

ANEJO 3
ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

Índice

ÍNDICE	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. MARCO GENERAL.....	3
2.1. Entorno general.....	3
2.2. Entorno geológico	3
2.3. Hidrogeología.....	4
2.3.1. Hidrogeología superficial	4
2.3.2. Hidrogeología subterránea	4
2.4. Tectónica.....	5
2.5. Sismicidad	6
3. ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO DEL VASO.....	8
3.1. Introducción.....	8
3.2. Estratigrafía.....	8
3.2.1. Cretácico (Albiense)	8
3.2.2. Cretácico (Senoniense)	8
3.2.3. Terciario (Mioceno).....	8
3.2.4. Cuaternario (Pleistoceno – Holoceno)	8
3.3. Tectónica.....	9
3.4. Geomorfología	9
3.5. Geotecnia.....	9
4. ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO DE LA CERRADA.....	10
4.1. Introducción.....	10
4.2. Estratigrafía.....	10
4.2.1. Cretácico.....	10
4.2.2. Terciario.....	10
4.2.3. Cuaternario	11
4.3. Geotecnia.....	12
4.3.1. Resistencia de la matriz rocosa.....	12
4.3.2. RQD	13
4.3.3. Discontinuidades	13
4.3.4. Clasificación geomecánica - RMR.....	14
4.3.5. Clasificación geomecánica - DMR.....	15
4.3.6. Resistencia a compresión del macizo (σ_m)	16
4.4.7. Ángulo de rozamiento y cohesión	17
4.4.8. Módulo de deformación del macizo.....	17
4.4.9. Parámetros geotécnicos.....	17
5. ESTUDIO DE MATERIALES.....	19
5.1. Procedentes del vaso	19
5.2. Prestamos cercanos	19

6. ESTUDIO A DESARROLLAR EN FASE DE PROYECTO DE DETALLE	20
6.1. Presa y estructuras anejas.....	20
6.1.1. Sondeos mecánicos	20
6.1.2. Geofísica.....	20
6.1.3. Ensayos de laboratorio	21
6.1.4. Ensayos in situ.....	21
6.2. Estudio detallado de los materiales	21
6.3. Otros estudios	21
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
APÉNDICE 1. PLANOS.....	23
APÉNDICE 2. FOTOGRAFÍAS	29

1. Introducción

El informe aquí presentado tiene como finalidad proporcionar la información geológica y geotécnica necesaria para el estudio comparativo de soluciones que debe ser realizado como etapa inicial a la redacción del Proyecto de construcción de la nueva Presa de Isbert. Su alcance se ha limitado de acuerdo con la finalidad prevista, si bien se ha profundizado en la descripción geológica general, que puede servir para el proyecto de la presa, cualesquiera que sean las características finalmente adoptadas para la presa y su situación dentro del tramo considerado como adecuado o como posible.

El tramo de estudio se encuentra situado a escasos 500 metros aguas arriba de la urbanización “La Plana” en el municipio de Orba y se extiende hasta la actual presa de Isbert, dejando un tramo de aproximadamente 2 km. Fuera de este tramo no existen condiciones topográficas adecuadas para el emplazamiento de una presa con capacidad de laminación de avenidas que se pretende: aguas abajo el cauce se ensancha formando una llanura y aguas arriba tenemos el embalse de Isbert, zona que dificultaría la construcción de una nueva presa.

2. Marco general

2.1. Entorno general

Las futura presa de Isbert se ubicará en el río Girona, entre las poblaciones de La Vall de Laguar y Orba. Las tres cerradas estudiadas se sitúan muy cercanas entre sí, estando dispuestas en un tramo de 1 km de longitud.

Desde el punto de vista topográfico el río Girona, en la zona de estudio discurre a lo largo de una zona donde se empieza a abrir el valle en dirección W – E., atravesando los últimos relieves de la cuenca antes de adentrarse en la llanura, por lo que los relieves presentes en la zona son suaves, con cotas medias de 240 m. Hacia el este, los pequeños montes dan paso a la llanura del río Girona, con altitudes máximas de 100 msnm. Hacia el Oeste tenemos los importantes relieves de la Serra del Cavall en donde el río, discurre muy encajado y no es posible la ubicación de una presa en dicha ubicación, pues el volumen de embalse necesario necesitaría una presa de gran altura.

Las cerradas estudiadas se encuentran en un estrechamiento que se encuentra inmediatamente antes de abrirse a la llanura, lo que posibilita la existencia de una cerrada apta para la construcción de una presa de una longitud adecuada para el fin que se requiere.

2.2. Entorno geológico

El emplazamiento previsto para la nueva Presa de Isbert se encuentra en el río Girona a unos 2 km, aproximadamente, aguas arriba del pueblo de Orba, en el tramo en donde el valle, al estrecharse, presenta unas condiciones topográficas buenas para la ubicación de la presa.

Desde el punto de vista geológico, la zona se sitúa en el área denominada prebético alicantino, caracterizándose por un importante espesor de materiales calizos y dolomíticos depositados en medios marinos someros y pertenecientes al Cretácico superior, fuertemente plegados. Por encima de estos se disponen los depósitos terciarios, en donde destacan por su gran potencia los sedimentos paleógenos. Cubriendo tanto a estos últimos, como a los afloramientos cretácicos, se disponen los depósitos cuaternarios, fundamentalmente aluviales y coluviales.

2.3. Hidrogeología

2.3.1. Hidrogeología superficial

El área de estudio queda englobada dentro de la Cuenca Hidrográfica del Júcar, situada en la parte Este de la Península Ibérica. Cuenca que engloba un área de 42.989 Km² y dada su orografía todos los ríos de la Cuenca fluyen al Mediterráneo.

El río Girona es la unidad hidrográfica principal del presente trabajo, y presenta una orientación predominante O-E hasta su desembocadura en el mar mediterráneo.

El río Girona es un río de influencia mediterránea, presenta un caudal intermitente en épocas de lluvia, otoño y primavera, permaneciendo seco el resto del año. Está clasificado dentro del ecotipo "Ríos de aguas de elevada mineralización en la media-baja montaña mediterránea".

2.3.2. Hidrogeología subterránea

Pertenece al Subsistema Hidrogeológico unidad nº 08.38 Plana de Gandía – Denia.

La Plana de Gandía-Denia se extiende desde Tabernes de Valldigna hasta Denia, ocupando toda la llanura costera y los valles de los ríos Jaraco, Serpis y Girona; comprende igualmente el valle de Pego. Tiene una longitud de 45 km y anchuras variables, entre 2 y 11 km. La superficie es de 250 km² aproximadamente.

El acuífero es de carácter detrítico, formado por materiales cuaternarios y eventualmente pliocuaternarios correspondientes a depósitos aluviales, de pie de monte y sedimentos marinos y mixtos. En definitiva son materiales, en general sueltos, muy heterométricos, constituidos por gravas, limos y arcillas.

En general el depósito es más potente y los materiales más finos a medida que nos alejamos de los relieves occidentales hacia el mar.

En conjunto se comporta como un embalse regulador que recibe una aportación lateral, de las formaciones acuíferas carbonatadas de sus bordes y una infiltración vertical procedente de las lluvias y de las aguas de regadío tanto de origen superficial como subterráneo; recibe además una recarga de los ríos Jaraco, Girona y Serpis.

La descarga se efectúa por las siguientes causas: bombeos en sondeos, salidas hacia los marjales, salidas ocultas al mar, drenaje por los ríos Jaraco y Serpis y por manantiales (al N. de Oliva y Gandía).

La calidad natural de las aguas subterráneas está bastante degradada, presentando concentraciones salinas elevadas.

En lo que se refiere a la calidad del agua para abastecimiento urbano, la mayoría presenta problemas de presencia de nitratos en cantidades superiores a las permitidas por la Reglamentación Técnico Sanitaria.

