

Anejo nº 2. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. GEOLOGÍA	3
2.1. Marco geológico	3
2.2. Tectónica	5
2.3. Estratigrafía	6
2.4. Litología	7
3. SONDEOS	8
3.1. Perfil del terreno. Descripción general.	8
3.2. Registros de sondeos	10
3.3. Ensayos realizados	12
4. NIVEL FREÁTICO	13
5. AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN	13
6. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS	13
7. RESUMEN DE RESULTADOS	14
8. DIMENSIONAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN	15
8.1. Carga de hundimiento	15
8.2. Asientos	18
BIBLIOGRAFÍA	19

1. OBJETO

El objeto del presente anejo es la obtención de la caracterización geológica y geotécnica de la zona en la cual se pretende diseñar la estructura de este trabajo. Dada la falta de información geotécnica de dicha parcela, se ha recurrido al estudio geotécnico de la parcela colindante.

Este estudio geotécnico fue realizado por la empresa "GRUPO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.L.". Los sondeos más próximos a la parcela de estudio son el Sondeo 3 y el Sondeo 4.

Con todo esto, se va a proceder a estimar las características geotécnicas necesarias y a determinar los tipos de cimentación más adecuados.

2. GEOLOGÍA

2.1. Marco geológico

La zona de estudio se encuentra en la hoja nº 666 a escala 1:50.000 del IGME (Chelva). Se sitúa en un conjunto de depósitos cuaternarios muy poco desarrollados debido a depósitos aluviales en el valle del río Tuéjar. Los materiales predominantes son limos y arenas situados en llanuras de inundación del río así como limos, arenas y cantos en las terrazas asociadas a este valle fluvial.

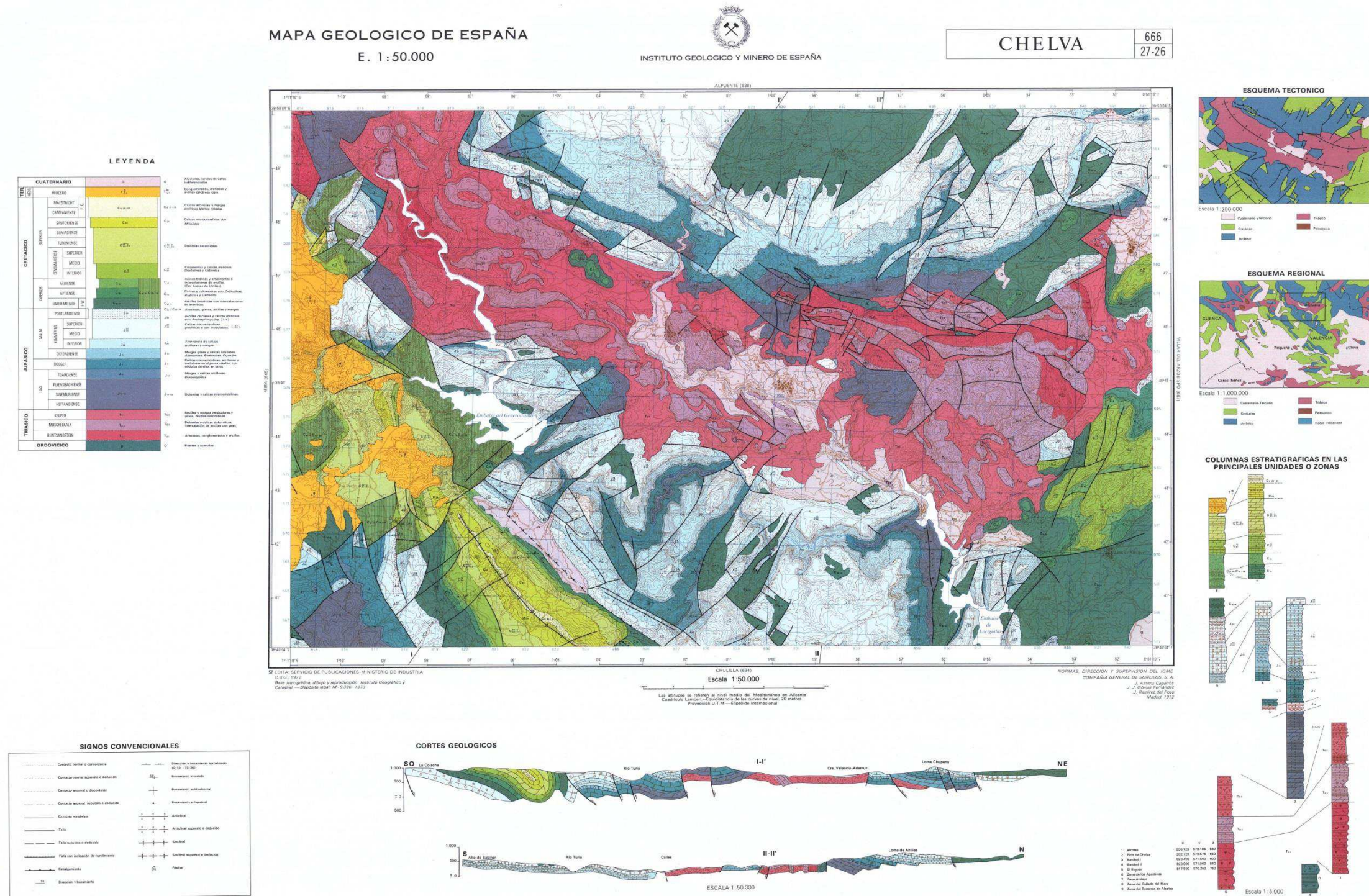


Figura 2.1. Hoja nº 666 a escala 1:50.000 del Mapa Geológico de España (Chelva). (IGME)

2.2. Tectónica

El municipio de Chelva se enmarca desde un punto de vista geológico en el denominado sector Ibérico valenciano septentrional.

La zona se define en base a la división que se hace en la Cordillera Ibérica: Sistema Ibérico Nororiental, y Sistema Ibérico Suroccidental. Este último, a su vez, ha sido subdividido en sector valenciano septentrional y sector valenciano meridional.

