

NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCION Y PUESTA EN CARGA DE GRANDES PRESAS Y LLENADO DE SUS EMBALSES

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1º.- Objeto

La presente Norma Técnica de Seguridad tiene por objeto establecer los requisitos y condiciones mínimas que deben cumplir las grandes presas a efectos de garantizar sus condiciones de seguridad en las fases de proyecto, construcción y puesta en carga y llenado del embalse que cierran.

Artículo 2º.- Ámbito de aplicación

2.1.- La presente Norma de Seguridad será de aplicación al proyecto, construcción y puesta en carga de grandes presas y llenado de embalses que, de acuerdo con la definición establecida en el Reglamento del Dominio Público hidráulico tengan la consideración de grandes presas, ya sean de titularidad pública o privada.

2.2.- La presente Norma Técnica de Seguridad no será de aplicación a cualquier otro tipo de estructura hidráulica que, por su tipología o su función, difiera sustancialmente de lo que es una gran presa.

2.3.- Tampoco será de aplicación a las balsas de agua contempladas en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril en la redacción dada por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero.

2.4.- Del mismo modo, la presente Norma Técnica de Seguridad no será de aplicación a las presas de estériles mineros ni a las de residuos, que se regirán por su legislación específica.

CAPÍTULO II: PROYECTO

SECCIÓN I - DISPOSICIONES GENERALES Y CONTENIDO DEL PROYECTO

Artículo 3º.- Proyecto

3.1.- Para la construcción de una gran presa es necesario disponer de un proyecto redactado por un equipo dirigido por un técnico competente en la materia, de acuerdo con la legislación vigente, denominado Director del Proyecto, que será el responsable de que el proyecto cumpla los criterios y condiciones de seguridad exigidos e incluidos en este Capítulo II.

3.2.- Todas las obras precisas para la construcción de la gran presa estarán definidas en el proyecto, que debe contemplar la presa como una unidad, sin perjuicio de que algunas partes de las obras puedan desglosarse contractual o administrativamente para su realización de forma independiente.

3.3.- El Proyecto deberá incluir los estudios técnicos que se citan a continuación, siempre que procedan, adecuándolos en su contenido y grado de detalle a las características propias de cada caso, así como todos los estudios obligados por la legislación vigente en el momento de la aprobación del proyecto.

a. Estudios generales:

- Objetivos de la gran presa y de su embalse
- Geografía, geología y biología de la cuenca.
- Climatología e hidrología.
- Características hidráulicas del cauce situado aguas abajo en las proximidades de la presa y posibles afecciones asociadas a los distintos caudales circulantes por él. Entre los caudales que se estudien deberán figurar como mínimo los producidos por la apertura completa de los diferentes órganos de desagüe y toma actuando aislada y conjuntamente, con el embalse en su nivel máximo normal.

- Zonas de riesgo de inundación
 - Datos básicos para la formulación de planes de protección civil
 - Sistemas de comunicaciones existentes.
- b. Estudios específicos:
- Topografía del embalse y entorno más próximo, de la cerrada y de las zonas afectadas.
 - Geología, niveles freáticos, hidrogeología, geotecnia y sismicidad de la cerrada y vaso.
 - Análisis de las aportaciones hídricas y su regulación para su aprovechamiento.
 - Curvas de volúmenes y superficies de embalse.
 - Previsión y laminación de las avenidas.
 - Capacidad y análisis hidráulico de los órganos de desagüe.
 - Desvío del río.
 - Caudales mínimos de desagüe.
 - Propuesta de procedencia y características básicas de los materiales de construcción.
 - Estabilidad, resistencia y deformabilidad de las estructuras y sus cimentaciones.
 - Estabilidad de las laderas del vaso y evaluación de su comportamiento frente a las oscilaciones del nivel del embalse.
 - Propuesta de procesos constructivos, plan de la obra y etapas de la construcción.
 - Accesos, comunicaciones y suministro de energía.
 - Auscultación en las fases de construcción, puesta en carga y explotación.
 - Tratamientos y correcciones del terreno a efectuar en la fase de construcción.
 - Estudios de Seguridad y Salud en el trabajo durante la construcción.
 - Criterios para la puesta en carga y embalse en sus distintas fases.