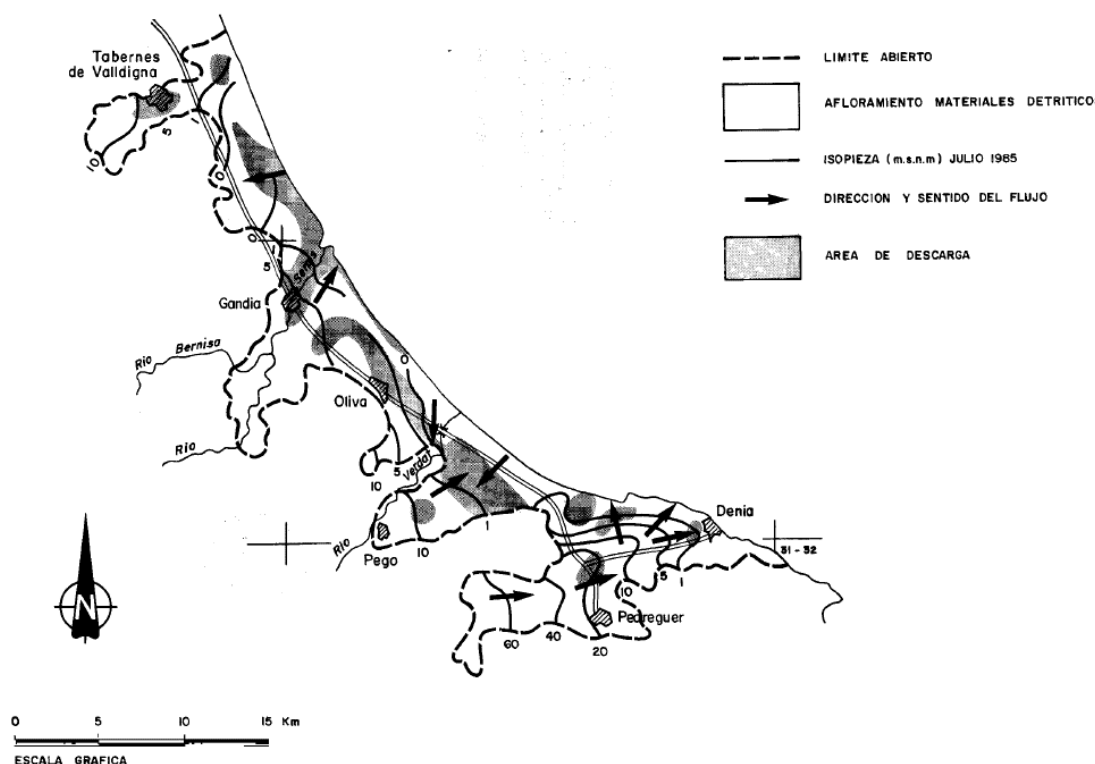


Figura 1: Subsistema de agua subterránea Plana de Gandía - Denia.

2.4. Tectónica

La zona queda englobada en el denominado prebético externo, más concretamente dentro de la unidad estructural: "Área noroccidental: Valle de Laguart, Sierras de Carrasca y Mediodía, y Depresión de la Vall d'Ebo".

Dentro de la dinámica compresiva, éste área es de las que mejor expresión manifiesta. Ocupa casi la totalidad del cuadrante noroccidental de la Hoja 822, encontrándose limitada en sus bordes meridional y oriental por las estructuras cabalgantes de la Vall de Laguart y por el cabalgamiento del Puerto de la Sagra en su contacto septentrional.

En la práctica totalidad de la unidad se encuentran implicados materiales de edad cretácica y terciaria.

La unidad en su parte sur (Río Ebo, Vall de Laguart), presenta una serie isoclinal en la que aparecen dos repeticiones de formaciones cretácicas, provocadas por sendos cabalgamientos con dirección SSO-NNE y en los que se encuentran implicados depósitos del Cretácico superior-Paleoceno (cabalgamiento de Manzaneda) y depósitos del Cretácico superior (cabalgamiento del Embalse de Isbert). Una tercera fractura inversa, en la que el Cretácico superior se apoya sobre depósitos margosos del Mioceno medio-superior, y con dirección algo más norteadada que las anteriores, cierra por el Este ésta compleja estructura de la Vall de Laguart.

2.5. Sismicidad

Según la norma de construcción sismorresistente (Parte General y Edificación) publicada en el BOE núm. 244 y denominada como NCSE-02, el área de estudio, se ubica en el término municipal de Orba (Alicante), corresponde a una zona catalogada con aceleración sísmica básica (a_b) de 0,07 g, siendo “g” la aceleración de la gravedad.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. El mapa suministra, expresada en relación el valor de la gravedad, “g”, la aceleración sísmica básica, (a_b), un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno y el coeficiente de contribución k, que tiene en cuenta la influencia de distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto. El coeficiente de contribución toma un valor, en el área de estudio de $k=1$.

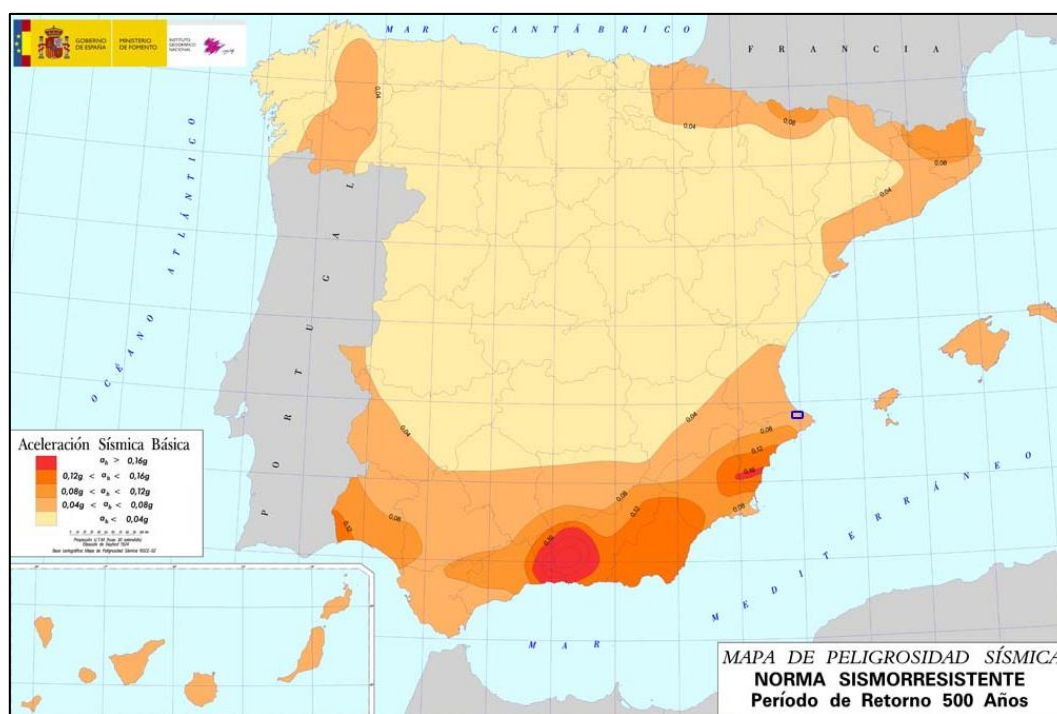


Figura 2: Situación del área de estudio (recuadrada en azul) dentro del mapa de peligrosidad sísmica en España, establecido por la Norma Sismorresistente NCSR-02

La aceleración sísmica de cálculo a_c se define en la norma NCSE-02 como:

$$a_c = S \cdot p \cdot a_b$$

Donde:

- p : Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable que se exceda (a_c) en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Para construcciones de especial importancia, como es el caso, toma un valor de $p=1.3$.
- S : Coeficiente de ampliación del terreno. Para el caso que nos ocupa, donde $a_b \leq 0.1g$, toma un valor de $S=C/1.25$, siendo C un coeficiente de terreno que depende de las características del terreno de cimentación.

En esta Norma los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- Terreno Tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s > 750$ m/s.
- Terreno Tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq V_s > 400$ m/s.
- Terreno Tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq V_s > 200$ m/s.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s < 200$ m/s.

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C indicado en la siguiente tabla:

Tabla 1: Coeficiente de terreno C.