El Sistema Ibérico Suroccidental, donde se enmarca el Alto Turia, se caracteriza por tener una intensa tectónica de plegamiento y fracturación, y porque en él, prácticamente, sólo afloran materiales mesozoicos, tanto triásicos, jurásicos, como cretácicos, según un sistema de sierras de dirección ibérica, NW-SE, que corresponden con pliegues y fracturas.

En síntesis, se puede definir la existencia, de norte a sur, de los siguientes subsectores: Fosa de Ademuz, Sinclinal de Aras de los Olmos, Anticlinal de Chelva, Sinclinal de Chera-Sierra de Enmedio y Depresión de Requena-Utiel.

En el Alto Turia en concreto se desarrollan los subsectores del sinclinal de Aras de los Olmos, Anticlinal de Chelva y sinclinal de Chera-Sierra de Enmedio.

A continuación, se explica más detalladamente la subunidad del Anticlinal de Chelva, donde se sitúa la zona de estudio.

Subunidad del Anticlinal de Chelva

Esta estructura no es un anticlinal en sentido estricto, sino más bien un anticlinorio; profusamente replegado y fallado. El flanco norte es relativamente normal por la suavidad del mismo, aunque esté trastocado por numerosas fallas, mientras que el sur es prácticamente inapreciable. Está formado por un núcleo triásico con flancos jurásicos que, al norte, enlaza suavemente con el sinclinal de Aras de los Olmos y, a sur, con el de Chera-Sierra de Enmedio por medio del anticlinal de Sot de Chera. La dirección de las estructuras es claramente ibérica y el final de la misma coincide con la supuesta falla de zócalo que, partiendo de Requena, pasaría por Chera y Andilla llegando hasta Caudiel.

Desde esta línea hacia el sureste se produce una compartimentación en bloques. Los materiales predominantes en este sector son los triásicos; sin embargo, en el núcleo del anticlinal, en el barranco de Alcotas, aflora el Paleozoico que junto a otro reducido afloramiento situado en Olocau-Marines, constituyen los afloramientos de esta Era más meridionales de la Cordillera Ibérica.

ESQUEMA TECTONICO

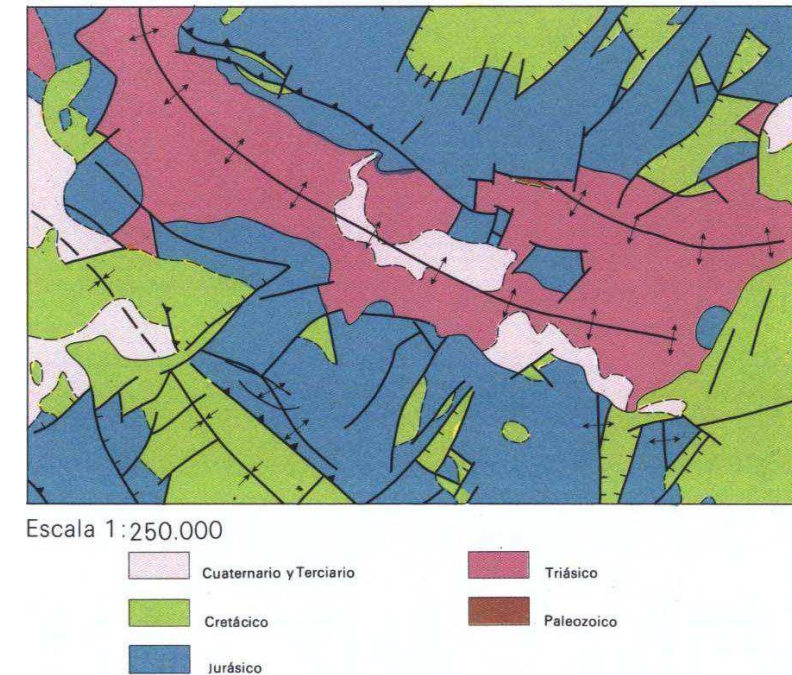


Figura 2.2.1. Esquema tectónico de Chelva. Escala 1:250.000. (IGME)

ESQUEMA REGIONAL

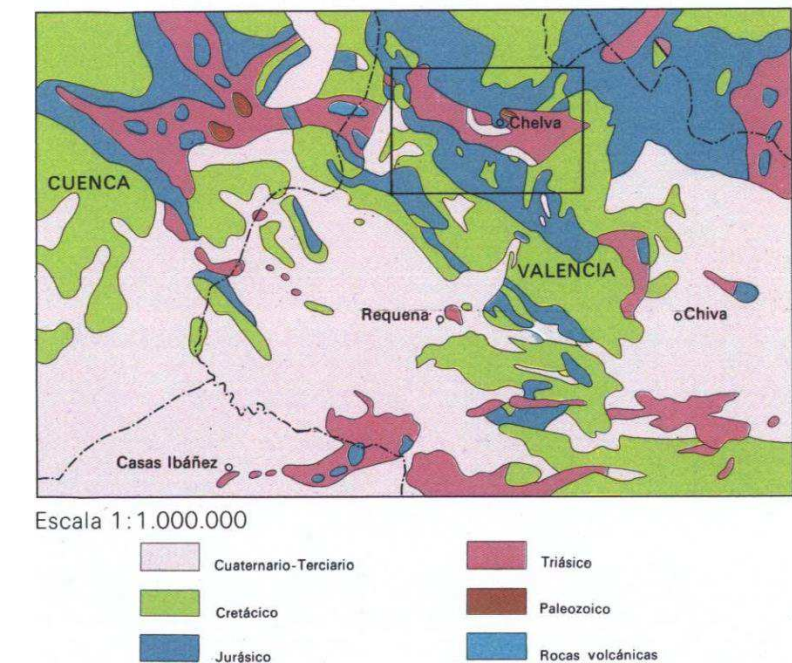


Figura 2.2.2. Esquema regional de Chelva. Escala 1:100.000. (IGME)

2.3. Estratigrafía

Desde el punto de vista litológico, del PALEOZOICO, se debe destacar la presencia de cuarcitas y pizarras, pertenecientes al Ordovícico, en el Barranco de Alcotas.

