

ANEXO 4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	38
2.	ESTUDIO GEOLÓGICO.....	38
2.1.	METODOLOGÍA.....	38
2.2.	ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL.....	38
2.2.1.	GEOLOGÍA GENERAL.....	38
2.2.2.	ESTRATIGRAFÍA.....	39
2.2.3.	GEOMORFOLOGÍA GLOBAL.....	40
3.	TECTÓNICA Y SISMICIDAD.....	40
3.1.	TECTÓNICA.....	40
3.2.	SISMICIDAD.....	41
4.	PROCESOS SOBRE EL TERRENO, RIESGOS:.....	41
4.1.	INESTABILIDAD DE LAS LADERAS.....	41
4.2.	PROCESOS EROSIVOS.....	42
5.	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.....	42
5.1.	INFORMACIÓN DE SONDEOS PRÓXIMOS EN LADERA.....	42
5.2.	INFORMACIÓN DE REVISIÓN VISUAL.....	43
6.	BIBLIOGRAFIA:.....	43

ANEXO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

1. INTRODUCCIÓN.

El propósito de este anejo es exponer los aspectos básicos geológicos y geotécnicos que posibiliten y encuadren la actuación prevista en la Cala Tangó, se siguen pues las “Recomendaciones Geotécnicas para el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias” ROM de Puertos del estado. Este conocimiento es preciso para las actuaciones tanto en lo relativo al desarrollo de la obra, y que por tanto tendría una duración temporal asociada a la obra (ej acopios, instalaciones...), como permanentes tras la actuación

2. ESTUDIO GEOLÓGICO

2.1. METODOLOGÍA

Para el logro de estos objetivos se realiza en primer lugar el estudio geológico general de la zona. Se ha utilizado para ello, como una referencia esencial, la hoja 823 del mapa Geológico de España publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), escala 1: 50000. En base al mismo se ha realizado el estudio general de la zona, utilizando la cartografía MAGMA y completado por estudios bibliográficos de la zona.

En una segunda etapa a partir de esta geología se ha realizado un análisis geotécnico preliminar, limitado por el carácter académico de este trabajo, que impide en la práctica proceder a la realización de estudios experimentales y sondeos prescritos por la norma. No obstante, lo dicho se ha podido aprovechar alguna publicación técnica que ha realizado estudios de detalle en las proximidades. En todo caso el estudio es suficientemente completo como para disponer de información práctica para el desarrollo de las actuaciones

2.2. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

El área de estudio se sitúa en la zona de brusco cambio entre las llanuras del Golfo de Valencia y las zonas acantiladas del Norte de Alicante. El Montgó con 753 m marca en sentido NS, el paisaje montañoso calcáreo que se vuelca al Mediterráneo. La acción persistente de la erosión marina y la tectónica siempre presente han conformado un entorno geológico complejo y singular de gran variedad morfológica.

2.2.1. GEOLOGÍA GENERAL

El municipio de Jávea se cartografía en las hojas 823 y 824 del mapa del IGME. En la primera de ellas se centra nuestro interés. El territorio representado se encuadra en extremo oriental de las Cordilleras Béticas. Dentro de este gran cinturón de deformación alpina, está situado en la zona más externa o zona Prebética, que se extiende desde el nacimiento del Guadalquivir hasta el Cabo La Nao y emerge en las Baleares, con excepción de Menorca.

- Los caracteres generales de la zona Prebética y, por tanto, del área estudiada, son:

- Sedimentación del Mesozoico desde el Jurásico en facies de poca profundidad y representantes de un área inestable próxima al continente. con el consiguiente cambio brusca de facies que alcanza varias Isócronas;
- Sedimentación marina del Terciario Inferior hasta el Mioceno Medio sobre un relieve ya estructurado;
- Deformación finicretácica a mioceno superior con estilo de cobertera.