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1.0
II	1.3
III	1.6
IV	2.0

El coeficiente C no contempla el posible colapso del terreno bajo la estructura durante el terremoto debido a la inestabilidad del terreno como en el caso de arcillas sensibles, densificación de suelos, hundimiento de cavidades subterráneas, movimientos de ladera, etc. Especialmente habrá de analizarse la posibilidad de licuación (o licuefacción) de los suelos susceptibles a la misma.

Podemos considerar que en la zona de la cerrada encontramos terrenos tipo I, Por tanto el coeficiente adoptado es $C=1.00$.

De este modo se obtiene un valor de aceleración sísmica de cálculo (a_c) superior a $0.07g$ para el caso de una construcción de importancia especial.

En este sentido, y dado que la construcción de una presa es de importancia especial, puede decirse que a tales efectos y para la zona investigada será necesario la aplicación de condiciones constructivas sismorresistentes.

3. Estudio geológico – geotécnico del vaso

3.1. Introducción

El vaso tiene una longitud de 1.6 km para la cerrada estudiada, que es la que se muestra como la más apropiada. Ésta cerrada generaría un embalse con una capacidad de cerca de 1 Hm³.

3.2. Estratigrafía

El vaso está fundamentalmente constituido por terrenos calizos y margosos cretácicos, distribuidos desde la cola del embalse hasta los relieves de las cerradas.

De más antiguos a más modernos, los materiales que afloran en el vaso son los siguientes:

3.2.1. Cretácico (Albiense)

Unidad Cs

El conjunto de la unidad se encuentra bien estratificado en capas y gruesos bancos, a veces métricos, con gran cantidad de estructuras de corriente y frecuentes cicatrices o superficies de reactivación, sobre todo en la parte media de la unidad.

En cuanto a la composición predomina el contenido en intraclastos, notable porcentaje en cuarzo y fragmentos de roca. El cemento que aparece en la práctica totalidad de la zona es micrítico.

Texturalmente, los cuerpos se presenta en secuencias tipo “packstone-grainstone”, tanto de bioclastos como de oolitos e intraclastos.

3.2.2. Cretácico (Senoniense)

Unidad Cs

Se trata de paquetes de calizas que sobrepasan los 350 metros de espesor. En el estudio que realizó el IGME, se distinguen los siguientes tramos (de muro a techo):

- Calizas micríticas blancas y tableadas.
- Margas y calizas con “Inoceramus”.
- Calizas micríticas.
- Margas y calizas del Maastrichtiense.

3.2.3. Terciario (Mioceno)

Unidad Tm.

Se trata de las margas de las facies TAP del mioceno. Se presentan con un gran espesor y con buzamientos en general suaves. El espesor de estos depósitos no se sabe a ciencia cierta dado que por su grado de alterabilidad, la mayoría de los barrancos y cortes naturales se encuentran cubiertos por sus propios derrubios, lo que dificulta la realización de sondeos.

3.2.4. Cuaternario (Pleistoceno – Holoceno)

Unidad Qcd

Depósitos de ladera. Son los depósitos más abundantes, aflorando en ambas márgenes a lo largo y ancho de todo el vaso. Están formados por cantos subangulosos isométricos (media de 5 cm.), con matriz arcillosa de color rojo. La proporción de cantos es del 90% y se disponen en secuencias

granodecrecientes de distinta potencia, observándose procesos de cementación y encostramiento a techo de las mismas.

La potencia de estos abanicos es variable, llegando a alcanzar los tres metros en las zonas proximales o de ápice, en donde se reconocen superficies de reactivación y de erosión.,

Unidad Qa

Aluvial. El aluvial está formado por gravas y cantos bien redondeados, de tamaños superiores a los 5 cm., y cuyo espesor en zonas de depósito puede llegar hasta los 50 cm.

3.3. Tectónica

Como ya se ha comentado con anterioridad, los terrenos afectados por el vaso del embalse se disponen a lo largo de la isoclinal en la que aparecen dos repeticiones de formaciones cretácicas, provocadas por sendos cabalgamientos con dirección SSO-NNE y en los que se encuentran implicados depósitos del Cretácico superior-Paleoceno (cabalgamiento de Manzaneda) y depósitos del Cretácico superior (cabalgamiento del Embalse de Isbert)

3.4. Geomorfología

Geomorfológicamente, y en función de los materiales aflorantes se distinguen tres zonas. Los terrenos llanos o de suaves pendientes corresponden a los depósitos cuaternarios (depósitos de ladera y aluvial). Las margas del TAP mioceno propician la presencia de suaves lomas con pendientes algo más elevadas, pronunciándose en las cercanías de los relieves cretácicos. Por último, las calizas senonienses configuran el área de grandes relieves con pendientes acusadas y presencia de importantes escarpes, en ocasiones verticales. Es en esta última zona donde se ha ubicado la cerrada para la futura presa.

3.5. Geotecnia

La permeabilidad del vaso puede estimarse como entre alta y media, según los informes del Mapa Geotécnico del IGME, haciendo que el drenaje sea principalmente por infiltración. Son materiales no ripables y su capacidad de carga es alta a media, dependiendo esto último del contenido margoso del macizo.

Los taludes naturales observados están en perfecto estado de conservación y con pendientes muy acusadas, por lo que los desmontes que se pudieran producir, permitirían ángulos de inclinación próximos a la verticalidad.

4. Estudio geológico - geotécnico de la cerrada

4.1. Introducción

La cerrada estudiada, es la correspondiente al emplazamiento C y se localiza en un tramo del río de unos doscientos metros de longitud, en donde se produce un cierto estrechamiento del valle justo antes de abrirse a la llanura.

4.2. Estratigrafía

Dentro de la zona de la cerrada aparece una serie litológica en la que se han diferenciado un conjunto de unidades que se describen a continuación.

4.2.1. Cretácico

Los materiales aflorantes en la zona de la cerrada corresponden a los niveles superiores del Cretácico inferior y niveles inferiores del Cretácico superior, más concretamente del Aptiense, Albiense, Cenomaniense y Turoniense.

Los diferentes litotipos no presentan contactos netos, produciéndose los cambios mediante transiciones suaves, variando las cotas de contacto a lo largo del área de estudio.

En cualquier caso, se han podido diferenciar los siguientes niveles, numerándolos de más antiguo a más moderno:

- Calizas arrecifales, margas nodulosas y calizas de ostreidos y orbitolinas: Son los materiales más antiguos presentes en la cerrada. Se trata de un tramo de margas gris-ocres y calizas nodulosas grises oscuras con estratificación irregular. Tienen una potencia variable entre 100 y 140 metros.
- Calizas intrabioclásticas, oolíticas y margas con orbitolinas: Sobre los materiales anteriores, se disponen unas calizas con barras intrabioclásticas y barras oolíticas de tonos ocres y amarillentos. Aparecen a ambos márgenes del cauce.
- Calizas, calizas dolomíticas, dolomías y margas esporádicas: Se disponen conjuntos de aproximadamente 130 metros de potencia de calizas arcillosas en la base de tonos grises, beige y ocres, con estratificación nodulosa, que intercalan finos niveles de margas y margocalizas.

4.2.2. Terciario

Está poco representado en la zona de la cerrada, reduciéndose únicamente a las siguientes formaciones:

- Calizas bioclásticas con grandes foraminíferos. Alternancias de calizas y margas (facies turbidíticas); conglomerados esporádicos. Margocalizas y margas gris-azuladas: Son conjuntos carbonatados constituidos por al menos de 10 a 15 metros de alternancias de calizas bioclásticas algo arenosas y margas de tonos ocres y grises.
- Margas blancas y niveles turbidíticos. Facies "Tap": Esta serie margosa, se apoya en supuesta discordancia sobre las facies prodelta de la unidad anterior y litológicamente se encuentra constituida por margas grises, nodulosas y desagregadas, de naturaleza arcillo-

limosa y que en superficie presentan una tonalidad blanquecina. Presentan por lo general una mala estratificación y se encuentran bastante replegadas.

4.2.3. Cuaternario

De muy escaso desarrollo en la zona de la cerrada, los depósitos cuaternarios se reducen a formaciones de muy escasa potencia que según su génesis se puede clasificar en:

Depósitos aluviales Qa.

