguas abajo o en la cimentación próxima a la presa, su importancia.
- Evolución de los caudales de filtración. Su relación con la carga de agua y con las lluvias.
- Análisis de las aguas de filtración. Posibles arrastres. Depósitos en los sistemas de drenaje.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

En ausencia de equipo específico para control de filtraciones, podrá hacerse una estimación de la importancia de las mismas y, probablemente, proponer la implantación de equipos para su seguimiento.

A6.3.- CIMENTACIÓN

El disponer de una buena información que caracterice la cimentación resulta básico para interpretar el comportamiento del conjunto presa-cimiento. Por ello, será conveniente analizar todo lo relacionado con su comportamiento hidráulico y deformacional, realizando alguno de los estudios que siguen:

- Análisis de los aspectos geológicos que condicionan el funcionamiento de la cimentación y su importancia en el mismo. Trabajos específicos realizados sobre zonas geológicamente especiales.
- Incógnitas detectadas respecto a la geología de la cimentación, su importancia en la seguridad de la obra.
- Recopilación y análisis de los estudios sobre la geología de cimentación, estudios petrológicos sobre los minerales constituyentes, reconocimientos geofísicos, sondeos de investigación, etc.
- Recopilación y análisis de la información sobre trabajos de corrección efectuados.
- Definición de la influencia de la presa aguas abajo. Determinación de la zona que debe ser objeto de seguimiento como ampliación del correspondiente a la propia cimentación.

A6.3.1.- INSPECCIONES VISUALES

La inspección visual puede resultar un elemento de seguimiento fundamental, sobre todo si la cimentación es extensa, o muy poco dotada de instrumentación específica, o hay manifestaciones externas, filtraciones sobre todo, bien conocidas por el técnico que realiza la inspección. El análisis de las inspecciones realizadas, complementado mediante una nueva, añadirá valiosa información a la procedente de los equipos de auscultación y podrá compensar su falta.

A6.3.2.- COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO

La evolución de las filtraciones por la cimentación o por el contacto presa-terreno, matizada por la influencia en las mismas de la cota de embalse, produce una información clave sobre la seguridad actual, y futura previsible, de la obra hidráulica implantada. La presencia de agua ejerciendo presión impone consecuencias estructurales muy distintas en las presas de materiales sueltos que en las de fábrica, pero siempre con un impacto que puede resultar fundamental en la evaluación de su seguridad. Se consideran de interés para la Revisión los trabajos siguientes:

- Comportamiento hidráulico de la cimentación. Origen y destino de las aguas circulantes, cambios según la época del año y nivel de embalse, influencia de las lluvias en los caudales de filtración medidos, etc.
- Estudio de la evolución de los caudales de filtración en relación con la cota del embalse y con la época del año.
- Distribución de subpresiones en cimentación. Su evolución en el tiempo, según la época del año y según la cota de embalse. Efectos de las subpresiones sobre la estabilidad de la presa.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

En ausencia de equipo específico de auscultación, el estudio hidráulico de la cimentación se apoyará en la inspección visual realizada por un experto. Se considerará la necesidad de instalar equipo específico.

A6.3.3.- COMPORTAMIENTO DEFORMACIONAL

Las deformaciones y movimientos experimentados por la presa tienen su reflejo, o su origen, en la cimentación que la soporta. Por ello toda la importancia que se da en la presa a este tipo de manifestación, debe prolongarse, con los matices convenientes, a la cimentación. Podrá resultar de interés la realización de los siguientes trabajos:

- Estudio de las deformaciones de la cimentación, su evolución con la carga y época del año. Estudio de la evolución en el tiempo.
- Relación entre la deformación de la presa y la de su cimentación.
- Fiabilidad del equipo de auscultación instalado y de sus datos.

En ausencia de equipo específico de auscultación para el seguimiento de deformaciones, se buscará apoyo en la inspección visual realizada por un experto y se considerará la conveniencia de instalar equipo específico.

A6.3.4.- DETERIORO

Se conocen casos en los que los materiales constitutivos de la cimentación experimentan evoluciones con disminución de sus características mecánicas o de permeabilidad. En presencia de estos indicios de deterioro en cimentación podrán acometerse los siguientes estudios:

- Caracterización de las aguas de filtración y su estudio. Comparación con las del embalse.

- Estudio de evolución de parámetros electroquímicos de las aguas de filtración: drenes de zonas geológicamente especiales, caudales procedentes de distintas zonas de la presa, fuentes relacionadas con el embalse.
- Estudio de otros indicios de evolución física o química de los materiales constituyentes de la cimentación. Dictamen sobre un posible deterioro de la cimentación.

A6.4.- LADERAS Y VASO

Las laderas y el vaso del embalse son zonas amplias que, potencialmente, pueden introducir riesgos para la seguridad. Cuando la caracterización geológica o el conocimiento existente de la zona lo hagan recomendable, podrán realizarse los trabajos que se indican en los subapartados siguientes:

A6.4.1.- ESTABILIDAD DE LADERAS

- Existencia de deformaciones superficiales relacionadas con la acción del embalse. Potenciales deslizamientos o zonas agrietadas. Influencia en la explotación del embalse.
- Zonas erosionadas por acción del embalse, aportaciones de agua o lluvias.
- Canteras o minas que puedan afectar a la explotación.
- Posible existencia de sedimentación excesiva y su influencia en la estabilidad de la presa y en el funcionamiento de los desagües y tomas.