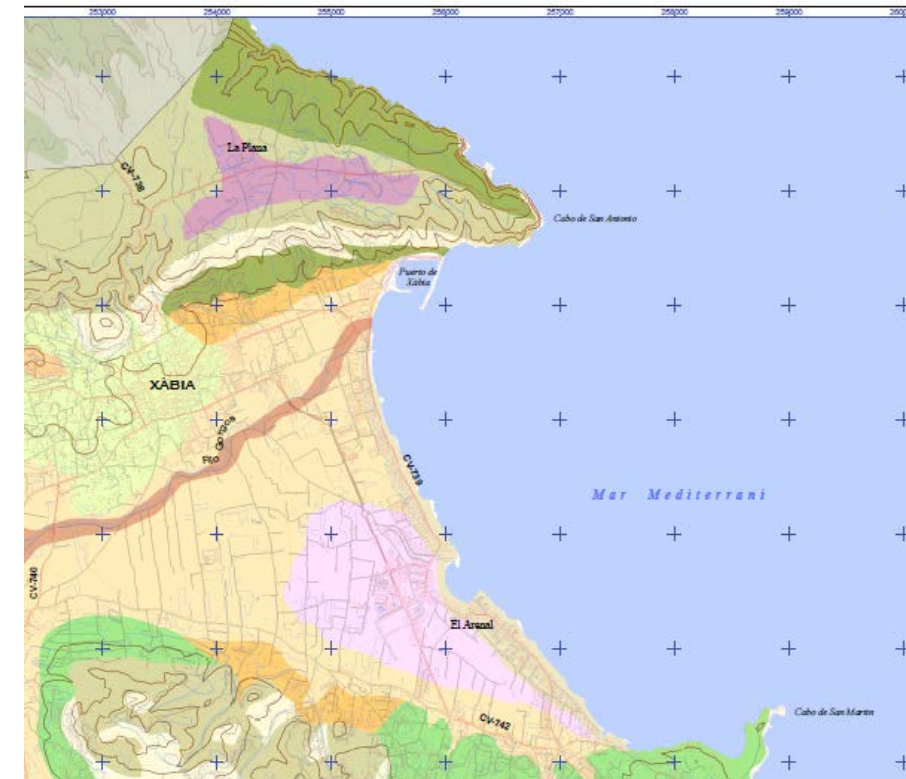


Figura 1: Litología 1:40.000 PGOU Jávea.

- Interferencia de un importante proceso de diapirismo que complica el plegamiento, además de un despegue entre el tegumento triásico y la cobertera jurásico-cretácica a nivel de los materiales evaporíticos del Keuper, con el consiguiente afloramiento de estas evaporitas en posición tectónica anómala.
- Por último, vergencia hacia la masa ibérica de los pliegues prebéticos con inicio de apilamiento a favor de niveles de despegue incompetentes. Todas estas características definen esta área como una zona externa de un cinturón de deformación construida sobre un zócalo próximo y con estructuras de relieve impuestas a materiales preorogénicos (Mesozoico) y procedentes de la destrucción de los primeros relieves creados por la propia deformación (Terciario Superior).

ANEXO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO



Figura 2: Leyenda de la litología.

2.2.2. ESTRATIGRAFÍA

En el área de Jávea afloran rocas de la cobertera prebética desde el Cretácico Inferior- Albiense hasta el Mioceno Medio, y sobre ellos discordantes algunos depósitos de edad probable Mioceno Superior y depósitos cuaternarios de gran desarrollo que constituyen una cobertera moderna del edificio Prebético. En la zona de estudio aparecen niveles del Terciario y cuaternario. Los afloramientos terciarios ocupan una gran extensión bordeando los macizos cretácicos.



Figura 3: El Montgó desde el mar. Calizas del Cretácico

- En el área del cabo de San Antonio encontramos distintos tipos de materiales:

El cretácico inferior aflora únicamente en la base de los escarpes de la alineación del Cabo de San Antonio. Se trata de Albiense, en el cual se han distinguido los siguientes tramos:

Tramo superior de calcarenitas y calcarenita bioclástica con pellets, compuesto por calizas arenosas de tonos rojizos con abundante fauna (restos de Moluscos, Equinodermos; Miliólidos, Gasterópodos y Briozoos) y algunos niveles subordinados de margas. La potencia es de unos 50 m.

Tramo inferior de margas y calcarenitas arcillosas de tonos ocre bastante compactados, con fauna de Miliólidos, Textuláridos, Ophtalmídidos, etc. La potencia aproximada es de unos 35 m.

El **cretácico Superior** en el Cabo De San Antonio se encuentra en la sedimentación senomaniense que se compone de micritas biclásticas y calcarenitas biclásticas con pellets, aflorantes en el techo de la serie cretácica.