Son debidos a la dinámica fluvial del río Girona estando constituido por gravas heterométricas de cantos calizos y arenoso, con un tamaño medio de 5 cm y cuya potencia máxima que apenas supera los 3 m. en el centro del cauce.

Depósitos coluviales Qc

Siendo originados por la caída de bloques de gravedad, estos depósitos no llegan a tapizar las laderas, aunque de forma puntual se localizan en algunas zonas, principalmente en los cambios bruscos de pendientes, en donde se acumulan con mayor facilidad, estando constituidos mayoritariamente por arcillas y fragmentos angulosos y heterométricos de caliza.

Dentro de este tipo de depósitos se incluyen los grandes bloques caídos por gravedad, fenómenos que se producen por el deslizamiento de los niveles fundamentalmente de la margen derecha, a favor de la estratificación y el diaclasado presente. Estos bloques se encuentran repartidos esporádicamente por las laderas y localizados en la zona del cauce.

4.3. Geotecnia

En cuanto al análisis geotécnico de la cerrada nos centraremos en la obtención de los parámetros geotécnicos del macizo rocoso. Las propiedades del macizo rocoso son siempre menores que las de la matriz rocosa, ya que el macizo se encuentra atravesado y compartimentado por planos de discontinuidad, que al fin resultan ser planos de debilidad. Para llegar a obtener los parámetros del macizo, normalmente se parte de los parámetros de la matriz rocosa (obtenidos en laboratorio) minoradas de acuerdo a diferentes criterios que tienen en cuenta las características geométricas y de estado de las discontinuidades, la presencia de agua y otros parámetros. En este análisis los parámetros de la matriz rocosa se obtendrán in-situ a través de las recomendaciones que presenta la extensa bibliografía referente al tema.

Para obtener las propiedades del macizo rocoso nos centraremos en obtener una clasificación Geomecánica a través de los índices de Bieniawski (RMR) 1989; por ser uno de los más extendidos. Los parámetros que se tienen en cuenta para la obtención del índice RMR son: resistencia de la matriz, RQD, características de las discontinuidades y presencia de agua subterránea.

4.3.1. Resistencia de la matriz rocosa

Dado que para el alcance de este trabajo no ha sido posible la realización de una campaña de sondeos y por tanto no se ha podido determinar en laboratorio la resistencia de la matriz rocosa; se obtendrá de los valores obtenidos en terrenos similares y en base a la tabla que acompaña al presente texto obtenida de Bieniawski (1989), Canadian G. S. (2006) y U.S. Bureau (1998).

Tabla 2: Referencias para la obtención de la resistencia de la matriz rocosa a través de índices de campo.

DUREZA	RESISTENCIA	RESISTENCIA σ_c [MPa]	DESCRIPCIÓN DE LA ROCA	TIPO DE ROCA
RH-0 Muy suave	Extremadamente débil	<1	Fácilmente mellada y pulverizada con la uña; cortada y tallada con cuchillo; se fractura con presión manual ligera. Se desintegra con un solo golpe del martillo.	Arcillas esquistosas, tiza, sal de roca, piedra jabón, Salbanda.
RH-1 Suave	Muy débil	1 – 5	Se mella y pulveriza fácilmente con un cuchillo o con presión ligera del pico del martillo. Se puede rallar con la uña. Se fractura con presión manual ligera a moderada.	Tobas alteradas, areniscas y lutitas.
RH-2 Moderadamente suave	Débil	5 – 25	Se puede mellar hasta 2 mm de profundidad con el cuchillo o con presión moderada a alta del pico del martillo. Se fractura con un golpe ligero del martillo o con presión manual alta.	Rocas sedimentarias clásticas con cementación pobre.
RH-3 Moderadamente dura	Moderadamente fuerte	25 – 50	Se puede rallar con cuchillo o presión ligera o moderada de la punta del pico del martillo. Se fractura con un golpe moderado del martillo.	Rocas sedimentarias con cementación calcárea.
RH-4 Dura	Fuerte	50 - 100	Puede ser rallado con el cuchillo y con dificultad con el pico del martillo, usando fuerte presión. Se fractura con un golpe fuerte del martillo.	Calizas, rocas sedimentarias fuertemente cementadas, areniscas calcáreas.
RH-5 Muy dura	Muy fuerte	100 - 250	No puede rallarse ni con el pico ni con el cuchillo. Se fractura con repetidos golpes fuertes del martillo.	Granito, gabbro, basalto, andesitas, mármol.
RH-6 Extremadamente dura	Extremadamente fuerte	>250	No se puede rallar con el cuchillo ni con el pico del martillo, se astilla con fuertes golpes del martillo de geólogo.	Cuarcita, dolerita, basaltos.

A partir de la tabla y de sendos ensayos con el martillo en diversos puntos a lo largo de la cerrada, se puede determinar que nos encontramos a ambos márgenes rocas del tipo RH4, por lo que con suficiente seguridad la resistencia de la roca se encuentra entre 50 y 100 MPa, tomándose el valor inferior del lado de la seguridad, por lo que la resistencia adoptada es de 50 MPa.

4.3.2. RQD

El índice RQD (*Rock Quality Designation*) desarrollado por *Deere* entre 1963 y 1967, se define como el porcentaje de recuperación de testigos de más de 10 cm de longitud (en su eje) sin tener en cuenta las roturas frescas del proceso de perforación respecto de la longitud total del sondeo.

Al no disponer de sondeos como se ha indicado con anterioridad, se utilizará la fórmula propuesta por *Priest y Hudson* (1976) por la cual se determina el valor del RQD en función del número de fisuras por metro:

$$RQD=100e^{-0.1\lambda} \cdot (0.1\lambda+1)$$

Donde:

- λ : Numero de fisuras por metro.

Dado que de media se han detectado el siguiente número de fisuras por metro, los valores de RQD son los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Valores de RQD en el entorno de la cerrada.

	λ	RQD
Estribo derecho	2.5	97.4
Estribo izquierdo	3	96.3

4.3.3. Discontinuidades

El estudio de las discontinuidades del macizo es de vital importancia en la caracterización geotécnica del mismo, pues estas condicionan casi en su totalidad las características resistentes del macizo rocoso.

La longitud de las discontinuidades es de vital importancia pues indica si está afectado el macizo completo o únicamente una sección. A menor longitud de las discontinuidades mejores características del macizo.

El espaciamiento de las discontinuidades indica la extensión hasta donde las propiedades de la roca intacta y de las propiedades de la discontinuidad separadamente, afectan las propiedades mecánicas del bloque de roca. Una roca es más débil si el espaciamiento es muy cercano y más fuerte si el espaciamiento es grande. Dentro de una misma formación el espaciamiento cambia de un punto a otro y se requiere caracterizar este fenómeno en los sitios específicos de los problemas a estudiar.

La junta puede ser cerrada, abierta o rellena, de acuerdo a su estado es su comportamiento. El movimiento de agua a lo largo de las juntas tiende a producir por depósito o por meteorización la presencia de rellenos o materiales blandos dentro de la junta.

Las propiedades más importantes del relleno son su grosor, tipo y resistencia. Su grosor puede definir si es suficiente para impedir que las paredes de la discontinuidad se toquen entre sí. Si el grosor es suficiente, las propiedades del material de relleno van a determinar la ocurrencia de las

fallas pero si la abertura de la junta es pequeña, las propiedades de rugosidad de las paredes son el factor más importante a considerar.

En los casos donde los rellenos son muy delgados, debe medirse la amplitud promedio de la rugosidad utilizando una línea recta y comparar estos con el promedio del espesor total del relleno.

La aspereza mide el grado de rugosidad de las juntas. Se deben definir macro y microrugosidad. Las macrorugosidad u ondulaciones afectan esencialmente la dirección del movimiento y producen cambio en el buzamiento dentro del talud.

La microrugosidad define la resistencia al corte de la discontinuidad y la posibilidad o no de una falla.

4.3.4. Clasificación geomecánica - RMR

Para la obtención del RMR de cada uno de los estribos, se utilizará la siguiente tabla de referencia:

Tabla 4: Tabla de referencia para el cálculo del RMR.