A6.4.2.- PERMEABILIDAD

- Existencia de zonas más permeables en el vaso.
- Fuentes que afloran aguas abajo de la presa, o a otras cuencas, y que tienen caudal dependiente de la cota de embalse.
- Erosión de capas impermeables que pueden dejar al descubierto otras que permitirían fugas de agua de importancia.

A7.- SEGURIDAD DE EQUIPOS ELECTRO-MECÁNICOS

A7.1.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las instalaciones eléctricas resultan imprescindibles, en la mayoría de los casos, para manejar los elementos de la presa. Convendrá realizar algunas de las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de que el dimensionamiento de las instalaciones eléctricas es adecuado para soportar las cargas previstas sin peligro de sobrecargas.
- Realización de pruebas periódicas de las instalaciones eléctricas en condiciones reales máximas de carga. Realización, durante la inspección de la Revisión, de pruebas de manejo de los equipos de control de avenidas utilizando únicamente la energía auxiliar. Existencias suficientes de carburante para hacer frente a cortes del suministro de energía de la máxima duración esperable.

- Protección de las instalaciones eléctricas, seguridad de su manejo para el usuario.
- Cumplimiento de los reglamentos de suministro en alta y baja tensión.
- Documentación adecuada de las instalaciones. Existencia de esquemas descriptivos de las instalaciones y las instrucciones necesarias de puesta en marcha, desconexión y mantenimiento.
- Existencia de protección razonable frente a acciones vandálicas o sabotajes.
- Funcionamiento de las instalaciones relacionadas con el Plan de Emergencia.

A7.2.- ELEMENTOS ELECTROMECAÑICOS

Durante la explotación y, sobre todo, en condiciones de avenidas, la seguridad depende totalmente del funcionamiento de los órganos de desagüe. Por ello, en la Revisión deberán contemplarse con especial cuidado, realizando alguna de las siguientes comprobaciones, algunas similares a las propuestas en el apartado 4.3:

- Funcionamiento satisfactorio de los equipos eléctricos y mecánicos bajo todas las condiciones de explotación previstas. Funcionamiento a máxima carga de los equipos de energía auxiliar.
- Documentación adecuada de los equipos. Cada equipo tiene sus instrucciones de manejo y mantenimiento. Las instrucciones de manejo están disponibles en la misma dependencia que los propios equipos.
- Adecuado estado de conservación y ausencia de desgaste en válvulas y compuertas. Adecuada lubricación en cables y cadenas. Buen funcionamiento de sistema de engrase. Ausencia de deterioro o fugas en los cierres estancos metálicos o de goma. Estado de funcionamiento de los prensa-estopas de válvulas y compuertas. Existencia o no de situaciones críticas, ante el fallo de un elemento en válvulas y compuertas. Existencia de daños de cavitación o corrosión en conductos o superficies.
- Coincidencia del manejo real de los equipos con el objetivo para el que fueron emplazados y con lo especificado en las Normas de Explotación.
- Conocimiento de las características de los equipos por parte de los operarios e instrucción adecuada de los mismos sobre la sistemática de su manejo seguro y mantenimiento.
- Existencia de protección razonable de los equipos frente a la manipulación externa al equipo de explotación.
- Existencia de protección razonable de los equipos frente a las acciones atmosféricas esperables en el lugar.
- Existencia de accesos practicables a los elementos electro-mecánicos, incluso en situaciones de emergencia o avenidas. Ausencia de roturas o deterioro en pasarelas, barandillas y escaleras.
- Funcionamiento correcto de automatismos y mandos a distancia incluso sometidos a interferencias previsibles. Existencia y funcionalidad de una vía de manejo manual.

- Funcionamiento de los elementos relacionados con el Plan de Emergencia.
- Existencia y cumplimiento de adecuados planes de conservación.

A8.- SEGURIDAD DE INSTALACIONES, ACCESOS Y OTROS

Durante la Revisión, será necesario comprobar que la presa cumple la reglamentación vigente, contando con accesos y sistema de comunicación funcionales, incluso en condiciones extremas. Para ello podrán ser necesarias las siguientes comprobaciones:

A8.1.- ACCESOS

- Existencia, y funcionalidad incluso en situación de emergencia, de accesos a la presa y embalse, accesos a galerías y a dependencias de manejo de órganos de desagüe.
- Caminos de rodadura capaces de soportar las máximas cargas previsibles.
- Existencia, y funcionalidad, de accesos para dominar visualmente todo el vaso o, al menos, las partes del mismo que pudieran tener influencia sobre las condiciones de seguridad.
- Existencia de un programa de mantenimiento de los accesos a presa y vaso.
Funcionalidad de los accesos relacionados con el Plan de Emergencia.

A8.2.- COMUNICACIONES

- Existencia, y funcionalidad en condiciones extremas, de uno o varios medios de comunicación con el exterior desde presa y embalse.
- Funcionalidad de las comunicaciones relacionadas con el Plan de Emergencia.

A8.3.- OTROS

- Posible existencia de problemas de aterramiento o atarquinado del embalse.