En el sinclinal del Cabo de San Antonio (Montgó) la serie se compone de 100 m de calcarenitas bioclásticas con pellets que forman el plano de arrasamiento superior. Estas calcarenitas contienen restos de Equinodermos; Gumbelinas, Textuláridos, etc.

En cuanto al **Terciario**, los afloramientos ocupan una gran extensión bordeando los macizos cretácicos.

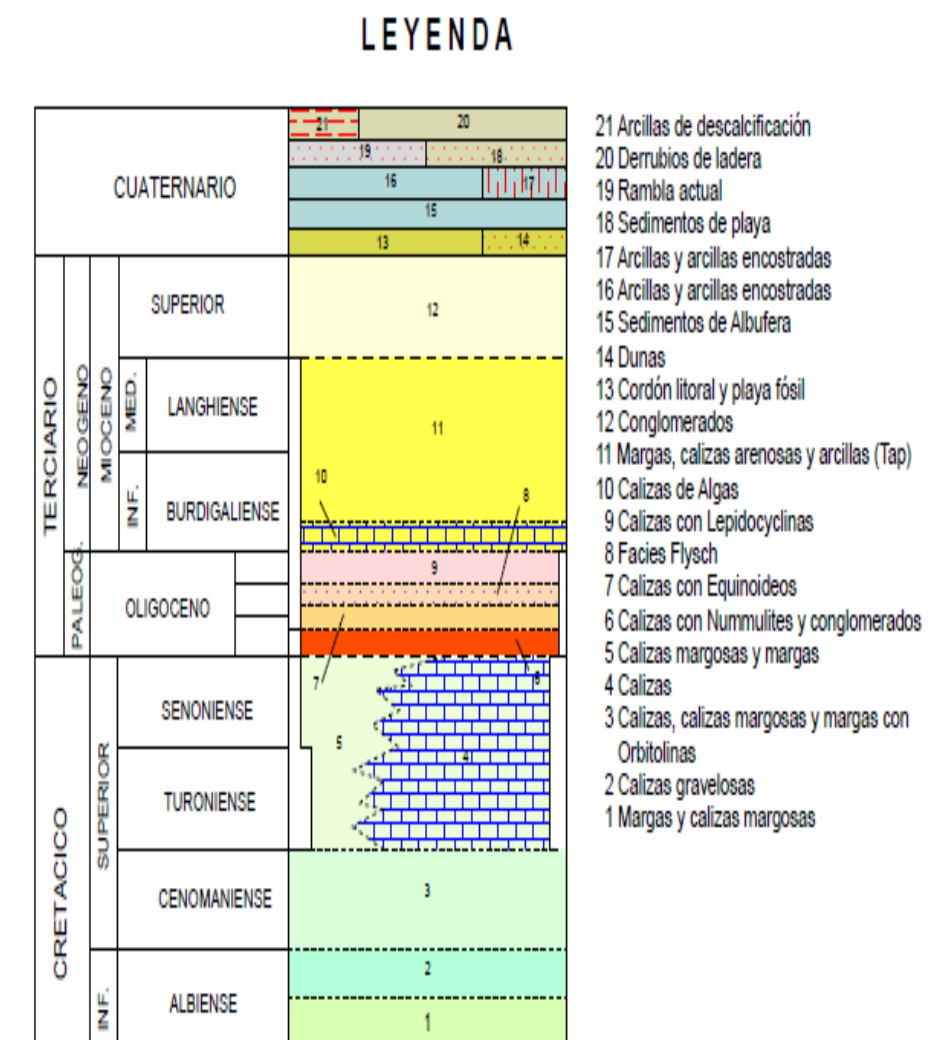


Figura 4: Leyenda de la estratigrafía.

ANEXO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

Desde el punto de vista estructural y estratigráfico existen dos unidades claramente diferenciadas: por una parte, el Paleógeno, con facies calcáreas y margosas, íntimamente unido a las estructuras cretácicas, y por otra parte, el Neógeno discordante, formando un estilo estructural propio y compuesto principalmente por facies margosas conocidas en la comunidad valenciana con el nombre de Tap.

Los materiales cuaternarios afloran en un pequeño triángulo abierto hacia el mar en la depresión de Jávea. No se encuentran significativa mente presentes en el área de la Cala.



Figura 5: Carta de la estratigrafía.



Figura 7: Carta geomorfológica.