PARÁMETRO			RANGO DE VALORES						
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo puntual	> 10 MPa	4 – 10 MPa	2 – 4 MPa	1 – 2 MPa			
		Compresión simple	> 250 MPa	100 – 250 MPa	50 – 100 MPa	25 – 50 MPa	5 – 25 MPa	1 – 5 MPa	<1 MPa
	VALOR		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	< 25 %		
	VALOR		20	17	13	8	3		
3	Espaciado de las discontinuidades		> 2 m.	0.6 - 2 m.	0.2 - 0.6 m.	6 - 20 cm.	< 6 cm		
	VALOR		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m.		
		VALOR	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	< 0.1 mm	0.1 - 1 mm.	1 - 5 mm.	> 5 mm.		
		VALOR	6	5	3	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		VALOR	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Duro < 5 mm.	Duro > 5 mm.	Blando < 5 mm.	Blando > 5 mm.		
		VALOR	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy Alteradas	Descompuesta		
		VALOR	6	5	3	1	0		
5	Flujo de agua en las juntas	Relación Pagua/Pprincipal	0	0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		Condiciones generales	Secas	Ligeramente húmedas	Húmedas	Goteando	Agua fluyendo		
	VALOR		15	10	7	4	0		

Obteniéndose en base a la tabla los siguientes valores de RMR:

Estribo Izquierdo: RMR = 57

Estribo Derecho: RMR = 63

4.3.5. Clasificación geomecánica - DMR

Dado que la clasificación geomecánica RMR fue propuesta originariamente para túneles, taludes y cimentaciones; se va a utilizar también la clasificación "Dam Mass Rating" propuesta por Romana.

El valor del DMR, se obtiene a partir del RMR en condiciones secas a partir de la siguiente fórmula:

$$DMR = RMR_{BD} + CF \times R_{STA}$$

donde CF se obtiene de la tabla nº 5 y R_{STA} es el factor de ajuste para la estabilidad de la presa que se puede obtener de la tabla nº 6.

Tabla 5: Factores de ajuste para la estabilidad de presas de gravedad a partir de la orientación de la juntas (Romana, 2004)

	MF	F	B	D	MD
	Muy favorable	Favorable	Bueno	Desfavorable	Muy desfavorable
BUZAMIENTO (°)	0 - 10	30 - 60	10 - 30 DS	10 - 30 US	60 - 90
VALORACIÓN	0	-2	-7	-15	-25
DS: Buzamiento hacia aguas abajo / US: Buzamiento hacia aguas arriba.					

Tabla 6: Factores de ajuste R_{STA} para la estabilidad de presas a partir de la orientación de las juntas (Romana, 2004)

	MF	F	B	D	MD
TIPO DE PRESA	Muy favorable	Favorable	Bueno	Desfavorable	Muy desfavorable
MATERIALES SUELTOS	Otros	10 - 30 DS	0 - 10 A	-	-
GRAVEDAD	10 - 60 DS	30 - 60 US 60 - 90 A	10 - 30 US	0 - 10 A	-
ARCO	30 - 60 DS	10 - 30 DS	30 - 60 US 60 - 90 A	10 - 30 US	0 - 10 A
R_{STA}	0	-2	-7	-15	-25
DS: Buzamiento hacia aguas abajo / US: Buzamiento hacia aguas arriba / A: Cualquier buzamiento					

Obteniéndose en este caso, para el estribo derecho el mismo valor que de RMR dado que la dirección y el buzamiento son muy favorables; y ligeramente inferior en el caso del estribo izquierdo al estimarse como favorable:

Estribo Izquierdo: DMR = 53

Estribo Derecho: DMR = 63

Según las recomendaciones de Romana, se puede establecer que no existen problemas de deslizamiento de preocupación especial en la margen derecha, pero si puede existir alguno ligero problema en la margen izquierda al tener un valor de DMR inferior a 60; por lo que en la fase de proyecto se deberá prestar especial atención a la estabilidad de la presa en este margen teniendo en cuenta la probable distribución de presiones intersticiales a lo largo de la cimentación, así como la resistencia a esfuerzo cortante en las juntas del macizo.

4.3.6. Resistencia a compresión del macizo (σ_m)

La resistencia a compresión del macizo se va a estimar dentro del ámbito de este estudio mediante las fórmulas de *Wilson (1980)* y; *Stacey y Page (1986)*.

Wilson (1980):

$$\sigma_m \approx \frac{\sigma_c}{F}$$

Dónde:

- σ_c : Resistencia de la matriz rocosa.
- σ_m : Resistencia del macizo.
- F: Coeficiente de minoración (F = 4 para roca con discontinuidades muy próximas, del lado de la seguridad).

De esta forma se obtiene, para ambos estribos:

$$\sigma_m \approx 50,00 / 4 = 12,5 \text{ MPa}$$

Stacey y Page, 1986

Establecen un factor en función del grado de meteorización de la roca que, multiplicado por la resistencia a compresión simple de la matriz rocosa, permite obtener la resistencia del macizo.

El factor aplicado es el siguiente:

Tabla 7: Parámetros de meteorización del macizo.

Grado de Meteorización	Descripción	Coeficiente de reducción
VI	Suelos residuales	0,001 a 0,004
V	Completamente meteorizada	0,004 a 0,01
IV	Muy meteorizada	0,01 a 0,04
III	Meteorización media	0,04 a 0,1
II	Ligeramente meteorizada	0,1 a 0,4
I	Sana o con las juntas ligeramente meteorizadas	0,4 a 1,0

En este caso puede aplicarse un factor de 0,1 (meteorización de II a III) para el estribo derecho y un factor de 0,04 (meteorización de III a IV) para el estribo izquierdo, con lo que se tendrían los valores de resistencia a compresión del macizo expresados a continuación:

Estribo Izquierdo: $\sigma_m \approx 50,00 \cdot 0,04 = 2,00 \text{ MPa}$

Estribo Derecho: $\sigma_m \approx 50,00 \cdot 0,1 = 5,00 \text{ MPa}$

4.4.7. Ángulo de rozamiento y cohesión

Para la obtención del ángulo de rozamiento y cohesión nos basaremos en la clasificación de Bieniawski (1979), la cual estima los siguientes valores:

- Clase IV (RMR = 21-40) $\phi' = 30^\circ - 35^\circ$ y $C' = 1 - 1.5 \text{ kp/cm}^2$.
- Clase III (RMR = 41-60) $\phi' = 30^\circ - 40^\circ$ y $C' = 1.5 - 2 \text{ kp/cm}^2$.
- Clase II (RMR = 61-80) $\phi' = 40^\circ - 45^\circ$ y $C' = 2 - 3 \text{ kp/cm}^2$.

4.4.8. Módulo de deformación del macizo

Deformabilidad (E_m):

Para caracterizar el comportamiento deformacional del terreno se supone suficiente con conocer el módulo de deformación y el coeficiente de Poisson.

Para obtener el módulo de deformación del macizo rocoso (E) se emplearán diversos criterios basados en el empleo de clasificaciones geomecánicas, debido a los datos de partida que se disponen se utilizará únicamente la clasificación de Serafim y Pereira (1983), la cual propone la siguiente fórmula para obtener la Deformabilidad en GPa:

$$E_m = 10^{\frac{(RMR-10)}{40}}$$

A continuación, aplicando un coeficiente de seguridad de 3.0 para estar del lado de la seguridad, se obtienen los siguientes valores del módulo de deformabilidad:

Estribo Izquierdo: $E_m = 4987.5 \text{ MPa}$

Estribo Derecho: $E_m = 6650.9 \text{ MPa}$

Deformabilidad (ν):

Respecto al Módulo de Poisson (ν) del macizo rocoso, generalmente se admite la hipótesis simplificadora de que es el mismo que el módulo determinado en las probetas de roca mediante el empleo de bandas extensiométricas. Dado que no se ha podido ensayar ninguna muestra, en base a la bibliografía se puede adoptarse un módulo de Poisson de ν entre 0,15 y 0,4.

4.4.9. Parámetros geotécnicos

Finalmente se han adoptado los siguientes parámetros de proyecto, que servirán de base de cálculo para de la cimentación de la presa.