Del TRIÁSICO, se distinguen las litofacies conglomeráticas, donde predominan los conglomerados y las areniscas, con importantes variaciones de potencia. Aunque predominan los conglomerados también existen niveles de areniscas.

- Dolomías, calizas y margas. El Muschelkalk está constituido en la zona por tres tramos: uno inferior carbonatado, otro intermedio clástico fino y evaporítico o carbonatado y otro superior carbonatado que presenta con frecuencia intercalaciones margosas, hacia su parte superior. Sobre este último se dispone el keuper.

Arcillas abigarradas y yesos. El Triásico Superior está constituido en la base por las litologías arcillo- evaporíticas típicas de la facies Keuper y a techo por una unidad carbonatada marina.

Pertenecientes al JURÁSICO aparecen las brechas, dolomías y calizas.

El CRETÁCICO viene representado por una unidad de margas, arcillas y areniscas pertenecientes a la Facies Wald, constituido como un conjunto litológicamente complejo, carbonatado y terrígeno.

De la misma manera se dan calizas y calizas arenosas (Urgoniano).

La tercera unidad es la compuesta por calizas y margas, arcillas verdes en la base del Cenomaniense-Turonense.

Por último, destacar la unidad formada por calizas, calizas dolomíticas y brechas (Senonniense).

Del Terciario destacan las lutitas rojas, areniscas y conglomerados que, debido a la ausencia de fósiles y aislamiento con respecto a otros materiales terciarios datados, han sido representados como Terciario.

Respecto al CUATERNARIO, sobre los materiales anteriores se desarrollan discordantemente materiales recientes relacionados con la dinámica de laderas y cauces existentes en la zona. Al sur del término municipal se observan antiguos glaciares.

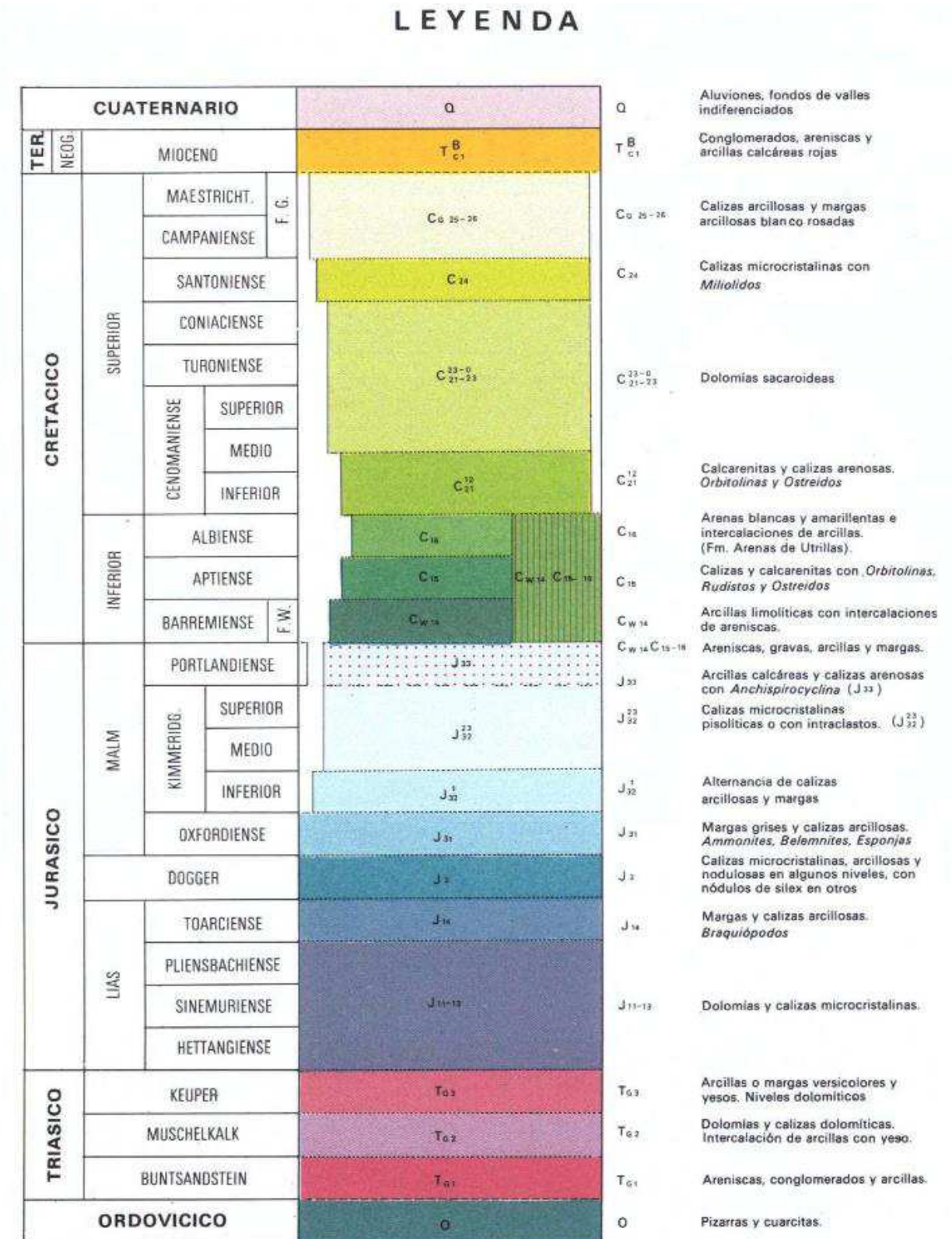
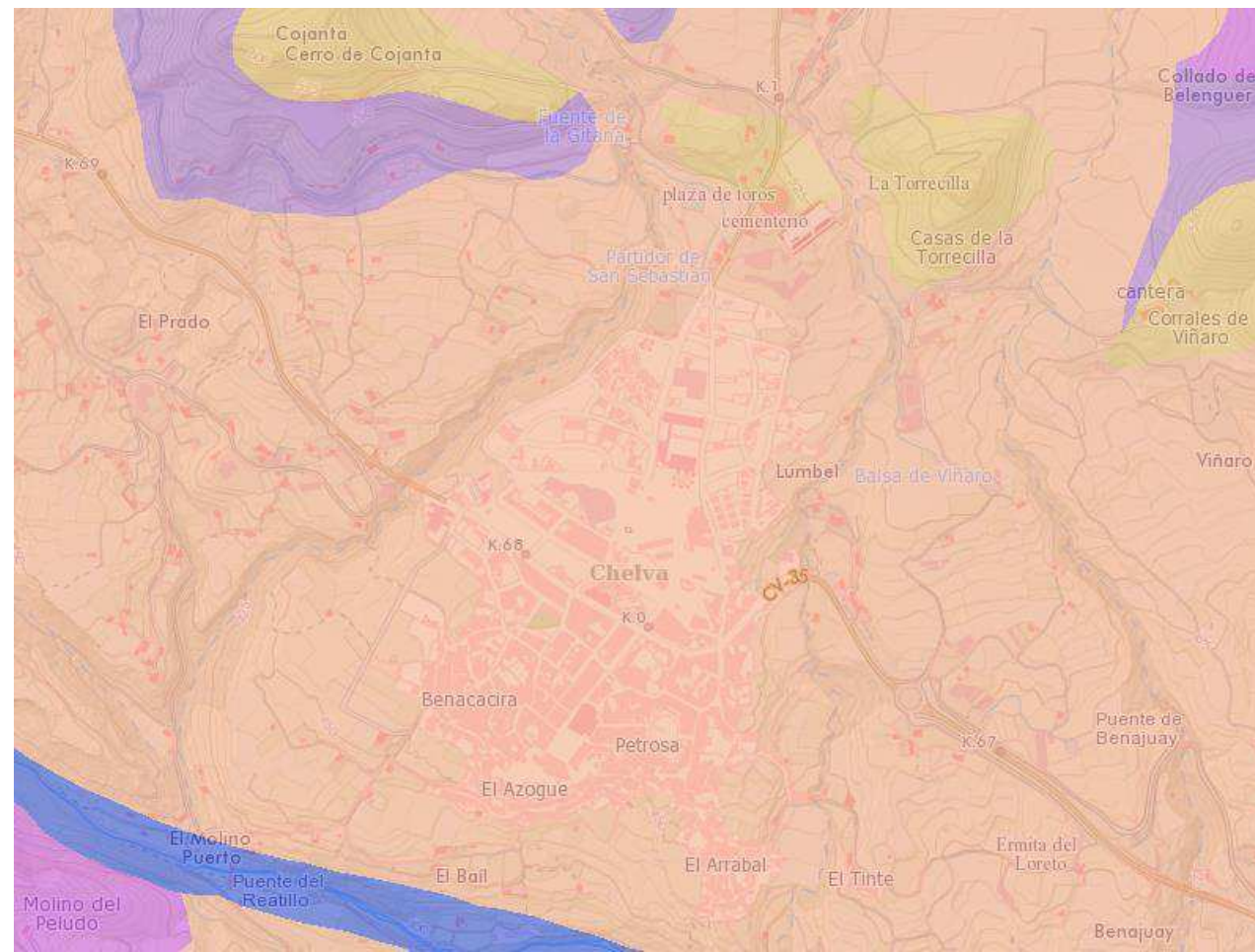