- c. Estudios de la influencia de la presa y embalse en el entorno y en la población:
- Expropiaciones y reposición de servidumbres y servicios y, en su caso, traslado de población.
 - Calidad, eutrofización y estratificación del agua.
 - Erosión de la cuenca, caudales sólidos y sedimentación en el embalse.
 - Efectos sobre el río y su tratamiento.
 - Efectos socioeconómicos
 - Efectos sobre el paisaje y el patrimonio artístico y su tratamiento.
 - Efectos sobre la flora y fauna, y sus tratamientos.
 - Cumplimiento de la normativa vigente sobre medio ambiente.
 - Programa de seguridad, vigilancia y control ambiental.
 - Gestión de residuos.
 - Acciones de protección de la presa y sus instalaciones.
 - Normas de Explotación provisionales.
 - Propuesta de clasificación en función de los riesgos potenciales originados por su posible rotura o funcionamiento incorrecto.
 - Plan de Emergencia.

3.4.- La Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses será la encargada de la aprobación del proyecto, con carácter previo al comienzo de la construcción.

3.5.- La fase de proyecto finalizará en el momento en que se dé inicio a la construcción.

3.6.- Si una vez iniciada la construcción de la gran presa surge la necesidad de desarrollar detalles, introducir modificaciones a las obras, o bien de ejecución de obras complementarias, la elaboración y redacción de los proyectos modificados y complementarios correspondientes deben entenderse inherentes a la fase de construcción.

SECCIÓN II - AVENIDAS Y DESAGÜES

Artículo 4º.- Estudio de Avenidas

4.1.- Se evaluarán los hidrogramas de las previsible avenidas afluentes al embalse y su probabilidad anual de superación. Se analizarán, asimismo, las avenidas históricas.

4.2.- Se determinará la distribución estacional de las avenidas para tener en cuenta su eventual coincidencia con los niveles previsible del embalse en las distintas épocas del año y para definir los resguardos a los que se refiere el artículo 7 de esta Norma Técnica de Seguridad que se deben mantener en cada una de ellas, si procede.

4.3.- Se analizará y evaluará la incidencia de los caudales desaguados por los embalses situados aguas arriba.

4.4.- Se justificará el grado de fiabilidad de las metodologías utilizadas en el proyecto para la determinación de las diferentes avenidas y su adecuación a las características de la cuenca vertiente al embalse.

Artículo 5º.- Avenidas a considerar

5.1.- Los criterios básicos para la selección y determinación de las avenidas a considerar en el proyecto serán la categoría en la que sea clasificada la presa y su tipología.

5.2.- Se considerarán dos avenidas afluentes al embalse, que serán seleccionadas de entre las determinadas en el Estudio de Avenidas indicado en el artículo anterior, de acuerdo con los siguientes criterios:

a. Avenida de Proyecto. Es la avenida máxima a tener en cuenta para el dimensionamiento de los órganos de desagüe y las estructuras de disipación de energía.

b. Avenida extrema. Es la mayor avenida que la presa debe soportar sin llegar a producirse su desbordamiento, salvo los casos que se indican en el Artículo 7.4. Supone un escenario límite al cual puede estar sometida la presa, en el que pueden admitir márgenes de seguridad más reducidos.

Estas avenidas se refieren a las avenidas de entrada al embalse, y para el dimensionamiento de los órganos de desagüe se tendrá en cuenta el efecto de laminación producido en el embalse.

5.3.- Los periodos de retorno a considerar para las avenidas de proyecto y extrema, una vez evaluada la evolución del riesgo en el tiempo, no serán inferiores a los que se indican en la tabla siguiente:

Tabla I.- Períodos de retorno a considerar para las avenidas (en años)

CATEGORIA DE LA PRESA	AVENIDA DE PROYECTO	AVENIDA EXTREMA	
		PRESAS DE FABRICA	PRESAS DE MATERIALES SUELTOS
A	1.000	5.000	10.000
B	500	1.000	5.000
C	100	500	1.000

5.4.- Para el dimensionamiento del sistema de desvío del río durante la construcción de la presa se determinará una Avenida de Construcción, en función de los riesgos asumibles durante el periodo de ejecución de las obras, cuya probabilidad de superación en dicho período, para una estimación prudente del plazo de ejecución, será la que figura en la siguiente tabla:

Tabla II.- Probabilidades de superación de la avenida en construcción

CATEGORIA DE LA PRESA	PROBABILIDAD DE SUPERACION	
	PRESAS DE FABRICA (%)	PRESAS DE MATERIALES SUELTOS (%)
A	≤ 10	≤ 5
B	≤ 20	≤ 10
C	≤ 25	≤ 20

Artículo 6º.- Niveles

6.1.- Para fijar los criterios de explotación del embalse, en el proyecto se establecerán y justificarán los niveles que se definen a continuación:

- a. Nivel Máximo Normal (NMN). Es el máximo nivel de retención de agua que se alcanza en el embalse cuando todos los elementos mecánicos de los órganos de desagüe se encuentran cerrados.
- b. Nivel de Avenida de Proyecto (NAP): A partir del NMN, es el máximo nivel que alcanzará el agua en el embalse, considerando su acción laminadora, durante el paso de la Avenida de Proyecto.
- c. Nivel de Avenida Extrema (NAE): A partir del NMN, es el máximo nivel que alcanzará el agua en el embalse, considerando su acción laminadora, durante el paso de la Avenida Extrema.
- d. En el proceso de laminación se podrán tener en cuenta la capacidad de todos los elementos de desagüe (aliviaderos principales y de emergencia, diques fusibles, desagües de medio fondo y de fondo), siempre que esté asegurado su correcto funcionamiento en situaciones de avenida. En cuanto a las tomas de explotación en general no se considerará su contribución, y en caso contrario deberá justificarse su fiabilidad y funcionamiento en situaciones de avenida.

6.2.- Asimismo en el proyecto, con vistas a la construcción de la presa, se definirán los siguientes niveles:

- El máximo nivel de retención de agua en el embalse creado por la ataguía, en situación normal.
- El máximo nivel que alcanzará el agua en el embalse creado por la ataguía durante el paso de la Avenida de Construcción, empleando para su laminación todos los órganos de desagüe de que disponga el sistema de desvío del río.

6.3.- En las presas de laminación cuyos órganos de desagüe carezcan de dispositivos de cierre, se analizarán las situaciones derivadas de la obstrucción fortuita de los mismos.

Artículo 7º.- Resguardos

7.1.- El resguardo se define como la diferencia entre el nivel del agua en el embalse en una situación concreta y la coronación de la presa, o la de su elemento impermeable en el caso de las presas de materiales sueltos. En las presas de esta tipología se tendrán en cuenta además sus posibles asientos.

7.2.- Con el embalse lleno hasta el NMN, el resguardo, además de ser suficiente para el desagüe de las avenidas, será superior a la máxima sobreelevación de los oleajes que puedan producirse bajo la acción combinada de viento y sismo.

7.3.- Durante el paso de la Avenida de Proyecto, el resguardo será superior a la máxima sobreelevación del oleaje originada por la acción del viento.

7.4.- Durante el paso de la Avenida Extrema se admitirá un agotamiento parcial o total del resguardo, con las siguientes condiciones:

a. En las presas de materiales sueltos, teniendo en cuenta la máxima sobreelevación del oleaje originada por la acción del viento, no se admitirán vertidos sobre la coronación salvo que estén específicamente proyectadas para ello.

b. En las presas de fábrica sólo se admitirán vertidos accidentales debidos a las sobreelevaciones del oleaje producidas por la acción del viento. En todo caso, se justificara que tales vertidos no comprometen la seguridad de la presa.

7.5.- En su caso, se propondrán en el proyecto los resguardos estacionales a mantener en el embalse durante su explotación normal.

Artículo 8º.- Capacidad de los órganos de desagüe

8.1.- Los órganos de desagüe se dimensionarán en función de las avenidas definidas en el Artículo 5º, y con los niveles y resguardos especificados en los Artículos 6º y 7º.

8.2.- Para determinar la capacidad total de desagüe durante el paso de las avenidas se tendrán en cuenta la capacidad de los elementos de desagüe (aliviaderos principales y de emergencia, diques fusibles, desagües de medio fondo y de fondo), siempre que este asegurado su correcto funcionamiento en situaciones de avenida. En cuanto a las tomas de explotación en general no se considerará su contribución, y en caso contrario deberá justificarse su fiabilidad y funcionamiento en situaciones de avenida.

8.3.- Los desagües intermedios y de fondo de las presas se dimensionarán de forma que puedan facilitar el control del nivel del embalse, en particular durante su primer llenado.

