

Estudio de mejora de la seguridad vial en la conexión de la A-31 con la CV-656
TM. de Caudete (Albacete) y Villena (Alicante)



ANEJO Nº 3

GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA





ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
3. ESTRATIGRAFÍA
4. HIDROGEOLOGÍA
5. CLASIFICACIÓN DEL SUELO
6. CLASIFICACION EXPLANADA
7. CONCLUSIONES

APÉNDICE 1. Hoja número. 819 (27-32) del mapa geológico y minero de España

APÉNDICE 2. Hoja número. 63 (7-8) del mapa geotécnico general del ministerio de industria

APÉNDICE 3. Mapa litográfico Onteniente (14-16) del ministerio de industria



1. INTRODUCCIÓN

Este anejo proporciona las características y la información necesaria del terreno donde se va realizar el estudio. De modo que permita comprobar la viabilidad de la actuación y se determinen los métodos de excavación del suelo y la formación de taludes, condicionado por las propiedades intrínsecas del terreno. La información recopilada se fundamenta en documentos y estudios realizados en la zona.

-Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000, hoja número. 819 (27-32) Caudete, publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

-Memoria realizada por INTECSA (Internacional de Ingeniería y Estudios Técnicos S.A) con normas, dirección y supervisión del IGME.

-Mapa de rocas industriales a escala 1:200.000 Albacete -Onteniente, hoja y memoria 63 7/8 (IGME)

-Aproximación a la Geología Caudetana por F. Javier Suárez Marín con la colaboración de María Martínez Conejero

Para mayor exactitud es recomendable un estudio geotécnico en la zona de actuación, pero al tratarse de un trabajo académico y por falta de recursos técnicos y económicos se ha descartado tal opción.

2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Geológicamente se emplaza en el borde septentrional del dominio Prebético Externo y afloran sedimentos mesozoicos, terciarios y cuaternarios. El mesozoico está representado por depósitos calcáreos del Jurásico terminal, por un Cretácico Inferior calcáreo y detrítico y un Cretácico Superior, generalmente dolomítico, parcialmente certificado hacia el techo y que termina en un tramo calcáreo.

En cuanto a la escala temporal geológica, se puede observar que coincide con el periodo Cuaternario y época Holoceno, apreciándose en gris bajo la siguiente nomenclatura [Q1-2Al] lo que viene siendo depósitos aluviales, constituido por materiales sueltos, carbonatados, arenas y arcillas. El espesor es pequeño, no llegando a sobrepasar potencias de más de 1 metro.

Se emplazan en los distintos barrancos distribuidos por toda la hoja y en depresiones por acumulación de los depósitos erosionados, formando glaciares de acumulación y llanuras de inundación.

Las inmediaciones de la zona se caracterizan por pertenecer al periodo Neógeno, época Mioceno y edad Serravaliente con el predominio de margas (Qm), calizas (Qc), arcillas (Cr) y areniscas (Da).



Descripción detallada en el mapa geológico escala 1:50000 del IGME en la hoja de Caudete e incluido en el apéndice 1.

3. ESTRATIGRAFÍA

Únicamente encontramos rocas y depósitos sedimentarios, que abarcan desde la Era Mesozoica hasta el Cuaternario.

Era Mesozoica

Los depósitos más antiguos que afloran en Caudete corresponde al Jurásico, concretamente al Kimmeridgiense, lo que representa una antigüedad de unos 157 millones de años. Se trata de rocas calizas, dolomías y margas que se puede observar en la Sierra Oliva (Santa Bárbara), al norte de la población.

También aparecen materiales cretácicos. Se trata de calizas, margas y arenas, que se pueden observar en la Sierra Alácer, Sierra Oliva, Cabezo del Rosario y Sierra del Cuchillo.

Era Cenozoica

A esta era corresponden arcillas, areniscas, calizas, margas y brechas. Los ambientes de depósito son tanto continental como marino.