Figura 2.3. Estratigrafía de la Hoja 666 (Chelva) del Mapa Geológico de España. (IGME)

2.4. Litología

La litología presente en el término municipal presenta una gran variedad. Por el contrario, donde se asienta el núcleo de la población se observa una litología homogénea compuesta por cantos, gravas y limos.



Leyenda	
Litología	
IV/1 Basaltos	SC2-10 Areniscas y margas
IV/2 Ofitas	SC2-4 Areniscas y arcilla
IV/3 Brechas y tobas volcánicas	SC4 Arcillas
M/1 Pizarras y cuarcitas (Rocas muy diagenizadas o de metamorfismo de grado muy bajo)	SC4-10 Arcillas y margas
M/2 Rocas carbonatadas y filitos (metamorfismo alpino de grado bajo)	SC4-2 Arcillas y areniscas
M/3 Metabasitos	SC5 Calcáreas
SC1 Conglomerados	SC5-10 Calcáreas y margas
SC1-10 Conglomerados y margas	SC5-2 Calcáreas y areniscas
SC1-2 Conglomerados y areniscas	SC5-6 Calcáreas y calcarenitas
SC1-2-4 Conglomerados, areniscas y arcillas	SC5-7 Calcáreas y Calcáreas margosas
SC1-4 Conglomerados y arcillas	SC5-9 Calcáreas y dolomías
SC10 Margas	SC6 Calcarenitas
SC10-2 Margas y areniscas	SC6-10 Calcarenitas y margas
SC12 Arcillas, Margas y yesos	SC7 Calcáreas margosas
SC2 Areniscas	SC7-10 Calcáreas margosas y margas
SC9-10 Dolomías y margas	SC8 Calcáreas Tovaceas
SC9-5 Dolomías y calcáreas	SC9 Dolomías
SI 2 Cantos y graveras	
SI 2-3 Cantos, gravas y arenas	
SI 2-3-4 Cantos, gravas, arenas y limos	
SI 2-3-5 Cantos, gravas, arenas y arcillas	
SI 2-4 Cantos, gravas y limos	
SI 2-5 Cantos, gravas y arcillas	
SI 3 Arenas	
SI 3-2 Arenas, gravas y cantos	
SI 3-4 Arenas y limos	
SI 3-5 Arenas y arcillas	
SI 4 Limos	
SI 4-2 Limos, gravas y cantos	
SI 4-3 Limos y arenas	
SI 4-5 Limos y arcillas	
SI 5 Arcillas	

Figura 2.4. Litología en el municipio de Chelva. (Institut Cartogràfic de València)

3. SONDEOS

Como ya se ha dicho anteriormente, como no se dispone de información geotécnica de la parcela de estudio, se ha recurrido al estudio geotécnico de la parcela colindante.