Tabla 8: Parámetros geotécnicos de la cerrada.

ESTRIBO	LITOLOGIA	RMR	DMR	σ_m (MPa)	ϕ' (°)	C' (MPa)	E_m (MPa)
IZQUIERDO	CALIZAS	57	53	2.00	38.4	0.2	4987.5
DERECHO	CALIZAS	63	63	5.00	40.4	0.2	6650.9

Para poder determinar el comportamiento de la cimentación de una posible presa bóveda, Rocha (1964) estableció unos valores para la relación E_c/E_m (siendo E_c el módulo de deformación del hormigón), recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 9: Efecto de la relación E_c/E_m en el comportamiento de presas bóveda (Rocha)

E_c/E_m	Influencia en la presa	Problemas
<1	Despreciable	Ninguno
1-4	Escasa importancia	Ninguno
4-8	Importante	Algunos
8-16	Muy Importante	Serios
>16	Medidas especiales	Muy peligrosos

En nuestro caso, y para valores de E_c de 25000 MPa, obtendríamos los siguientes valores de relación E_c/E_m :

- Estribo izquierdo $E_c/E_m = 5,01$
- Estribo derecho $E_c/E_m = 3,80$

Se considera pues, que la influencia en la presa será importante en el estribo izquierdo, pudiendo presentar algún problema; y escasa en el estribo derecho, sin que se espere que aparezca ningún tipo de problema. Es por esto, que se evitará la tipología bóveda siempre y cuando la misma no presente una idoneidad especial desde otros puntos de vista.

Según estudios posteriores del mismo autor, en los que amplía sus estudios a presas de gravedad, se establece que para relaciones inferiores a 8 se puede establecer que existen ciertas garantías de seguridad frente a la interacción presa – cimiento, evitando por tanto heterogeneidades en la deformabilidad de estos y favoreciendo una mayor vida útil de la infraestructura.

5. Estudio de materiales

5.1. Procedentes del vaso

Los materiales que pueden ser utilizados procedentes del vaso, son los siguientes y con las siguientes características:

Aluvial (Qa)

Estos depósitos están formados principalmente por gravas y arenas de naturaleza calcárea. En ocasiones aparecen grandes bloques de caliza. Son depósitos de poco espesor, menor de 3 m. Son materiales permeables y muy porosos.

Estos materiales pueden ser empleados en la confección de áridos de hormigón, y escolleras. Han de ser estudiados con detalle para conocer su aptitud final para estos usos.

Terrazas (Qt)

De naturaleza similar al del aluvial están constituidos por gravas embebidas en una matriz areno – limosa que en ocasiones se presenta cementada. Tienen alta permeabilidad.

Estos materiales se podrán aprovechar, como en el caso anterior, para la confección de áridos para hormigones.

Calizas (Cs)

Los potentes bancos de calizas y dolomías, presentes en la zona de la cerrada, suponen un material extraordinario para la confección tanto de áridos para hormigones como de escolleras y filtros para las ataguías posibles.

Esta formación aflora en todo el área de la cerrada y su ubicación alejada de las zonas de tránsito le otorga, desde el punto de vista medioambiental, un impacto visual escaso.

La excavación de la cimentación de la presa, generará un volumen importante, que podrá aprovecharse en la confección de áridos para la obra de fábrica, escolleras y filtros drenes.

5.2. Prestamos cercanos

En la proximidad no existen canteras ya en funcionamiento, pero si existen en la cercanía posibles yacimientos que proporcionen áridos para hormigón y escollera, que deberán ser estudiados en estudios posteriores sobre la presa.

6. Estudio a desarrollar en fase de proyecto de detalle

Los estudios realizados en el marco del estudio presente han permitido una evaluación lacónica de la zona de estudio, si bien el marco geológico y litológico ha sido descrito con suficiente detalle.

Es de resaltar que este estudio, correspondiente a una fase de análisis preliminar, se ha basado sobre la bibliografía existente y diversas visitas a campo.

En cuanto a un estudio de mayor detalle, se plantea, lógicamente, la necesidad de una investigación complementaria a desarrollar sobre una serie de puntos en los cuales el estudio actual permite tan solo una primera estimación cualitativa. En consecuencia se considera conveniente desarrollar una serie de estudios encaminados a ahondar en el análisis de los puntos seguidamente definidos.

Se clasifican los temas a profundizar en función de la naturaleza de cada una de las obras consideradas.

6.1. Presa y estructuras anejas

En la zona de la presa el estudio realizado hasta el presente momento necesita llegar a una definición más completa de las características del cimiento de la obra considerada. Es evidente que en el marco de una presa de materiales sueltos, la preeminencia del cimiento no tiene comparación con las exigencias presentadas por una presa de hormigón como es el caso. Sin embargo, y como dicho con anterioridad, las investigaciones realizadas hasta el presente momento son insuficientes a nivel de un anteproyecto y más aún, para un proyecto detallado: en particular conviene precisar la geotecnia del tramo inferior del valle y de los materiales situados por debajo del recubrimiento aluvial, así como las características internas del macizo rocoso de los estribos.

6.1.1. Sondeos mecánicos

Se considera conveniente la realización de los siguientes sondeos mecánicos:

Zona de la presa: Realizar el perfil transversal. Supone la realización de aproximadamente 10 – 12 sondeos con profundidad del orden de unos 60 a 80 metros verticales o inclinados.

Complementando esta investigación mediante sondeos se recomendaría llevar a cabo un mínimo de dos sondeos situados sobre dos ejes transversales al río en ambos lados de la vertical del camino de coronación eventual. Estos sondeos nos permitirían un conocimiento del desarrollo de los terrenos a lo largo de un eje longitudinal al río. Estos cuatro taladros podrían totalizar unos 200 metros de perforación.

Asimismo convendría explorar mediante sondeos la cimentación de las ataguías, aliviaderos y bocas de entrada y salida de los túneles y galerías considerados.

Finalmente consideramos que la realización de una nueva y definitiva campaña de investigación debería de conllevar la realización de un mínimo de dos galerías (una en cada margen) situadas en la vertical del eje transversal de la coronación y situadas a media altura de la presa con una longitud y no inferior a los 60 a 70 metros.

6.1.2. Geofísica

En lo que se refiere a geofísica, se cree conveniente la realización de estudios de sísmica de refracción y tomografía eléctrica tanto longitudinalmente a la cerrada como transversalmente con el fin de obtener satisfactoriamente los parámetros geomecánicos.

6.1.3. Ensayos de laboratorio

En el presente estudio no ha sido posible la realización de ensayos de suelos y rocas. Habida cuenta la tipología de la presa, y se recomienda ahondar en la geotecnia de las rocas de ambas márgenes.

6.1.4. Ensayos in situ

Se recomienda que a nivel de proyecto de detalle se deberían realizar estudios de las discontinuidades, realizar ensayos para determinar la permeabilidad de la zona de la cerrada, así como realizar ensayos de corte en el cimiento y de deformabilidad del macizo.

6.2. Estudio detallado de los materiales

Como señalado en los apartados correspondientes, el estudio de materiales y los datos incorporados al presente informe permiten, tan solo, un primer acercamiento dicha temática.

Conviene por lo tanto desarrollar estos temas, procediendo a unos estudios específicos con, sobre la base de unas cartografías de detalle, el análisis pormenorizado de las zonas de préstamo más interesantes, la implementación de un estudio o levantamiento geológico de terreno más completo, la realización de una serie de investigaciones in situ mediante calicatas y eventualmente sondeos mecánicos. Obviamente todas estas investigaciones tendrán que desembocar sobre una caracterización en laboratorio del muestreo realizado. Asimismo se precisara de una evaluación pormenorizada de los volúmenes disponibles y análisis de los procedimientos de extracción, transporte y colocación.