Los sedimentos pliocuaternarios y cuaternarios estrictos, aun tratándose de depósitos de poca potencia ocupan una gran superficie del término municipal. [IMG doc. amigos histo caud]

En la sierra Alácer predominan los materiales mucho más consistentes, con un color rojizo que se observan en los cauces de las ramblas.

4. TECTÓNICA

En lo relativo a la tectónica, destaca la *falla de Fuente la Higuera*. Cuenta con más de 30 km de longitud, que recorre de NE a SO la hoja de Caudete y se prolonga en las hojas limítrofes. Corresponde a una falla inversa que se produce como respuesta a los empujes de la orogenia Alpina.

La falla discurre de forma paralela a la Sierra del Cuchillo por su norte, continua su recorrido entre la Sierra Oliva y el Cabezo del Rosario y termina por abandonar el término de Caudete por el paraje denominado El Agua Verde.

La porción de la superficie terrestre representada en la hoja geológica de Caudete ha sufrido una serie de etapas de deformación compresivas ligadas a la orogenia Alpina y la formación de los Sistemas Béticos. Durante estas etapas, que comenzaron a partir del Cretácico Superior, se formaron pliegues, fallas inversas y de desgarre, cabalgamientos etc.



Entre dichas etapas compresivas se dieron etapas distensivas en las que se produjeron fallas normales y reajustes a favor de la gravedad.

La última fase de deformación, siempre según la memoria del mapa geológico, es de edad postmiocena (El Mioceno acabó hace 5,3 millones de años) y produjo una serie de fracturas de gravedad que modificaron las estructuras formadas con anterioridad y que configuran la morfología actual.

La existencia de frecuentes seísmos en la región hace pensar que el reajuste estructural definitivo todavía no se ha alcanzado.

5. HIDROGEOLOGÍA

La pluviometría media anual en Caudete está alrededor de los 400 mm (400 litros por medio cuadrado), lo que se corresponde con un clima semiárido, concretamente mediterráneo seco.

La red superficial de drenajes se reduce a ramblas que solo llevan caudal cuando las lluvias tienen suficiente intensidad para ello, es decir, escasos días al año.

El abastecimiento para consumo humano, riego e industria se consigue gracias a las aguas subterráneas.

A pesar de la inexistencia de caudales de agua permanentes, el agua es el principal agente modelador del relieve en la zona tras el ser humano. Las aguas salvajes, las aguas de arroyada y torrentes, erosionan, transportan y depositan los fragmentos minerales en la medida de sus posibilidades, originando ramblas de fondo plano, con su característica mezcla de fragmentos minerales de granulometrías dispares, desde limos hasta cantos, cárcavas, depósitos de piedemonte, etc.

6. CLASIFICACION DEL SUELO

La completa definición de la explanada depende de las características intrínsecas del terreno. Para ello es necesario determinar el tipo de suelo, clasificándose como:

- Suelos Seleccionados
- Suelos Adecuados
- Suelos Tolerables
- Suelos Marginales
- Suelos Inadecuados



ANEJO Nº: 3 GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

Para su elección hay que recurrir al artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) que exige una serie de requisitos para determinar el tipo de suelo.