Este estudio geotécnico fue realizado por la empresa "GRUPO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.L.". Los sondeos más próximos a la parcela de estudio son el Sondeo 3 y el Sondeo 4.

Para la realización de los sondeos se empleó una sonda sobre camión tipo RELOCATE 400.

La perforación se realizó mediante batería y corona de widia de diámetro 101 mm. Los sondeos se realizaron en seco. Fue necesario revestir los sondeos cuando salió terreno granular.

Durante la ejecución de los sondeos se realizaron ensayos de penetración normalizada (SPT).

Estos se realizaron mediante hincas de tomamuestras normalizado de 45 cm de longitud por caída de una maza de 63,5 Kg desde una altura de 75 cm y determinándose el número de golpes necesario para la hincas de 30 cm (N_{30}).

Las profundidades de los sondeos 3 y 4 son las siguientes:

Sondeo 3. S-3: 11,10 metros

Sondeo 4. S-4: 10,00 metros

Se extrajeron muestras inalteradas (MI) del interior de los sondeos a aquellas cotas donde la naturaleza cohesiva del terreno lo permitía.

Simultáneamente con el avance de la perforación se realizaron ensayos de penetración normalizada (SPT), con toma de muestra alterada, para su posterior ensayo en laboratorio.

En la siguiente tabla se resume el muestreo realizado:

Tabla 3. Profundidad de las muestras de los sondeos

SONDEO	COTA	TIPO
S-3	2,00 - 2,60	SPT
	5,00 - 5,60	SPT
	8,10 - 8,70	SPT
S-4	2,00 - 2,50	SPT
	3,70 - 4,30	MI
	5,00 - 5,60	MI
	5,60 - 6,20	SPT
	8,80 - 9,40	SPT

Para cada sondeo se ha elaborado un parte donde se incluye:

- Datos del sondeo, localización, número de obra, etc.
- Características generales de la perforación, tipo de perforación, diámetro del revestimiento y de perforación, cota del nivel freático.
- Columna litológica del terreno
- Descripción del terreno atravesado
- Muestras obtenidas, ensayos "in situ" y cotas de estas.
- Resumen de los resultados obtenidos en ensayos de laboratorio.

3.1. Perfil del terreno. Descripción general.

A partir de los sondeos S-3 y S-4 se ha confeccionado un perfil geotécnico hipotético. Se distinguen los distintos niveles homogéneos de terreno.

NIVEL 0. TERRENO VEGETAL

Bajo esta denominación se agrupan los materiales que han sido detectados en los centímetros más superficiales de las prospecciones realizadas. Se trata de terreno vegetal consistente en limos con restos de raíces. Presenta los siguientes espesores:

Sondeo	Profundidad	Espesor (m)
S-3	501,80 - 500,80	1,00 m
S-4	501,80 - 501,30	0,50 m

NIVEL A. LIMOS

Este nivel solamente aparece en el sondeo S-4. Se caracteriza por ser un estrato de limos color marrón oscuro clareando a muro. Presenta el siguiente espesor:

Sondeo	Profundidad	Espesor (m)
S-4	501,30 - 499,50	1,80 m

El ensayo SPT realizado en la muestra tomada entre 2,00-2,50 m de profundidad, da golpes altos $N_{30} = 42$, correspondiente a una consistencia dura.

Se han realizado una serie de ensayos que se resumen en la Tabla x más adelante.

NIVEL B. GRAVAS / CONGLOMERADO

Se trata de un nivel de roca conglomerada fracturada por sondeo con algún subnivel menos cementado. En el sondeo S-3 el nivel se caracteriza por unas gravas carbonatadas irregulares con matriz limosa / arenosa de diámetro entre 5-10 mm. Presenta los siguientes espesores:

Sondeo	Profundidad	Espesor (m)
S-3	500,80 – 497,50	3,30 m
S-4	499,50 – 498,20	1,30 m

NIVEL C. ALTERNANCIA DE NIVELES ROCOSOS CON LIMOS

Es un nivel caracterizado por fragmentos de roca y limos carbonatados con subniveles arenosos y limos intercalados. En el sondeo S-4 aparece un subnivel más arcilloso con nódulos. Los espesores son los siguientes:

Sondeo	Profundidad	Espesor (m)
S-3	497,50 – 494,80	2,70 m
S-4	498,20 – 494,70	3,50 m

Los valores de SPT dan valores de N30 entre 23 y 30. Estos valores corresponden a una consistencia muy firme.

En este nivel también se ha realizado una serie de ensayos que también se incluirán en la Tabla 3.3.

NIVEL D. CONGLOMERADO

El nivel está formado por un estrato de conglomerado con valores de RQD = 20%. En el sondeo S-4 la roca aparece fracturada por sondeo con algo de matriz a techo. Presenta los siguientes espesores:

Sondeo	Profundidad	Espesor (m)
S-3	494,80 – 494,10	0,70 m
S-4	494,70 – 494,05	0,65 m

NIVEL E. ARENAS

El nivel se caracteriza por un estrato de arenas medias con algo de grava y algo arcillosa en ocasiones. Oscuras a muro con materia orgánica. En el sondeo S-3 a techo aparecen arcillas limosas muy blandas y húmedas con gravas. Las arenas aparecen ligeramente carbonatadas. Los espesores medidos son:

Sondeo	Profundidad	Espesor (m)
S-3	494,10 – 493,40	0,70 m
S-4	494,05 – 493,40	0,65 m

Los ensayos realizados en este nivel se incluirán conjuntamente con los anteriores mencionados en la Tabla 3.3.