Los sedimentos no consolidados ligeros son precisamente los materiales que han sufrido los desplazamientos por los procesos de degradación que han hecho desaparecer gran parte de la superficie de la cala la de la cala.

La vegetación de alta densidad es precisamente lapradera de posidonian

3. TECTÓNICA Y SISMICIDAD

3.1. TECTÓNICA

Dentro de las alineaciones prebélicas, las estructuras de plegamiento de la Hoja de Jávea pueden considerarse como de gran sencillez, únicamente trastocadas y complicadas por una intensa deformación de fractura cuya actividad se ha debido continuar hasta los tiempos actuales.

Dentro del territorio de la Hoja se distinguen cinco ejes de estructuras mayores con orientación general ENE-OSO, según la trama regional. De S. a N. estas grandes estructuras son las siguientes:

a.- Anticlinal de La Granadella, que muestra una clara vergencia al N. con el flanco subvertical a vertical y buzamientos muy tendidos en el flanco, que tras una fractura de gravedad se sumerge en el Mediterráneo. El extremo más oriental aparece truncado por un sistema de fallas de desgarre cuya actividad ha podido ser en varias fases.

b.- Sinclinal de Benisa. Representa una estructura articulada con el anticlinal anterior relleno de materiales miocenos de facies Tap, discordantes e involucradas en el apretamiento de las estructuras. La geometría de las capas más deformadas debe ser similar a la del anticlinal de La Granadella.

c.- Anticlinal de El Tosalet. Esta estructura no es sino la terminación periclinal de un gran anticlinal que se continúa en dirección O. hacia la localidad de Lliber (núcleo Cretácico Inferior). En El Tosalet el núcleo es Senoniense Superior, emergiendo sobre materiales miocenos que terminan recubriéndolo hacia el E. Una fractura transversal desgaja este núcleo de El Tosalet del resto del gran anticlinal.

d.- Sinclinal de Jávea. Esta estructura aparece enmascarada por los depósitos miocenos y cuaternarios. Su geometría es difícil de determinar, pues las capas superiores miocenas no dibujan en los núcleos sinclinales el tipo de deformación de los materiales inferiores.

2.2.3. GEOMORFOLOGÍA GLOBAL

Si se recurre a los mapas geomorfológicos del Ministerio de Agricultura Pesca y Medio Ambiente la zona presentaría

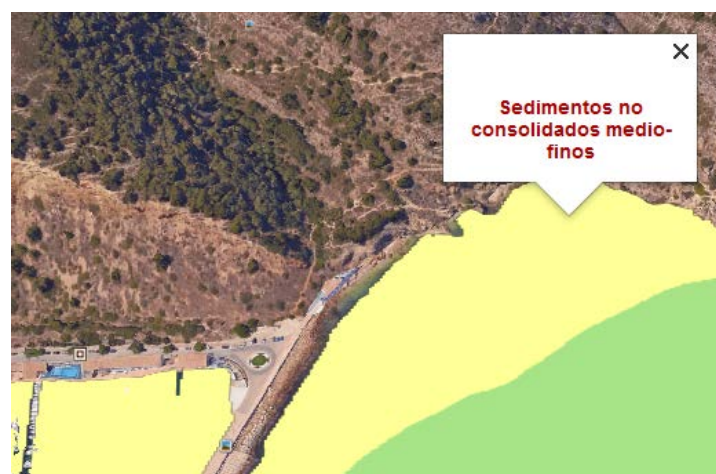


Figura 6: Carta geomorfológica.

ANEXO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

e.- Sinclinal de la Plana de San Antonio. Representa una estructura sinclinal fallada con núcleo Cretácico Superior. En este caso el relieve está formado por un sinclinal. La geometría de este sinclinal, a pesar de las fracturas, parece indicar un pliegue muy suave, construido sobre un flanco muy tendido de otra estructura mayor.

Todas las estructuras anteriores constituyen la trama de plegamiento, a la que se superpone un sistema de fracturación relativamente intenso, en ocasiones con expresión morfológica muy importante.