CARACTERÍSTICAS	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES	SUELOS MARGINALES
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA (ADEMÁS DE # 20 > 70% o bien # 0,080 > 35%)	$D_{max} \leq 100 \text{ mm}$ $\# 0,40 \leq 15 \%$ <div>o bien # 2 < 80% # 0,40 < 75% # 0,080 < 25 %</div> +	$D_{max} \leq 100 \text{ mm}$ $\# 2 < 80\%$ $\# 0,080 < 35 \%$	—	—
PLASTICIDAD	$LL < 30$, $IP < 10$	$LL < 40$ si $LL > 30$, $IP > 4$	$LL < 65$ si $LL > 40$, $IP > 0,73 (LL-20)$	si $LL > 90$, $IP < 0,73 (LL-20)$
CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA	$MO < 0,2 \%$	$MO < 1 \%$	$MO < 2 \%$	$MO < 5 \%$ ESTUDIO ESPECIAL si $H_T > 5 \text{ m}$
CONTENIDO EN SALES SOLUBLES EN AGUA, YESO INCLUIDO	$SS < 0,2 \%$	$SS < 0,2 \%$	$YESO < 5\%$ $^{\circ}\text{RESTO } SS < 1 \%$	$YESO < 20\%$ ESTUDIO ESPECIAL
ASIENTO EN ENSAYO DE COLAPSO	—	—	$< 1\%$	ESTUDIO ESPECIAL
HINCHAMIENTO EN EXPANSIÓN LIBRE	—	—	$< 3\%$	$< 5\%$

Figura 1 – Clasificación de los materiales para terraplenes segundo el PG-3

Los resultados de los ensayos de laboratorio se han tomado los obtenidos del proyecto “Autovía A-33 Cieza-La Font de la Figuera” tramo A-31-A35 (La Font de la Figuera) dentro del anejo estudio Geotécnico del Corredor, facilitado por el tutor.

Por cercanía se han elegido las calicatas y sondeos siguientes:

Calicata	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Unidad Geotécnica	GRANULOMETRIA					Limites Atterberg		Mat. Org. (%)	Índice Colapso (%)	Hincham. Libre (%)
				40	10	2	0,4	0,08	LL	IP			
C-G4-1	2,00	3,00	Qg	95	88	82	75	56,3	31,8	15,8	0,77	0,20	2,4

Tabla resumen de resultados de laboratorio sobre muestras de calicatas para la unidad Qg



Calicata C-G4-1												
Tamiz UNE 7050	125	100	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
% pasa	100	100	100	100	95	90	90	88	85	82	75	56,31

Sondeo S-VA31-3						
Densidad seca	Densidad Max. (T/m ³)	Humedad	CBR		Proctor	
			95%	100%	Humedad óptima.	Densidad Max.
2,47 g/cm ³	2,51 g/cm ³	1,7	3,4	5,1	11,5	1,19

Sondeo S-VA31-3				
Contenido carbonatos (%)	M.O (%)	Sulfatos solubles (%)	Sales solubles (%)	Contenido yesos (%)
50,4	0,86	< 0,01	0,14	<0,01

Comprobando estos resultados se puede verificar que se trata de un suelo Tolerable, cumpliendo:

- Limite liquido inferior a sesenta y cinco
- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento (M.O < 2%)
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento (< 5 %)



- Contenido de sales solubles inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$)
- Hinchamiento en expansión libre inferior al tres por ciento ($< 3\%$)

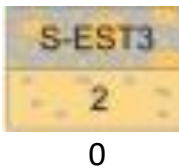

7. CLASIFICACION DE LA EXPLANADA

Previamente a la definición del firme es necesario determinar la categoría de la explanada como se especifica en la “Norma 6.1 IC Secciones de Firme” de la Instrucción de Carreteras.

Para un suelo tolerable como es nuestro caso, se admite cualquiera de las tres explanadas (E1, E2 y E3)

Del mismo modo que establece el anejo del proyecto de La Font de la Figuera se opta por una tipología de explanada E3, presentado una mayor capacidad portante.

En el mismo anejo se hace una propuesta del coste en función de la composición de la explanada:

E3	30 cm S. EST 3		30	8,26 €/m ³	2,47 €/m ²
	30 cm S. Sel 2		30	6,67 €/m ³	2,01 €/m ²
E3	30 cm S. EST 3		30	8,26 €/m ³	2,47 €/m ²
	50 cm S. Adecu.		50	5,87 €/m ³	2,93 €/m ²

Para la explanada E3 se da que la tipológica más económica es la formada a partir de suelo estabilizado tipo 3 (S-EST 3) y suelo seleccionado tipo 2 (CBR ≥ 10), con un riego de curado sobre el suelo estabilizado con el fin de impermeabilizarlo (Artículo 512-PG-3).