Según los datos obtenidos de los dos sondeos, el perfil del terreno quedaría tal que así:

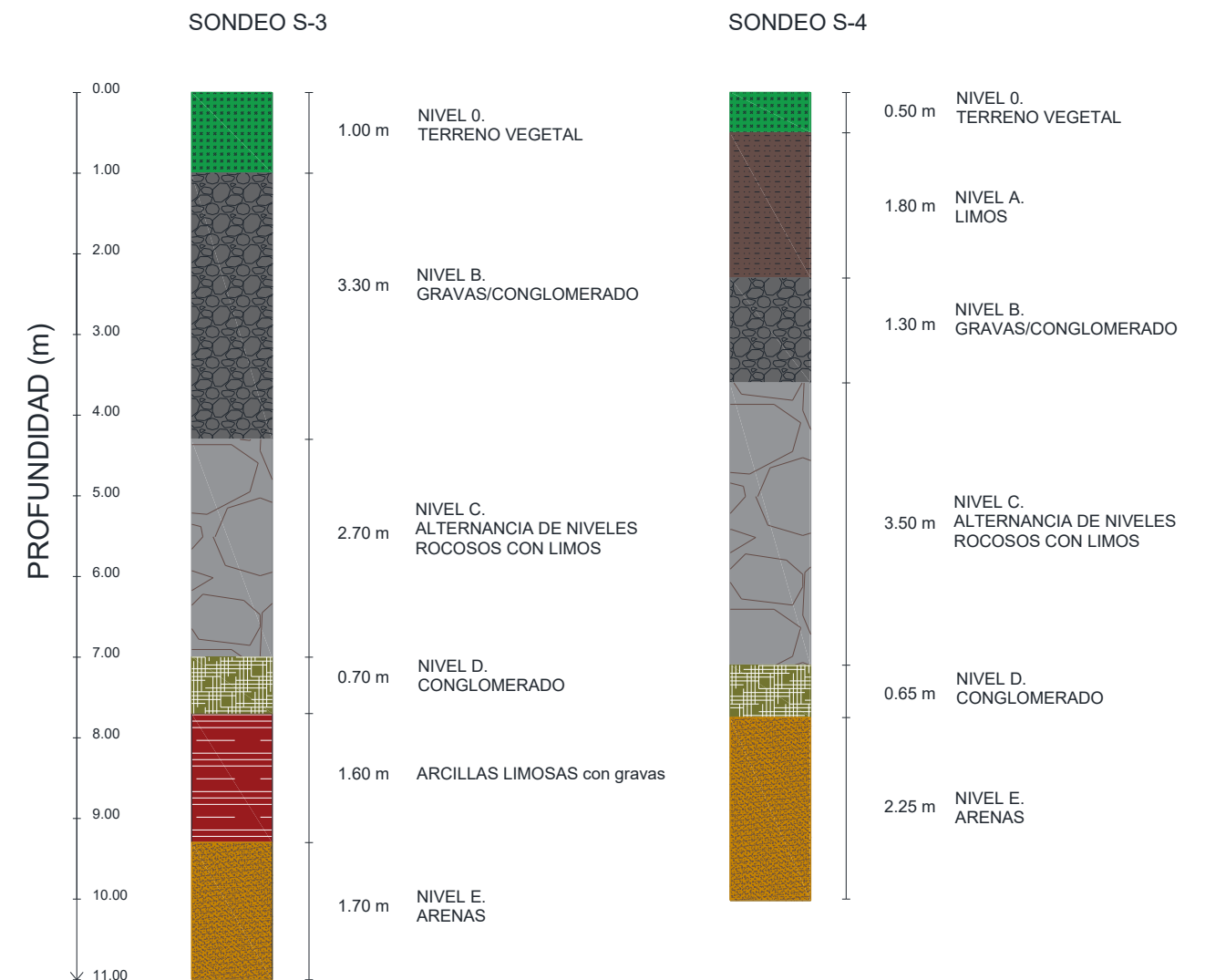


Figura 3.1. Perfil del terreno en los sondeos S-3 y S-4.

Este perfil es una representación del terreno en el que los espesores de cada nivel varían según cada uno de los dos sondeos. Se tomará de base para saber en qué tipo de terreno se va a cimentar.

El Nivel 0 está compuesto por terreno vegetal, por lo que se descarta directamente.

El Nivel A, únicamente presente en el sondeo S-4, contiene limos color marrón, por lo que pueden contener restos vegetales. Para no comprometer la seguridad de la cimentación, se descarta también este nivel.

Por tanto, se cimentará apoyando sobre las gravas que, quedándose del lado de la seguridad, están a una profundidad de -2.3 m, condicionada por el sondeo S-4.

3.2. Registros de sondeos



<div><div>GRUPO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S.L.</div></div>										TRABAJO : EG PARA IES NUEVO EN CHELVA										Nº DE OBRA : 4726																
										PETICIONARIO : CIEGSA										Ref.: G/1262																
										LOCALIZACIÓN : s/plano										FECHA COMIENZO : 20 de Noviembre de 2002																
REGISTRO DE SONDEO 3										SONDISTA : Virgilio Martínez										FECHA FINALIZACION : 20 de Noviembre de 2002 EQUIPO ROLATEC 400																
PROFUNDIDAD (m.)	TIPO DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	REVESTIMIENTO	NIVEL FREATICO	RECUPERACIÓN %	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRA	TIPO	COTA	arcillas SPT (N30)					HUMEDAD (%)		% PASA TAMIZ		LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	CORTE DIRECTO		EDOMETRO				ENSAYOS QUIMICOS (%)		ENSAYOS "IN SITU"	
					20 40 60 80						MUY FIRMES DURAS MUY DENSAS					0,08 5		L.L. L.P. I.P.																R pb = penetómetro de bolsillo C eb = escisiónmetro de bolsillo Kg/cm² K = Permeabilidad "Lefranc" cm/s		
		116		113			0,00-1,00 TERRENO VEGETAL de limos con alguna grava.	SPT		2,00-2,60	11	15	15	18	30	3,72	21	76				NP	SM									0,01				
							1,00-4,30 GRAVAS irregulares con matriz limosa/arenosa. Ømedio=5-10mm. Más matriz a techo y a muro. Carbonatadas.	SPT		5,00-5,60	7	8	22	38	30	9,19	42	84	18	14	4	SC-SM														
		101					4,30-7,00 Fragmentos de roca y limos con subniveles arenosos y limosos intercalados. Carbonatados.	SPT		8,10-8,70	48	20	7	6	27	15,8	49	88	24	19	5	SC-SM														
							7,00-7,70 CONGLOMERADO (RQD=20%) Carbonatados.																													
							7,70-9,30 ARCILLAS LIMOSAS con gravas. Más limosas a techo y más arcillosas a muro. Consistencia firme y plasticidad baja. Con nódulos y abundantes gravillas. Carbonatadas.																													
							9,30-11,10 ARENAS ARCILLOSAS muy blandas y húmedas con gravas (más cuanto más cerca del muro). De 9,30 a 9,90 más arcillosas. Ligeramente carbonatadas.																													
							Fin sondeo a 11,10 metros																													
				</																																

Figura 3.2.1. Registro de sondeo 3. (Estudio geotécnico de la empresa "GRUPO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.L.")