Artículo 9º.- Control de los órganos de desagüe

9.1.- Los elementos de control de los órganos de desagüe deberán estar proyectados de tal forma que se asegure su funcionamiento en cualquier situación y, en particular, en situaciones de avenida. Deberán disponer de dispositivos de accionamiento redundantes, estar alimentados por fuentes de energía independientes, según se señala en el Artículo 19, y accesos garantizados y controlados en cualquier situación.

En cualquier caso, se deberá asegurar que los elementos de control de los órganos de desagüe presentan una alta fiabilidad.

9.2.- Los gálibos y la luz entre pilas de los vanos de los aliviaderos de superficie estarán diseñados para permitir el paso de los elementos flotantes que puedan llegar al embalse durante las avenidas.

9.3.- Los aliviaderos controlados exclusivamente por compuertas deberán disponer, como mínimo, de dos vanos.

9.4.- Las compuertas de los aliviaderos deberán permitir el sobrevertido sobre las mismas en condiciones de seguridad para todos sus mecanismos.

9.5.- En las grandes presas clasificadas en las categorías A y B, los desagües de fondo constarán como mínimo de dos conductos, provistos, cada uno de ellos, de al menos dos elementos de cierre instalados en serie.

9.6.- No se permitirán los conductos de desagüe en presión discurriendo a través del cuerpo de una presa de materiales sueltos, a menos que dicha conducción esté situada en el interior de una galería que la aisle del contacto directo con el material de la presa o, si el cimiento lo permite y se justifica adecuadamente, en una zanja excavada bajo el cuerpo de presa, convenientemente diseñada y hormigonada posteriormente.

9.7.- Se evaluarán los posibles escenarios de averías que pudieran producirse durante la explotación en los órganos de desagüe, analizando sus consecuencias y adoptando las medidas pertinentes. En todo caso, en los aliviaderos controlados exclusivamente por compuertas se analizará la situación en que un 25% de ellas se encuentre fuera de servicio, o una como mínimo, cuando se presente la avenida de proyecto.

SECCIÓN III - SOLICITACIONES

Artículo 10º.- Comprobación estructural

10.1.- En el Proyecto se comprobará el comportamiento estructural de la presa y de sus obras anejas ante las solicitaciones actuantes y sus posibles combinaciones, y se razonarán y justificarán los niveles de seguridad que se adopten en cada caso según la categoría en la que se clasifique la presa, sus dimensiones y tipología, así como el tipo de solicitación, su probabilidad de ocurrencia y su permanencia en el tiempo.

10.2.- Las acciones a considerar actuando en la presa, serán las siguientes:

- a) Peso propio.
- b) Carga hidrostática.
- c) Presiones intersticiales.
- d) Efectos térmicos.
- e) Empuje de los sedimentos.
- f) Efecto del oleaje.

- g) Efectos sísmicos.
- h) Empuje del hielo.
- i) Y las particulares que procedan en cada caso.

10.3.- Las acciones se clasificarán en permanentes o variables, dependiendo de su variación temporal. Para cada acción variable, se definirá su valor normal, su valor accidental y, cuando sea necesario, su valor extremo.

Son estados accidentales de las principales acciones variables los siguientes:

- Avenida de proyecto.
- Sismo de proyecto.
- Fallo del sistema de drenaje.
- Desembalse rápido

En embalses cerrados por presas de materiales sueltos y cuya explotación normal implique el descenso del embalse con velocidades superiores al coeficiente de permeabilidad medio del espaldón de agua arriba, la situación de desembalse rápido será calificada como "acción normal".

10.4.- Las acciones se combinarán entre sí, atendiendo a su probabilidad de presentación y a su permanencia en el tiempo, dando origen, en general, a los tipos de situaciones de proyecto siguientes:

a. Situaciones Normales: Corresponden al peso propio, al empuje hidrostático y a las presiones intersticiales, al empuje de los sedimentos, a los efectos térmicos y del viento y del hielo, y a cualquier combinación de estas mismas acciones que se pueda presentar en el tiempo de forma persistente, con el embalse en distintos niveles, con límite en el Nivel Máximo Normal (NMN).

b. Situaciones Accidentales: Resultarán de la combinación de las acciones permanentes y variables tomando sólo una de éstas el valor accidental. La simultaneidad del valor accidental de dos acciones variables se considerará como situación extrema.