Los datos que hacen referencia al coste, se han obtenido del proyecto de trazado del Acceso al centro hospitalario de Huelva con fecha de Marzo de 2017 con la justificación de que los precios apenas han sufrido variación.

La formación de las explanadas depende la categoría y del tipo de suelo de la explanada o terreno subyacente.



ANEJO Nº: 3 GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

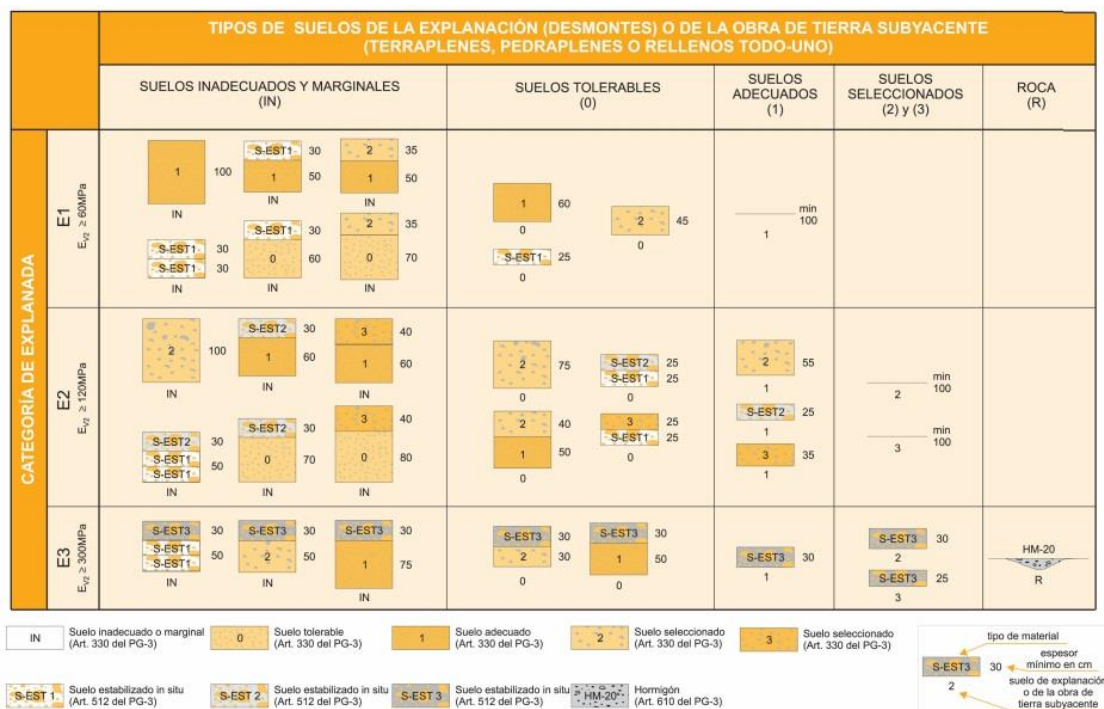


FIGURA 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Una vez definida la formación de la explanada es necesario comprobar si la estabilización del suelo es viable con el material adyacente a la obra, o si por requiere de préstamo como es el caso del suelo seleccionado que se requiere. Para ello se recurre al artículo 512 del PG-3 que proporciona las siguientes tablas:

TABLA 4. Materiales para la formación de las explanadas

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- $\text{CBR} \geq 3$ (*). - Contenido en materia orgánica $< 1\%$. - Contenido en sulfatos solubles (SO_3) $< 1\%$. - Hinchamiento libre $< 1\%$.
1	Suelo adecuado	330	- $\text{CBR} \geq 5$ (*) (**).
2	Suelo seleccionado	330	- $\text{CBR} \geq 10$ (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	- $\text{CBR} \geq 20$ (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado in situ con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