<div><div><div>GRUPO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S.L.</div></div></div>										TRABAJO : EG PARA IES NUEVO EN CHELVA										Nº DE OBRA : 4726																
										PETICIONARIO : CIEGSA										Ref.: G/1262																
										LOCALIZACIÓN : s/plano										FECHA COMIENZO : 20 de Noviembre de 2002																
REGISTRO DE SONDEO 4										SONDISTA : Virgilio Martínez										FECHA FINALIZACION : 20 de Noviembre de 2002 EQUIPO ROLATEC 400																
PROFUNDIDAD (m.)	TIPO DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	REVESTIMIENTO	NIVEL FREATICO	RECUPERACIÓN %	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRA		arcillas SPT (N30)					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ		LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	CORTE DIRECTO		EDOMETRO				ENSAYOS QUIMICOS (%)		ENSAYOS "IN SITU"			
								TIPO	COTA	SUELOS MUY FIRMES	MEDIAS	ARENAS MUY DENSAS	0,08	5		L.L.	L.P.	I.P.	TIPO	COHESION (Kg/cm²)					φ	C _c	C _r	P _p (Kg/cm²)	C _v (cm²/seg)	MO (%)	SULFATOS SO ₃ (%)	ANHIDRITA (%)	R _{pb} = penetrómetro de bolsillo	C _{eb} = escisiómetro de bolsillo	K = Permeabilidad "Lefranc" cm/s	
1	ROTACIÓN EN SECO (BR)	116	NINGUNO	NO			0,00-2,30 LIMOS color marrón oscuro clareando a muro. Terrones y nódulos.																													
2																																				
3																																				
4																																				
5																																				
6							2,30-3,60 ROCA CONGLOMERADA fracturada por sondeo con algún subnivel menos cementado.	SPT	2,00-2,50	12	21	21	50R	42	4,91	30	56																	0,01		
7							3,60-7,10 LIMOS ARCILLOSOS con algún subnivel más arcilloso con nódulos. Nivel centimétrico de conglomerado. Carbonatado.	MI	3,70-4,30	8	7	11	14		13,7	75	96	22	15	7	CL-ML															
8								MI	5,00-5,60	15	24	23	17																							
9								SPT	5,60-6,20	8	9	14	15	23	12,7	60	96	26	17	9	CL															
10							7,10-7,75 ROCA fracturada por sondeo con algo de matriz a techo.																													
11							7,75-10,00 ARENAS MEDIAS con algo de grava y algo arcillosas. Oscuras a muro con Materia orgánica. Ligeramente carbonatadas.	SPT	8,80-9,40	12	11	12	14	23	12,4	32	89	18	14	4	SM															
12							Fin sondeo a 10,00 metros																													
13																																				
14																																				
15																																				
16																																				
17																																				
18																																				
19																																				
20																																				
21																																				

GRUPO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S.L.

G. Zamora, 12, 4º D

46100 BURLASSOT (Valencia)

IMPRF50 02-01-03 EO

Figura 3.2.2. Registro de sondeo 4. (Estudio geotécnico de la empresa "GRUPO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.L.")

3.3. Ensayos realizados

Tabla 3.3. Resumen de ensayos realizados

IDENTIFICACIÓN Y ESTADO												ENSAYOS QUÍMICOS
IDENTIFICACIÓN MUESTRA			% PASA TAMIZ		LÍMITES ATTERBERG			CLAS	Densidad aparente	Densidad seca	Humedad	% SO ₃
Sondeo	Profundidad (m)	Nivel	0,08	5	L.L	L.P	I.P	CAS.				
S-3	2,00	B	21,0	21,0		-	NP	SM				0,01
S-4	2,00	A	29,8	56,0								0,01
S-4	3,70	C	74,5	96,2	22,1	15,2	6,9	CL-ML				
S-3	5,00	C	41,8	84,4	18,3	14,3	4,0	SC-SM				
S-4	5,00	C	47,9	76,4	21,7	15,2	6,5	SC-SM	2,23	2,05	8,75	
S-4	5,60	C	60,3	95,9	25,8	16,8	8,9	CL				
S-3	8,10	E	48,7	88,2	23,6	18,5	5,1	SC-SM			15,78	
S-4	8,80	E	31,9	88,7	17,9	14,4	3,4	SM			12,40	

4. NIVEL FREÁTICO

En los sondeos realizados no se ha detectado el nivel freático a la cota máxima de perforación, por lo que no se prevé que pueda afectar a la obra.

5. AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

En ensayos de agresividad realizados sobre muestras de suelo se ha extraído los siguientes valores:

En suelos:

$$\%SO_3 = 0,01 \text{ (S-3, 2m)} = 120 \text{ mg SO}_4 / \text{Kg}$$

$$\%SO_3 = 0,01 \text{ (S-4, 2m)} = 120 \text{ mg SO}_4 / \text{Kg}$$

valores tales que, atendiendo a la norma EHE, se clasifica como que no existe ataque al hormigón.

6. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

Para determinar las condiciones sísmicas de la zona de estudio se recurre a la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02).

Según esta Norma, la estructura de estudio se clasifica como una construcción de importancia especial.

A continuación se incluye el fragmento de la NCSE-02 donde se explica cuáles son este tipo de construcciones:

3. De importancia especial

Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas y, al menos, las siguientes construcciones:

- Las construcciones destinadas a espectáculos públicos y las grandes superficies comerciales, en las que se prevea una ocupación masiva de personas.

En las construcciones de importancia especial la NCSE-02 es de obligatorio cumplimiento excepto cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a $0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad.