Corresponden al peso propio, al empuje hidrostático y a las presiones intersticiales y su aumento anormal, al empuje de los sedimentos, a los efectos térmicos y del viento máximo y del hielo, a la acción del Seísmo de Proyecto, a la carga hidrodinámica del embalse y a cualquier combinación de éstas que se pueda presentar en el tiempo con duración limitada y con el embalse en distintos niveles, con límite en el Nivel de la Avenida de Proyecto (NAP). Se considerará que la presentación de la avenida de proyecto y del seísmo de proyecto no son simultáneas. En las presas de materiales

suelos se considerará además la situación de desembalse rápido. También se analizarán el efecto de las solicitaciones y su combinación en las distintas etapas de construcción.

c. Situaciones Extremas:

Resultan de la combinación de acciones permanentes y variables tomando sólo una de éstas el valor extremo y el resto su valor normal.

Corresponden al peso propio, al empuje hidrostático y a las presiones intersticiales y su aumento anormal, al empuje de los sedimentos, a los efectos térmicos y del viento máximo y del hielo, a la acción del Seísmo Extremo, a la carga hidrodinámica del embalse y a cualquier combinación de éstas que se pueda presentar en el tiempo con duración limitada y con el embalse en distintos niveles, con límite en el Nivel de la Avenida Extrema (NAE). Se considerará que la presentación de la avenida extrema y del seísmo extremo no son simultáneas. En las presas de materiales sueltos se considerará además la situación de desembalse rápido.

Se consideran también situaciones extremas aquellas en las que dos acciones variables toman simultáneamente su valor accidental y el resto su valor normal.

Artículo 11 °.- Solicitaciones hidráulicas

11.1.- El empuje hidrostático sobre la presa se considerará que actúa íntegramente hasta el punto más bajo de la cimentación de cada bloque, en el caso de las presas de fábrica, o hasta el punto más bajo del elemento impermeable en las de materiales sueltos.

11.2.- Deberán estudiarse en cada hipótesis los procesos de generación y disipación de las presiones intersticiales en el cimiento y cuerpo de presa.

11.3.- En las presas de materiales sueltos, y en las cimentaciones susceptibles de ser erosionadas, se cuidará particularmente el diseño de filtros y drenes para evitar la aparición de fenómenos de erosión interna.

Artículo 12°.- Solicitaciones sísmicas

12.1.- Se tendrán en cuenta las acciones sísmicas sobre la presa y sobre el embalse, de conformidad con la actividad sísmica de la región con influencia en el embalse.

12.2.- La presa se comprobará para los seísmos que se definen a continuación, justificándose en todo caso la metodología utilizada para considerar el efecto hidrodinámico del agua del embalse sobre la presa y sus estructuras anexas.

a. **Seísmo de Proyecto:** Es el seísmo máximo a tener en cuenta en la comprobación de la estabilidad de la presa, de sus elementos y de las márgenes del embalse.

b. **Seísmo Extremo:** Es el mayor seísmo que la presa debe soportar. Supone un escenario límite al cual puede estar sometida la presa sin que se produzca su rotura, si bien admitiendo márgenes de seguridad más reducidos.

12.3.- Los periodos de retorno a considerar para los seísmos de proyecto y extremo serán los que se indican en la Tabla III:

Tabla III.- Períodos de retorno mínimos a considerar para los seísmos de proyecto y extremo.

CATEGORIA DE LA PRESA	SISMICIDAD		
	MUY BAJA $a_b \leq 0.04g$	BAJA Y MODERADA $0.04g < a_b < 0.20g$	ALTA $a_b \geq 0.20g$
A	N.A.	TP = 1.000 años	
		TE = 5.000 años	TE = 10.000 años
B	N.A.	TP = 1.000 años	
C	N.A.	TP = 1.000 años	

a_b = aceleración básica (10% de probabilidad de excedencia en 50 años) usada para la definición cualitativa de la actividad sísmica local.

N.A. = No aplica.

TP = Terremoto de Proyecto.

TE = Terremoto extremo.

12.4.- A falta de información específica, los parámetros sísmicos básicos serán los indicados en la Norma Sismorresistente en vigor para los periodos de retorno indicados.