6.3. Otros estudios

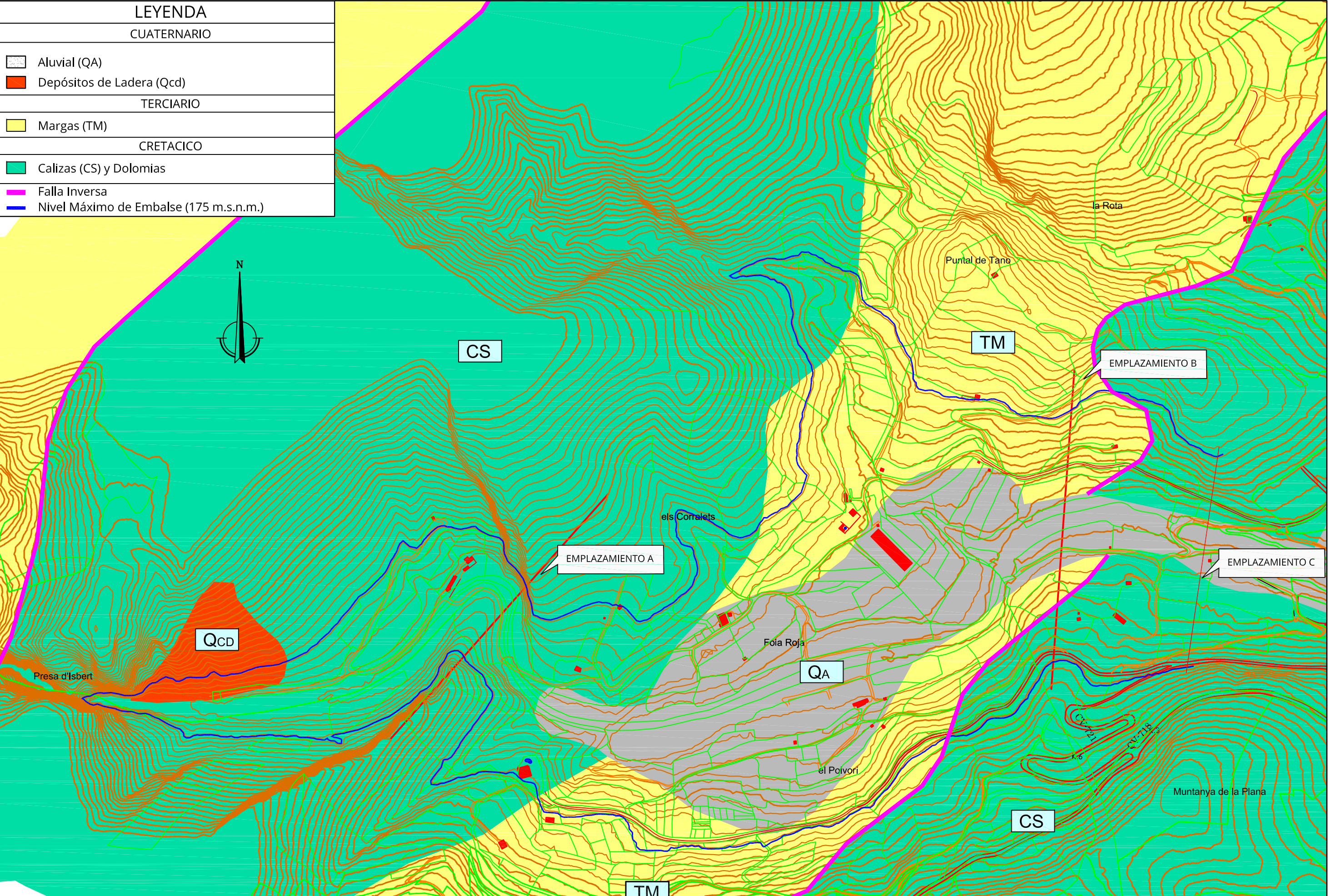
Habida cuenta de la geomorfología del entorno, se considera conveniente la realización de estudios de estabilidad de las laderas y de excavabilidad; así como en caso de ser necesario algún túnel para obras de desvío/alivio la realización de estudios específicos relacionados con temas de convergencia de hastiales y procedimientos de sostenimiento.

Referencias bibliográficas

- BIENIAWSKI, Z. (1989). *Engineering rock mass classifications: A complete manual for engineers and geologists in mining, civil and petroleum engineering*. Rotterdam: John Wiley & Sons.
- CANADIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (2006). *Canadian Foundation Engineering Manual*. Richmond: BiTech Publisher Ltd.
- CEDEX (2004). *Caracterización de los tipos de ríos y lagos*, Madrid.
- CEDEX (2011). *Mapa de caudales máximos*, Madrid.
- CELADA TAMAMES, B. & GALERA FERNÁNDEZ, J. M. (1994). "Investigación y caracterización geológico-geotécnica para el proyecto de túneles" en *Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente*, vol. 31, p. 54-62.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2013). *Plan Director de Defensa contra las Avenidas Comarca de la Marina Alta*. Alicante.
- DERSHOWITZ, W. (2005). *Dams, foundations and Abutments*. University of Washington.
- GALERA, J. M., ÁLVAREZ, M. & BIENIAWSKI, Z. T. (2007). *Evaluation of the deformation modulus of rock masses using RMR. Comparison with dilatometer tests*.
- HUDSON, J. & PRIEST, S. D. (1976). "Discontinuity Spacings in Rock" en *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech.*, vol. 13, p. 135-148.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973). *Mapa geotécnico general*. Alcoy. Madrid: Ministerio de Industria.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1994). *Informe de las características geotécnicas de la hoja nº 822 (Benisa)*, p. 30-32.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (2008). *Mapa geológico de España*. Benissa. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- LÓPEZ GETA, J. A. ET AL. (1989). *Las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana. Uso, calidad y perspectivas de utilización*.
- ORTEGA, J. & GARZÓN, G. (2008). "Cambios geomorfológicos en ríos en roca tras inundaciones de baja frecuencia (Río Girona, Alicante)" en *Geogaceta*, p. 171-174.
- PRIEST, S. D. (1993). *Discontinuity Analysis for Rock Engineering*. London: Chapman & Hall.
- ROMANA, M. (2004). "DMR (una adaptación del RMR), una nueva clasificación geomecánica para la cimentación de presas" en *9º Congreso Luso de Geotecnia*.
- SEGURA BELTRÁN, F. (2009). "Geomorfología, inundaciones y alteración antrópica del espacio inundable: El caso del río Girona (Alacant, octubre de 2007)" en *Boletín de la A.G.E.*, vol. 49, p. 83-103.
- SUAREZ DIAZ, J. (1998). "Litología y Estructura Geológica" en *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes*. Bogotá: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
- US. BUREAU OF RECLAMATION (1998). *Engineering Geology Field Manual*. Denver, USA: US. Department of the Interior, Water Resources Technical Publications.

Apéndice 1. Planos

LEYENDA	
CUATERNARIO	
	Aluvial (QA)
	Depósitos de Ladera (Qcd)
TERCIARIO	
	Margas (TM)
CRETACICO	
	Calizas (CS) y Dolomias
	Falla Inversa
	Nivel Máximo de Embalse (175 m.s.n.m.)



CÓDIGO:	DIBUJADO:	REVISADO:	FECHA:	Nº REVIS:
A3.1	D.CERVERA	D.CERVERA	18/03/2015	1



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Caminos Canales
y Puertos



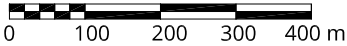
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

AUTOR DEL ESTUDIO:

D. DANIEL CERVERA MIQUEL

ESCALA:

1:5000



ORIGINAL
DIN A3

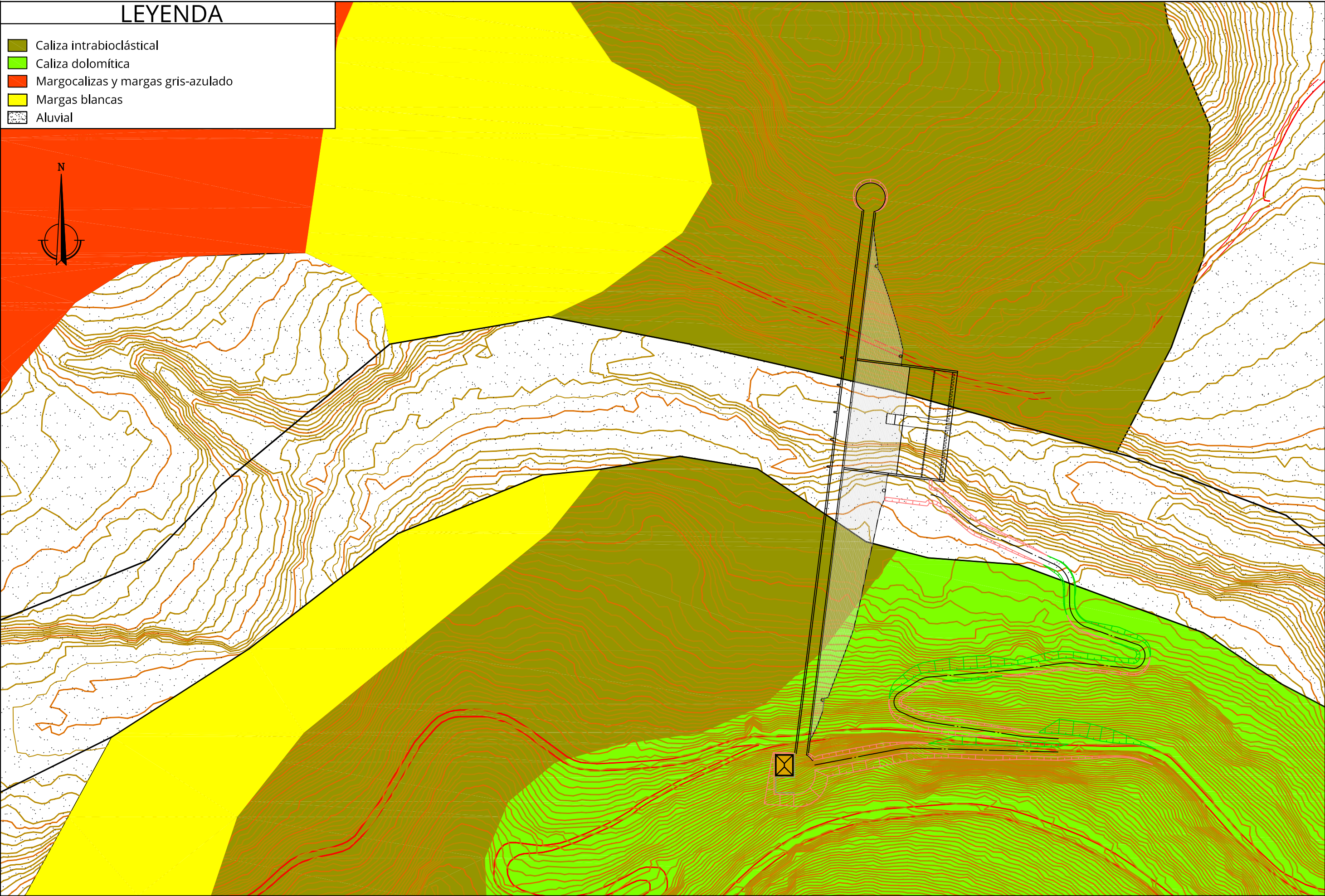
MAYO 2015

DESIGNACIÓN:

ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO
GEOLOGÍA DEL VASO

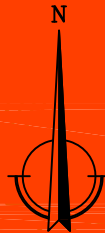
Nº PLANO
1

HOJA 1 DE 1



LEYENDA

- Caliza intrabioclástica
- Caliza dolomítica
- Margocalizas y margas gris-azulado
- Margas blancas
- Aluvial



CÓDIGO:	DIBUJADO:	REVISADO:	FECHA:	Nº REVIS:
A3.2	D.CERVERA	D.CERVERA	18/03/2015	1



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Caminos Canales
y Puertos



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

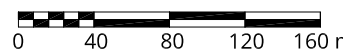
AUTOR DEL ESTUDIO:

D. DANIEL CERVERA MIQUEL

[Signature]

ESCALA:

1:2000



ORIGINAL
DIN A3

MARZO 2015

DESIGNACIÓN:

ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO
GEOLOGÍA DE LA CERRADA - PLANTA

Nº PLANO
2

HOJA 1 DE 1

CÓDIGO:	Nº REVIS.:
A3.3	1
DIBUJADO:	FECHA:
D.CERVERA	18/03/2015
REVISADO:	
D.CERVERA	



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Caminos Canales
y Puertos



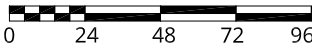
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

AUTOR DEL ESTUDIO:

D. DANIEL CERVERA MIQUEL

ESCALA:

1:1.200



ORIGINAL
DIN A3

MARZO 2015

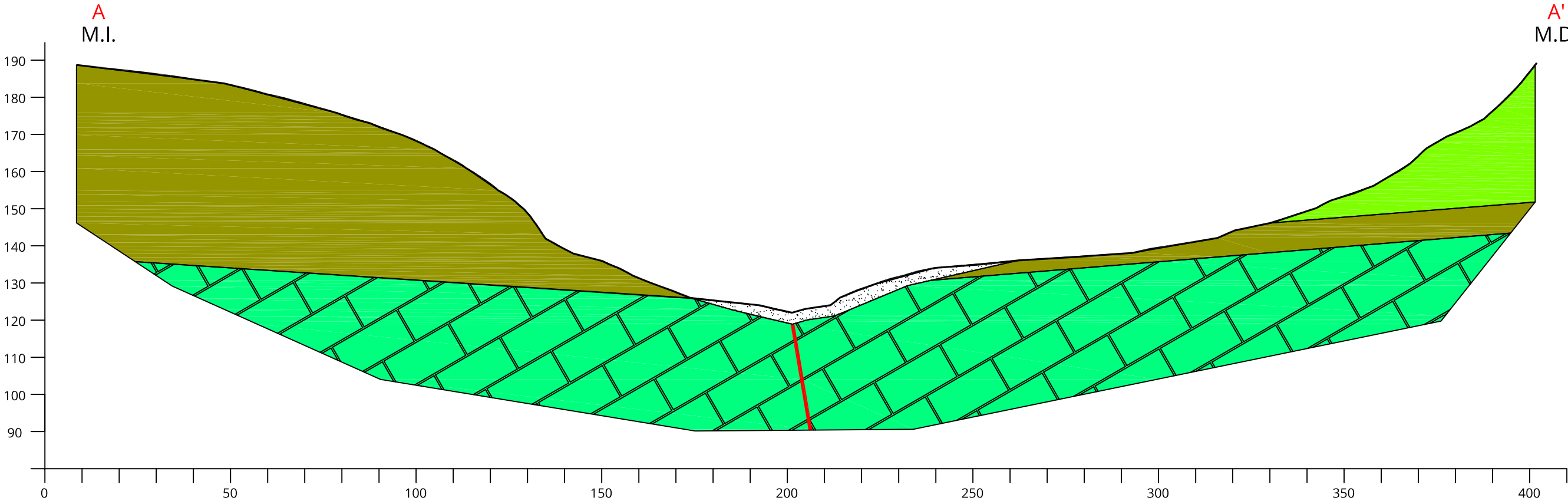
DESIGNACIÓN:

ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO
GEOLOGÍA DE LA CERRADA - SECCIÓN

Nº PLANO
3

HOJA 1 DE 1

LEYENDA	
	Caliza arrecifal con margas nodulosas
	Caliza intrabioclástica
	Caliza dolomítica
	Posible falla



Apéndice 2. Fotografías



Fotografía 1: Cerrada A, desde aguas arriba.



Fotografía 2: Cerrada B, margen izquierdo.



Fotografía 3: Cerradas B y C, margen derecho.



Fotografía 4: Cerrada C. Estribo izquierdo y aguas abajo.



Fotografía 5: Cerrada C. Zona del cauce.



Fotografía 6: Vaso del embalse.



Fotografía 7: Túnel en el estribo derecho de la Cerrada A.



Fotografía 8: Presa de Isbert, en la cola del Embalse.



Fotografía 9: Unidad CS: Calizas, margen derecho.



Fotografía 10: Unidad TM: Margas aflorantes en el cauce.



Fotografía 11: Unidad QA: Aluvial en el cauce del río Girona.



Fotografía 12: Unidad Qcd: Depósitos de ladera.