En cuanto a la edad de las deformaciones, es preciso constatar algunos puntos: a) El Oligoceno parece depositarse sobre un relieve subaéreo senoniense. b) Los materiales oligocenos están involucrados plenamente en las estructuras. c) Los materiales del

Mioceno Inferior y Medio aparecen discordantes y mucho menos deformados, y d) El Mioceno Superior es claramente discordante y no muestra deformación. Estos hechos inducen a pensar en una deformación finicretácica, y en un segundo impulso al final del Mioceno Medio, deformándose en menor grado los materiales incompetentes de facies Tap que ocupaban las depresiones del relieve estructural anterior. Este acortamiento final produce la vergencia observada y la compensación de las fallas normales. La actuación de los «decrochements» refleja la respuesta del zócalo petriásico al acortamiento. La actividad de las fracturas parece continuar en la actualidad con desnivelación de los materiales cuaternarios.

En el Cabo de San junto la costa acantilada del cabo se extiende hacia el macizo el rellano de Les PlanesSse ha interpretado como una superficie de erosión plio-pleistocena. Se viene interpretando como producto de la marina y su posterior elevación o en caso contrario de descenso del nivel del mar. Otras veces hay auores que les atribuyen a la erosión continental. Posteriormente han experimentado un proceso kárstico, que se perciben cerca del cabo formando dolinas, lapiaces, etc.

3.2. SISMICIDAD

Como se sabe, la SISMICIDAD: en la Comunidad Valenciana es de tipo superficial, Un mapa de la misma permite establecer zonas de mayor o menor riesgo sísmico. Al sur hay algunos alineamientos sísmicos en dirección N45W y N45E.

Las zonas de más probable sismicidad se dan en ell sur de Valencia y en la provincia de Alicante, el resto puede decirse que es prácticamente asísmicas.

El mapa referido a Alicante muestra alguna zona próxima a Xàbia y el Montgó con cierto riesgo, todo ello asociada a la falla que lo recorre.

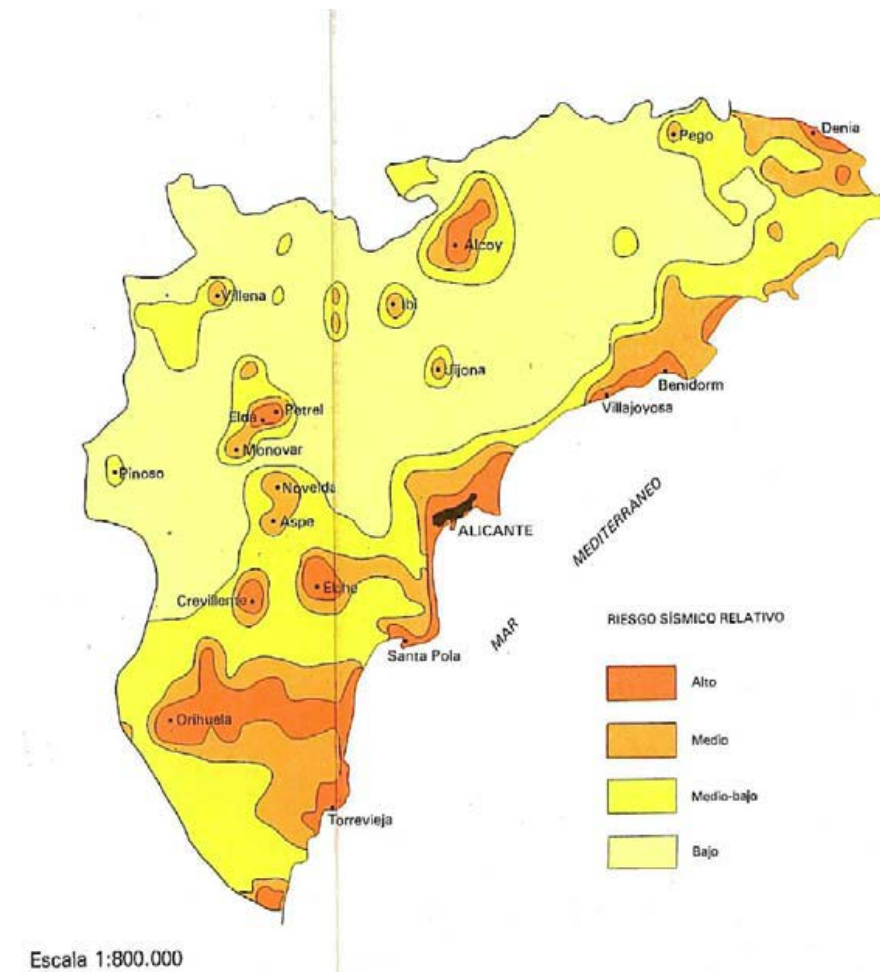


Figura 8: Mapa de riesgo de seísmos.