12.5.- En las presas de Categoría A situadas en zonas de alta sismicidad se realizará un estudio sismotectónico específico en el que se justificará el Seísmo Extremo adoptado y se analizará el comportamiento dinámico de la presa.

12.6.- En las grandes presas que por las características sismotectónicas del emplazamiento y las dimensiones del embalse pueda preverse la generación de una sismicidad inducida, se indicarán las acciones oportunas para su vigilancia y control y se analizarán los posibles efectos de aquélla.

Artículo 13º- Solicitaciones térmicas

13.1.- En las grandes presas de fábrica se incluirá en el proyecto un estudio térmico.

13.2.- En las presas de tipología bóveda de simple o doble curvatura se justificará la distribución de temperaturas adoptada en el cuerpo de presa en cada una de las hipótesis de cálculo. Se evaluarán las temperaturas máximas de colocación del hormigón, así como el efecto de los sistemas de refrigeración y la temperatura de inyección de las juntas. Asimismo se analizarán los movimientos y estados tensionales para diferentes épocas del año y diferentes niveles de embalse.

Artículo 14º.- Coeficientes de seguridad

14.1.- Para cada una de las situaciones de proyecto establecidas en el artículo 10.4, se determinará el grado de seguridad que la presa presenta.

14.2.- El valor admisible de los coeficientes de seguridad se establecerá en función de la categoría en la que se haya clasificado la presa, una vez evaluada la evolución del riesgo en el tiempo, teniendo en cuenta, además, el grado de fiabilidad en la estimación de las sollicitaciones, parámetros resistentes y metodologías que intervengan en el cálculo.

14.3.- El proyectista justificará razonadamente, mediante un estudio específico, los coeficientes de seguridad referentes a la estabilidad de la presa. En todo caso, dichos coeficientes no serán inferiores a los que figuran en la siguiente tabla IV:

Tabla IV.- Coeficientes de seguridad mínimos relativos a la estabilidad de la presa

SITUACION	CATEGORIA DE LA PRESA		
	A	B	C
Normal	1,4	1,4	1,3
Accidental	1,3	1,2	1,1
Extrema	> 1,0	> 1,0	> 1,0

14.4.- El proyectista justificará razonadamente, mediante un estudio específico, los coeficientes de seguridad mínimos respecto a las tensiones efectivas en el cuerpo de las presas de fábrica. En todo caso, dichos coeficientes serán iguales o superiores a los valores que se indican en la siguiente tabla V:

Tabla V.- Coeficientes de seguridad mínimos relativos a las tensiones efectivas en el cuerpo de presas de fábrica

	CATEGORIA DE LA PRESA		
SITUACION	A	B	C
Normal	3,0	2,5	2,0
Accidental	2,0	2,0	1,5
Extrema	1,5	1,5	1,2

SECCIÓN IV- EL TERRENO Y LOS MATERIALES

Artículo 15º.- El embalse y la cerrada

15.1.- Deberán analizarse las características topográficas, geológicas, hidrogeológicas y geotécnicas del terreno de la cerrada y embalse. El alcance de las investigaciones y estudios a realizar será tal que permita caracterizar los terrenos afectados por la presa y los correspondientes al vaso del embalse, y obtener los parámetros de cálculo necesarios para evaluar la resistencia, deformabilidad, permeabilidad y estabilidad físico-química del terreno.

15.2.- Los parámetros resistentes a emplear en los cálculos corresponderán a los valores característicos (aquellos que tienen una probabilidad del 95% de no ser inferiores) y se justificarán con un número suficiente de ensayos "in situ" además de cualesquiera otros métodos indirectos que redunden en una mayor robustez de la estimación.

15.3. -Dada la dispersión natural que presenta la cohesión de los macizos rocosos y la de las características resistentes del contacto presa-cimiento, se adoptarán valores conservadores de estas últimas para la comprobación de la estabilidad al deslizamiento de las presas de fábrica.

15.4.- Se comprobará la estabilidad del conjunto presa-terreno teniendo en cuenta sus características geomorfológicas, geotécnicas y tectónicas y, en particular, todas las peculiaridades que el cimiento pudiera presentar.

15.5.- Se investigará si en las márgenes del embalse existen terrenos con riesgo de inestabilidad que pudieran provocar deslizamientos de las mismas.