En la tabla 4 se relacionan los materiales utilizables en la formación de explanada



TABLA 512.1.1 Granulometría del suelo en las estabilizaciones con cemento

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)		
	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)		
	80	2	0,063
S-EST1 y S-EST2	100	> 20	< 50
S-EST3			< 35

TABLA 512.2.2 Composición química del suelo

CARACTERÍSTICA	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
MATERIA ORGÁNICA (MO) (% en masa)	UNE 103204	< 2	< 1	
SULTAFOS SOLUBLES (SO ₃) (% en masa)	UNE 103201	< 1		

TABLA 512.3.2 Plasticidad del suelo en las estabilizaciones con cemento

CARACTERÍSTICA	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	UNE 103103	—	≤ 40	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	UNE 103104	≤ 15		

TABLA 512.4 Especificaciones del suelo estabilizado *in situ*

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
			S-EST1	S-EST2	S-EST3
CONTENIDO DE CAL O DE CEMENTO	% en masa del suelo seco		≥ 2	≥ 3	
ÍNDICE CBR, a 7 días (*)	—	UNE 103502	≥ 6	≥ 12	
COMPRESIÓN SIMPLE, a 7 días (*)	MPa	NLT-305	—	—	≥ 1,5
DENSIDAD (Proctor modificado)	% de la densidad máxima	UNE 103501	≥ 95 (%)	≥ 97	≥ 98



Para poder estabilizar el suelo tolerable que se ha determinado previamente en la zona de la actuación es necesario cumplir todas las especificaciones anteriores. En nuestro caso no cumple el índice de plasticidad, siendo $IP=15,8$ y por tanto no cumpliendo las especificaciones de la tabla 512.3.2 *Plasticidad del suelo en las estabilizaciones con cemento*.

Partiendo de esta aclaración se deduce que la estabilización del suelo con cemento se deberá realizar con un material de préstamo que si cumpla los requisitos de las tablas anteriores. Mientras que, para el relleno de los terraplenes, lo que viene siendo el núcleo, si es posible destinar el suelo tolerable para tal uso.

En lo referido al espesor de la tierra vegetal y su excavación se recomienda un mínimo de 0,50 como refleja el proyecto de La Font de la Figuera, y que podrá reutilizarse para el ajardinamiento de la glorieta o la revegetación de los taludes. Estos últimos dispondrán de 3H:2V tanto para terraplenes como desmontes.