4. PROCESOS SOBRE EL TERRENO, RIESGOS:

4.1. INESTABILIDAD DE LAS LADERAS

Sabemos que existe **Riesgo de deslizamiento y desprendimiento** en los lugares con masas potencialmente inestables por motivos gravitatorios. El origen puede ser motivado por procesos naturales o alteraciones antrópicas. De las que en el municipio pueden darse, en ocasiones, conectado con el uso residencial extensivo del territorio en zonas sensibles. La diversidad de movimientos del terreno es amplia desde desprendimientos, a vuelcos, pandeos, deslizamientos...

El Instituto cartográfico valenciano proporciona representaciones donde combinando los factores citados, la composición litológica y estratigráfica junto con aspectos topográficos, erosivos, y factores metereológicos, determinan zonas de riesgo por deslizamiento. Todo ello conduce a zonas de diferente probabilidad para que se inicie el deslizamiento.

En el municipio de Xàbia, aparece Riesgo de Desprendimiento, por lo general en zonas costeras en las que predomina el acantilado (calcáreas, calcáreas margosas y margas), y en algunas de las zonas, al sur del municipio, que tiene una fisiografía montañosa (calcáreas y calcáreas y margas). Es por ello que precisamente en la red de calas del municipio se establece un riesgo alto del deslizamiento.

ANEXO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

El resto de las zonas que en el municipio representa algún tipo de riesgo predominan margas y calcáreas. En este caso el riesgo, se clasifica como riesgo de deslizamiento Bajo, y Medio.



Figura 9: Acantilado del cabo de San Antonio.

Las laderas y taludes próximas al área de estudio presentan estas características y su riesgo es alto. Ha sido preciso efectuar actuaciones sobre taludes inestables en el propio puerto de Jávea.

Los acantilados de las calas próximas y los de la cala de estudio han sufrido importantes desprendimientos recientes. Estos desprendimientos han estado por lo general conectados a procesos meteorológicos extremos.

4.2. PROCESOS EROSIVOS

Si bien en la mayor parte del término municipal el Riesgo de Erosión es muy Bajo o Bajo, que sube un tanto en zonas de colinas a Riesgo de Erosión Moderado, se alcanzan valores Riesgo de Erosión Actual Muy Alto en las zonas costeras con estructura de laderas muy pendientes, de formaciones margosas, sobre todo si están dominadas por terrenos arcillosos terciarios, y aquellas con coberturas próximas alteradas por incendios, obras de infraestructura, etc.

5. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

5.1. INFORMACIÓN DE SONDEOS PRÓXIMOS EN LADERA

En la zona de la cala y el puerto se sabe que se trata de materiales cretácicos del Albiense. Margas y calizas cretácicas en el puerto y muy próxima aparece una transición hacia otra zona de calizas gravelosas en la cala. Se dispone de sondeos relativos a las laderas del puerto que han sido estudiadas con ocasión de la estabilización del talud sobre el mismo.

El Talud está situado sobre el puerto y en su parte superior se sitúa una carretera de urbanización. fue estudiado a raíz de su inestabilización por desprendimientos en ocasión de precipitaciones intensas en 2010. No siendo exactamente de la misma composición, sí que se pueden establecer, no obstante, por su gran parentesco algunas indicaciones acerca de la estructura en nuestra cala.