Artículo 16º.- Materiales

16.1.- Para la construcción de las presas deberán emplearse materiales cuyas propiedades intrínsecas, su puesta en obra y su evolución en el tiempo sean susceptibles de control.

16.2.- El proyecto deberá definir los materiales a emplear, determinar su procedencia, localización geográfica y volúmenes disponibles, establecer las características que deben cumplir y concretar los procedimientos para su comprobación y control. Los materiales se ensayarán y las unidades de obra se ejecutarán conforme a las especificaciones del proyecto.

16.3.- En los cálculos se usarán los valores característicos de los parámetros resistentes de los materiales. Si no existiese base estadística suficiente para establecer tales valores, éstos se asignarán mediante estimaciones conservadoras a partir de los datos disponibles.

16.4.- Resulta indispensable conocer la evolución de los materiales con el tiempo, con objeto de prever su envejecimiento y la posible modificación de sus propiedades, en tanto en cuanto pudieran afectar a la seguridad.

SECCIÓN V - MEDIDAS COMPLEMENTARIAS DE SEGURIDAD

Artículo 17º.- Auscultación

17.1 - La presa, su cimiento, el embalse y las márgenes de éste deberán disponer de los equipos de auscultación adecuados para poder analizar su comportamiento de forma permanente, para detectar las anomalías que pudieran afectar a su seguridad.

17.2.- Se procederá a la identificación y análisis de los potenciales modos de fallo del sistema presa-embalse y se vinculará a ello el sistema de auscultación a disponer.

17.3.- Los sistemas de auscultación deberán permitir desde el inicio de la construcción obtener información del comportamiento de la presa y el embalse mediante el control y seguimiento de, al menos, las siguientes variables:

- Precipitaciones.
- Temperaturas.
- Nivel del embalse.

- Caudales drenados y filtraciones.
- Presiones intersticiales
- Deformaciones y movimientos.
- Actividad sísmica, cuando las circunstancias lo requieran.

Artículo 18º.- Accesos y sistemas de comunicación

18.1.- La presa y sus instalaciones estarán dotadas de accesos garantizados, incluso en circunstancias adversas, salvo justificación específica en contra.

18.2. - Se procurará que la presa disponga de un acceso alternativo, para garantizar su comunicación en casos extremos.

18.3.- Los equipos y sistemas de comunicación deberán diseñarse de forma que puedan estar permanentemente operativos, y deberán ser redundantes.

Artículo 19º- Energía e iluminación

19.1.- Para garantizar el funcionamiento de los órganos de desagüe, la iluminación y demás servicios esenciales de la presa se dispondrá como mínimo de dos fuentes de energía independientes, una de las cuales estará constituida por grupos electrógenos ubicados en un lugar seguro, no inundable y con garantía de poder acceder a ellos en cualquier circunstancia.

19.2.- La presa debe disponer de elementos para la eventual iluminación en su conjunto y particularmente en sus órganos e instalaciones fundamentales. Deberá disponerse de alumbrado de emergencia, como mínimo, en las galerías de inspección y en los recintos que alberguen las instalaciones de la presa.

CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN

Artículo 20º.- Construcción

20.1.- El comienzo de la fase de construcción de una presa precisa, por parte de la administración competente en materia de seguridad de presas y embalses, de la previa aprobación del proyecto y de la designación, por parte del titular, del Director de Construcción.

20.2.- Durante la construcción de la presa se dispondrá permanentemente de un equipo de vigilancia y control, que comprobará que los materiales utilizados en la obra, los medios y métodos de construcción, y las dimensiones de las obras cumplen las previsiones del proyecto y que la maquinaria empleada resulta adecuada y las obras

se ejecutan con la calidad requerida y con los condicionantes establecidos en el proyecto.

20.3.- Durante la ejecución de las obras de la presa se realizará un seguimiento y control sobre su comportamiento y evolución en función de los datos suministrados por el sistema de auscultación instalado.

20.4.- Durante esta fase se corroborará y se complementará la información incluida en el proyecto sobre el terreno y los materiales, y otros aspectos como el clima, el río y su entorno. Si como consecuencia de esta información adicional hubiera que introducir modificaciones en el proyecto, en los procesos constructivos o en el plan de obra, tales modificaciones se someterán a lo establecido en el Capítulo II de la presente Norma Técnica de Seguridad.