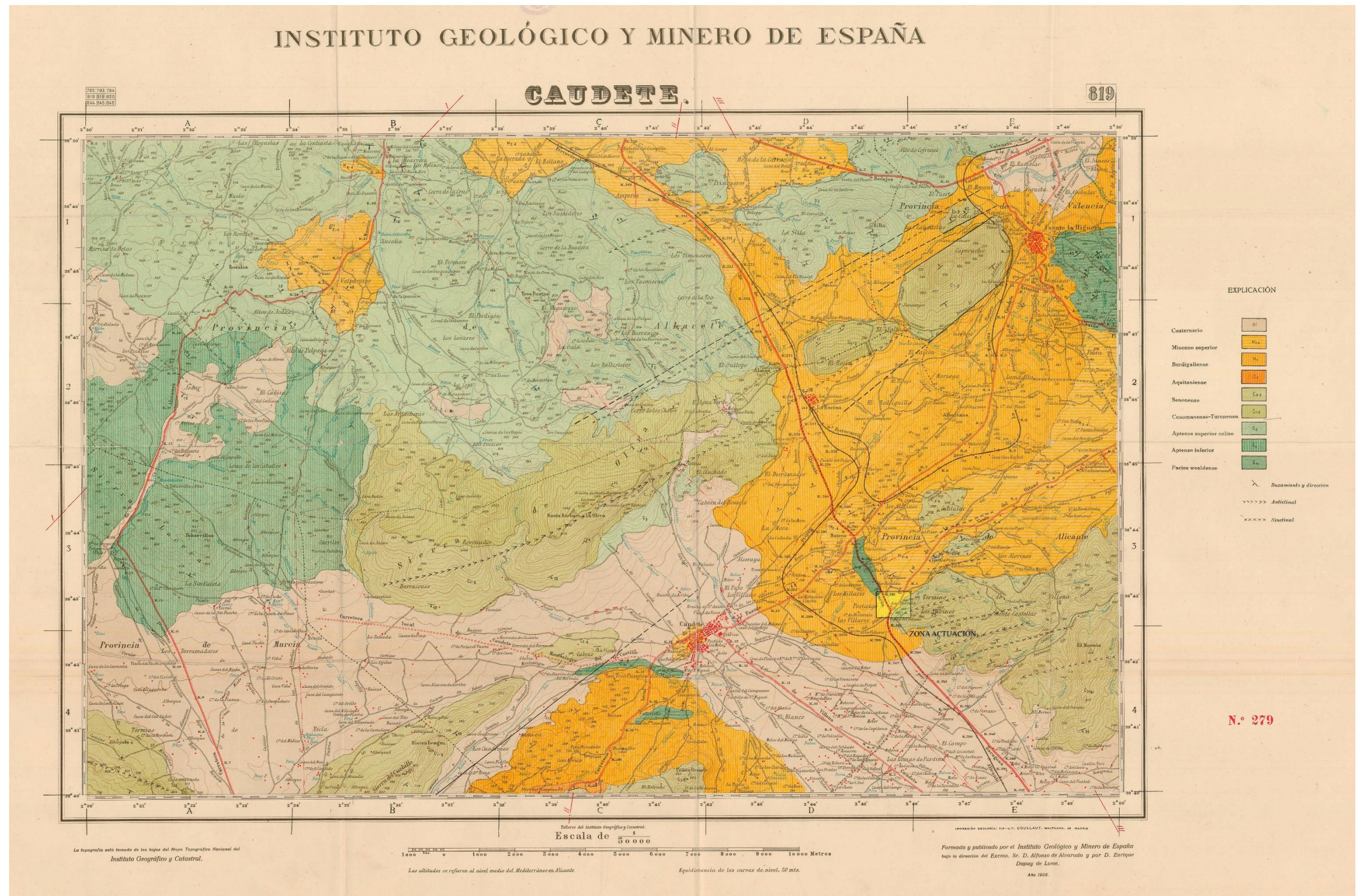
8. CONCLUSIONES

Con toda la información anterior podemos determinar lo siguiente:

- Al tratarse de un suelo tolerable la tipología de explanada será E3
- La excavación del terreno será con medios mecánicos
- La formación de taludes será 3H:2V tanto en terraplenes como en desmontes.



APÉNDICE 1. Hoja número 819 (27-32) del mapa geológico y minero de España





APÉNDICE 2. Hoja número 63 (7-8) del mapa geotécnico general del ministerio de industria

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS E
INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION

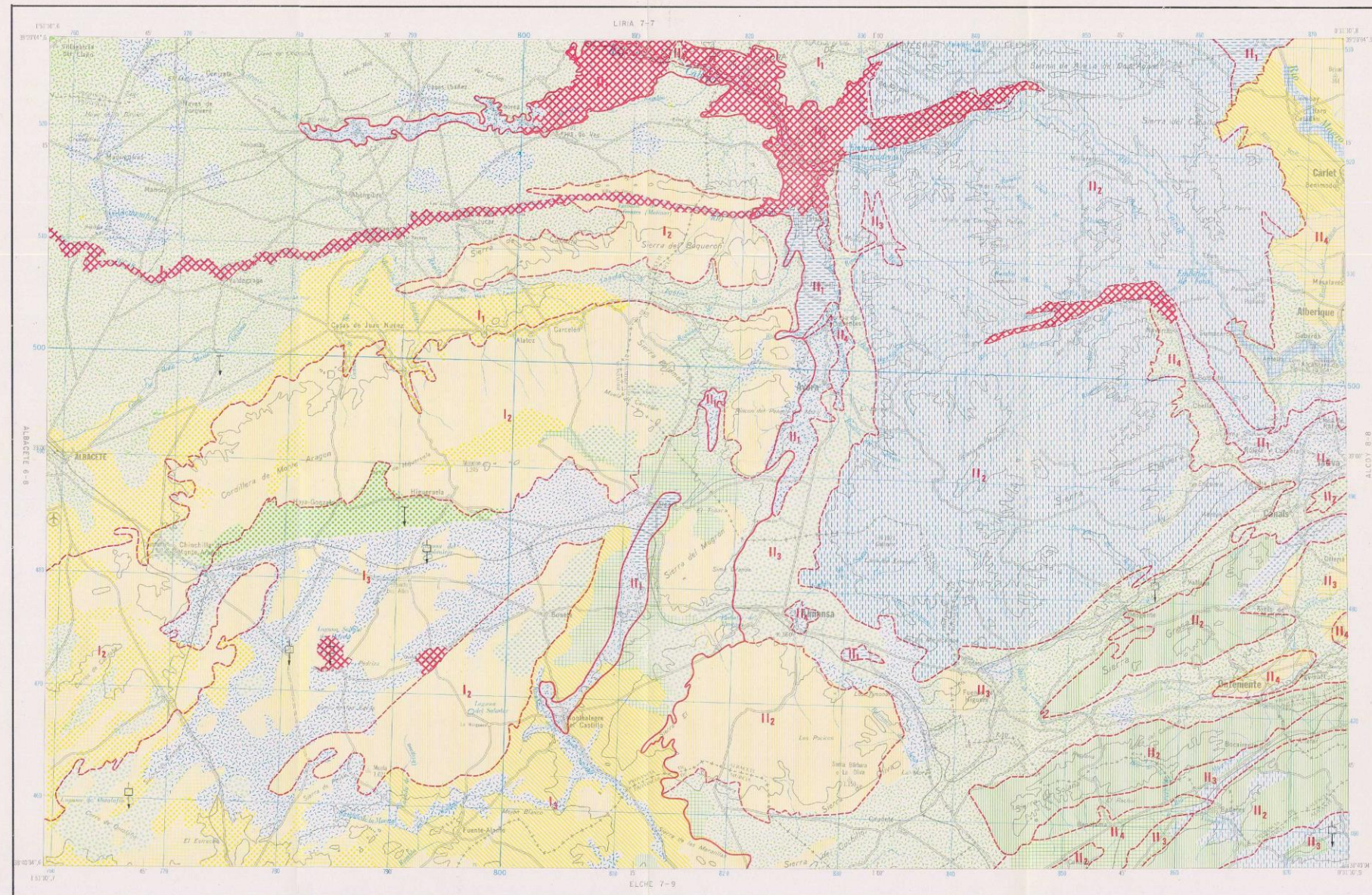


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL

MAPA DE INTERPRETACION GEOTECNICA

ONTENIENTE	7-8
	63



TOPOGRAFIA TOMADA DEL MAPA MILITAR E 1:200.000

Escala 1:200.000
1.000 m. 0 5 10 15 20 25 Km.