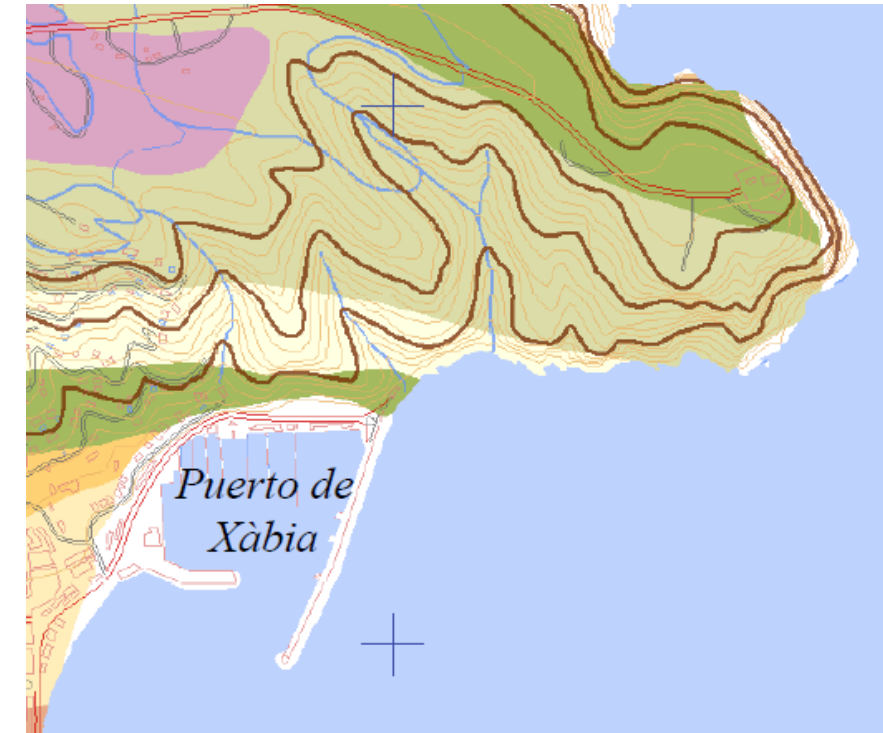


Figura 10: Mapa de los taludes de la zona.

Según señalan en su intervención sobre el talud del puerto (Izquierdo, F, Ibarra, V. y Cánovas, M. (2013) En el entorno de la inestabilidad, afloran materiales cuaternarios constituidos por depósitos de ladera, dispuestos en contacto erosivo sobre materiales carbonatados cretácicos albienses.

Para la caracterización geotécnica, llevaron a cabo distintas iniciativas incluyendo la perforación de seis sondeos a rotación con extracción continua de testigo, uno de ellos horizontal y otro inclinado 45° respecto a la horizontal, alcanzándose profundidades comprendidas entre 13'80 y 20'00 m.

En la tabla que sigue observamos un resumen de las características de los materiales en la playa seca:

	1983	2006	2012	2014
D50, peso (mm)	1.013	-	59.503	46.393
D50, media arit (mm)	0.767	-	55.819	44.872
C (mm)	1.499	-	99.015	98.993
Q1 (mm)	0.764	-	76.844	73.246
Q3 (mm)	0.764	-	39.533	27.984
D10 (mm)	1.410	-	90.148	89.932
D90 (mm)	0.615	-	25.799	15.639
C16 (mm)	0.679	-	84.238	83.891
C84 (mm)	0.753	-	31.293	21.128
C30 (mm)	0.679	-	66.767	56.043
C60 (mm)	0.753	-	43.575	31.253
Med. Imman (mm)	0.716	-	57.765	52.510
Desv. D	0.248	-	18.656	22.631
Sorting	1.285	-	1.394	1.618
Skewness	1.637	-	0.910	0.743
Kurtosis	0.313	-	0.290	0.305
Unif. Cu	0.433	-	2.588	3.584

Tabla 1: Parámetros texturales de la playa seca.

ANEXO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

- Como conclusiones determinaron las siguientes:

Los depósitos de ladera están conformados en su base por una litología de gravas y de cantos calizos heterométricos, envueltos en una matriz limo-arcillosa, en ocasiones algo cementadas a encostradas (QG), que se clasificaron como GM y GC. Hacia cotas altas, la litología cambia bruscamente, transformándose en limos areno-arcillosos con gravas dispersas sin cementar o con una cementación muy débil (QL). Fueron clasificados como CL. Señalan también que los contenidos en finos son inferiores al 20% en la litología QG y superiores al 85% en la QL.

Los materiales albienses se presentan como una alternancia de calizas micríticas de color crema, margocalizas y margas grises-verdosas, dispuestas en paquetes decimétricos a métricos, con orientación representativa 090º/25º-30º y afectada por dos familias de juntas subverticales.

5.2. INFORMACIÓN DE REVISIÓN VISUAL

Se ha efectuado una revisión visual que y se establece comparación con las composiciones de playas próximas:



Figura 11: Foto de la cala.