20.5.- En la fase de construcción se constituirá el Archivo Técnico de la presa, formado por el proyecto, las modificaciones introducidas al mismo, la documentación sobre las características reales de los materiales empleados en su construcción, del terreno de cimentación y de los tratamientos realizados, la cartografía geológica y geotécnica de detalle, los controles realizados sobre la calidad de la obra y los informes periódicos elaborados sobre estos temas, así como los documentos, datos e incidencias observados durante la construcción.

20.6.- Las ataguías y sus embalses, así como los posibles embalses parciales originados durante su construcción, en épocas de aguas altas, estarán sometidos a los mismos requerimientos de seguridad exigidos a la presa principal durante su construcción, aunque considerando las circunstancias específicas de plazo y riesgo.

20.7.- Finalizada las obras, el Director de Construcción elaborará una Memoria que se incorporará al Archivo Técnico de la presa.

La fase de construcción finalizará con el reconocimiento por parte de la administración competente en materia de seguridad de presas y embalses de que la presa ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto aprobado, y sus eventuales modificaciones posteriores también aprobadas.

CAPÍTULO IV: PUESTA EN CARGA DE LA PRESA Y LLENADO DEL EMBALSE

Artículo 21º.- Puesta en carga

21.1.- La puesta en carga de la presa y el llenado del embalse, una vez que se esté en condiciones de embalsar de forma controlada, debe entenderse como una fase singular de transición entre el final de la construcción y el comienzo de la explotación.

21.2.- Antes del inicio de la puesta en carga el titular de la presa redactará un Programa de puesta en carga, que someterá a la aprobación de la administración competente en materia de seguridad de presas y embalses, que será la encargada de su aprobación. Durante el desarrollo del programa de puesta en carga prevalecerán los criterios de seguridad de éste sobre cualquier otro aspecto.

21.3.- Para iniciar la puesta en carga de una presa, el Titular de la misma designará al Director y equipo técnico responsable de la gestión del Programa de Puesta en Carga.

21.4.- La Puesta en Carga podrá ser total o parcial y con las obras terminadas o sin terminar, analizándose estas posibilidades en el correspondiente Programa. En caso de fuerza mayor, en que la Puesta en Carga sobreviniera, parcial o totalmente, sin la previa designación del Director específico para esta fase, el Director de la Construcción se encargará de su control.

21.5.- La puesta en carga de la presa sólo podrá iniciarse cuando se disponga de la pertinente aprobación de la administración competente en materia de seguridad de presas y embalses. En las grandes presas de categorías A y B, para poder iniciar la fase de puesta en carga, tendrá que estar aprobado e implantado el Plan de Emergencia de la presa.

21.6.- El Programa de Puesta en Carga, total o parcial, contemplará los siguientes aspectos:

- Evolución probable del nivel de embalse.
- Escalones de llenado que permitan la auscultación y su análisis.
- Máximos ritmos recomendables en las variaciones de nivel del embalse.
- Análisis de la capacidad de desagüe para controlar los niveles en el embalse.
- Comprobaciones y observaciones a realizar.
- Informes de comportamiento a realizar.
- Previsión de actuaciones a adoptar y estrategia a seguir en situaciones extraordinarias.

21.7.- En las presas de laminación cuyos órganos de desagüe carezcan de dispositivos de cierre, y en las presas que, por las características excepcionales con las que se presentan las aportaciones a su embalse, no sea físicamente posible realizar una puesta en carga planificada, se establecerá un programa especial de controles y observaciones a realizar cuando sobrevengan las avenidas.

21.8.- El Director de la Puesta en Carga, a la vista del desarrollo de esta fase de la vida de la presa, podrá proponer modificaciones en el Programa de Puesta en Carga

aprobado, que para poder llevarse a cabo deberán ser autorizadas, con carácter previo, por la administración competente en materia de seguridad de presas y embalses. Igualmente, el Director de la Puesta en Carga comunicará a la administración competente en materia de seguridad de presas y embalses todas las incidencias que se produzcan durante el desarrollo de la misma y redactará al final de ella una Memoria que se incorporará al Archivo Técnico de la presa junto con el Programa de Puesta en Carga.

21.9.- Dicha Memoria del proceso de Puesta en Carga se presentará ante la administración competente en materia de seguridad de presas y embalses, a quien corresponderá aprobar y dar por finalizada dicha fase.