CRITERIOS DE CLASIFICACION

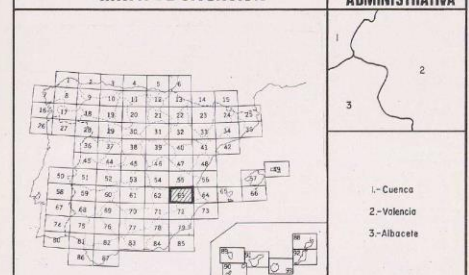
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"	PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
Muy favorables	Litológicos	Litológicos y Geomorfológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos	De capacidad de carga	
Favorables	Geomorfológicos	Litológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos	De asentamientos	
Aceptables	Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos	Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos	Geotécnicos varios	
Desfavorables	Geotécnicos	Litológicos y Geotécnicos	Hidrológicos y Geotécnicos	Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos		
Muy desfavorables						

LEYENDA

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
Problemas de tipo Litológico	Problemas de tipo Geomorfológico e Hidrológico	Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico	Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnicos
Problemas de tipo Hidrológico	Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico	Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico	Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnicos
Problemas de tipo Geotécnico	Problemas de tipo Geotécnico	Problemas de tipo Geomorfológico	Problemas de tipo Hidrológico
Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico	Problemas de tipo Geomorfológico	Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico	Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnicos

REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I	FORMAS DE RELIEVE LLANO	Area de relieve completamente llano y litología variada. Materiales arenosos con niveles casi arcillosos-margosos, calizas y costras travertínicas. Morfología completamente llana. Materiales impermeables. Drenaje aceptable por percolación, nivel freático profundo. Capacidad de carga media (de 2 a 4 Kg/cm²). Estable bajo condiciones naturales y artificiales. Asientos.
	FORMAS DE RELIEVE ACUADO	Area de relieve montañoso, materiales cretácicos y jurásicos. Litología variada, dolomías, calizas, calizas margas y arenas. Suelo muy escaso. Morfología de tipo montañoso. Permeabilidad diversa, predominando los materiales semi-permeables. Drenaje favorable por escorrentía. Capacidad de carga alta (4 Kg/cm²). Asientos inexistentes.
	FORMAS DE RELIEVE LLANO	Materiales terciarios y de varisco. Litología diversa, arenas y arcillas, calizas, margas y coqueolitas. Zonas con suelos salinos. Morfología plana en general con pequeños relieves. Permeabilidad diversa. Drenaje deficiente, nivel freático superficial en zonas localizadas. Capacidad de carga media a baja (1 a 4 Kg/cm²). Asientos importantes, agresividad de las aguas en las zonas salinas.
II	FORMAS DE RELIEVE LLANO	Albarumientos diplicados del Triásico. Yesos y arcillas yesíferas. Materiales arcillosos-margosos yesíferos o yesífero-masivos, con sustrato vegetal arcilloso potente. Morfología ondulada y con fuertes abarrancamientos. Drenaje deficiente, materiales impermeables. Capacidad de carga media a baja (1 a 4 Kg/cm²). Inestable, asentamientos, aguas agresivas.
	FORMAS DE RELIEVE ACUADO	Formaciones calizas cretácicas de dirección tectónica NW-SE. Rocas calizas sanas, con algunas intercalaciones de margas y areniscas. Morfología montañosa, con pendientes mayores del 15 por 100. Permeabilidad alta, niveles freáticos profundos, drenaje bueno. Capacidad de carga alta (4 Kg/cm²). Estable, sin asentamientos.
	FORMAS DE RELIEVE LLANO	Valles interiores de materiales heterogéneos terciarios, materiales sueltos de arenas y arcillas sobre margas medianamente compactas. Morfología ligeramente movida a causa de las fuertes abarrancadas. Permeabilidad baja, con drenaje por escorrentía, y percolación aceptable. Capacidad de carga media (2 a 4 Kg/cm²), con asentamientos rápidos. Zonas abarrancadas inestables.
	FORMAS DE RELIEVE EN PENDIENTES	Materiales recientes sueltos. Materiales sueltos de arenas y arcillas sobre margas medianamente compactas. Morfología en pendiente uniforme suave. Permeabilidad de media a baja, nivel freático profundo, drenaje superficial favorable. Capacidad de carga media (2 a 4 Kg/cm²). Sin asentamientos, zonas abarrancadas. Algun punto inestable.

MAPA DE SITUACION





APÉNDICE 3. Mapa litográfico Onteniente (14-16) del ministerio de industria