En los documentos informativos del PGOU de Xàbia se la define: como playa semiurbana con una longitud de 120 metros y una anchura aproximada de 12 metros, es de canto rodado y arena muy gruesa.

En la foto se observa la presencia de gravas, de tamaño media, pero ello que contrasta con la situación descrita, más propia de los años 60. Se ha perdido esa cobertura de arena.

Más al sur se encuentra la playa de la grava:

Denominación de la Playa: Playa de la Grava	
 Datos base de la playa	Superficie total playa: .83Ha
	Perímetro: 1138.85 m
	Longitud: 528.90 m
	Anchura media: 15.75 m
	Anchura máxima: 31.89m
Croquis contorno	Anchura mínima: 7.03m
Características morfología de la playa	Pendiente media: 3.99 %
	Tipo de playa: En difracción
	Tipo de sedimento: Gravas muy finas
	D ₅₀ : 3.02 mm
	Color arena: Grisacea
Ajuste Dean: .31	

Figura 12: Características de la playa de la Grava.

Denominación de la Playa: Playa Montañar	
 Datos base de la playa	Superficie total playa: 3.99Ha
	Perímetro: 2050.61 m
	Longitud: 856.46 m
	Anchura media: 46.31 m
	Anchura máxima: 88.70m
Croquis contorno	Anchura mínima: 15.64m
Características morfología de la playa	Pendiente media: 4.23 %
	Tipo de playa: Abierta, perfil apoyado en laja
	Tipo de sedimento: Arenas muy gruesas
	D ₅₀ : 1.37 mm
	Color arena: Grisacea

Figura 13: Características de la playa de la Montañar.

Denominación de la Playa: Playa del Arenal	
 Datos base de la playa	Superficie total playa: 3.90Ha
	Perímetro: 1311.96 m
	Longitud: 519.70 m
	Anchura media: 67.45 m
	Anchura máxima: 131.69m
Croquis contorno	Anchura mínima: 10.50m
Características morfología de la playa	Pendiente media: 1.49 %
	Tipo de playa: Encajada
	Tipo de sedimento: Arenas Medias
	D ₅₀ : 0.22 mm
	Color arena: Grisacea

Figura 14: Características de la playa de la Arenal.

Se observa como a medida que nos desplazamos hacia el sur disminuye las gravas incrementándola fracción arenosa y, por otra parte, el tamaño medio disminuye.

6. BIBLIOGRAFIA:

- Documento Consultivo Al Plan General de XÀBIA (2010)[http://www.chj.es/es-es/ciudadano/consultapublica/Paginas/PlandirectordefensaavenidasMarinaAlta\(Alicante\).aspx](http://www.chj.es/es-es/ciudadano/consultapublica/Paginas/PlandirectordefensaavenidasMarinaAlta(Alicante).aspx).
- Estévez, A., Vera, J.A. , Alfaro, P.), Andreu, J.M, Tent-Manclús, J.E. y Yébenes, A. (2004.) Geología de la provincia de Alicante Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (12.1)
- IGME Mapa Geológico de España. Hoja 823 (1982) 2ª Edición, Madrid.
- IGME. Cartografía. Consulta telemática (24 mayo 2017) <http://www.igme.es/internet/cartografia>
- Institut Cartogràfic Valencià Servidor de cartografía <http://www.icv.gva.es/va/inicio> Consulta telemática (20-5-2017) http://terrasit.gva.es/ver?wmsurl=http://mapas.igme.es/gis/services/Cartografia_Geologica/IGME_GeologicoAlicante_200/MapServer/WMSServer



ANEXO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

- Izquierdo , F. , Ibarra , V. y Cánovas, M. (2013) Corrección de un talud inestable en el puerto de Jávea (Alicante). VIII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Palma de Mallorca, pp 1033- 1043.
- Ministerio de Medio Ambiente. Costas y medio marino.
Ecocart Consulta telemática (24 mayo 2017)
<http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-alicante.aspx>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente. (2013),Plan director de defensa de las avenidas Comarca Marina alta. Apéndice 3. Estudio Geomorfológico.
- PLAN GENERAL ORDENACIÓN URBANA DE XÀBIA (texto refundido 2013)
Consulta telemática (14-mayo 2017) en: <http://www.ajxabia.com/ver/1240/urbanismo.html>.
- Aragonés, L (2015) Tesis doctoral: Procesos litorales en el área de Alicante y Valencia.