La aceleración sísmica básica en la zona donde se sitúa la estructura de este trabajo es inferior a $0,04g$, ya que, como se muestra en la figura 6.2, el municipio de Chelva no se encuentra en el listado de municipios con una aceleración superior a dicho valor, por lo cual esta Norma no será de obligado cumplimiento.

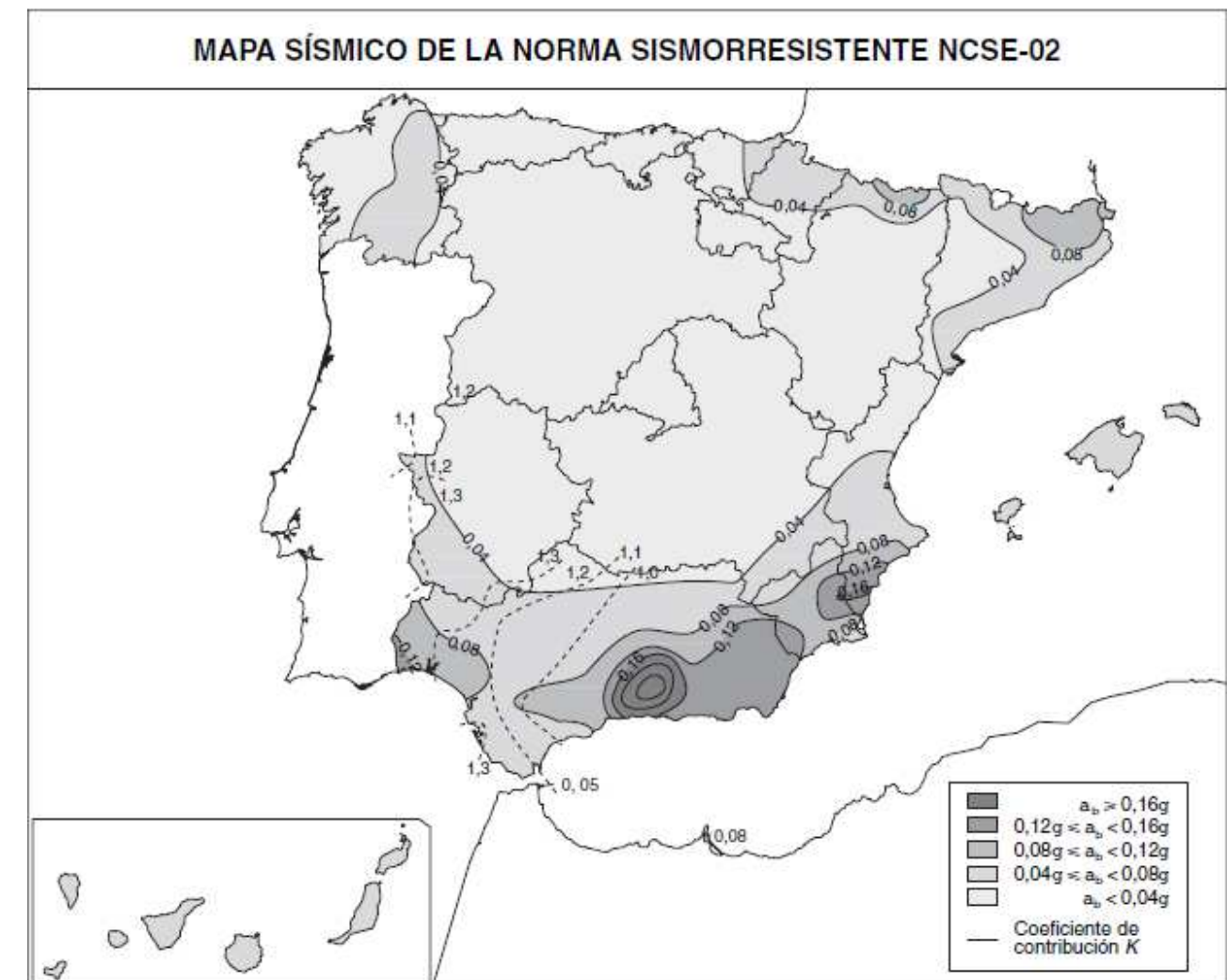


Figura 6.1. Mapa sísmico de la Norma Sismorresistente NCSE-02.

Municipio	a_b/g	K
Carrícola	0,07	(1,0)
Castelló de Rugat	0,07	(1,0)
Castellonet de la Conquesta	0,07	(1,0)
Catadau	0,07	(1,0)
Catarroja	0,07	(1,0)
Cerdà	0,07	(1,0)
Chella	0,07	(1,0)
Cheste	0,06	(1,0)
Chiva	0,06	(1,0)

Figura 6.2. Relación de municipios con aceleración sísmica básica superior a $0,04g$. (NCSE-02)

7. RESUMEN DE RESULTADOS

Para la obtención de los datos geotécnicos necesarios para determinar el tipo de suelo donde se va a cimentar la estructura de estudio, se ha recurrido a analizar la información de los sondeos S-3 y S-4 del estudio geotécnico realizado por la empresa "GRUPO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.L." en la parcela colindante, al ser estos dos sondeos los más próximos.

El sondeo S-4 presenta un nivel de limos marrones, con posibles restos vegetales por lo que se descarta este nivel y se decide bajar hasta la cota -2.30 m, donde se encuentra en ambos sondeos una capa de gravas / conglomerado para apoyar la cimentación de la estructura.

Según los ensayos de agresividad realizados a las muestras de suelo y consultando la EHE-08, se determina que el $\%SO_3$ presente no se considera como agresivo para el hormigón.

A la máxima cota de perforación de los sondeos realizados no se ha detectado nivel freático, por lo que se concluye que el agua no afectará a la estructura.

Atendiendo a los datos obtenidos de la Norma Sismorresistente NCSE-02, se ha determinado que, debido a que la aceleración sísmica básica del municipio de Chelva es menor a lo establecido, no es necesario tener en cuenta el sismo para el cálculo de la estructura.

A continuación, se realiza una síntesis de todas estas conclusiones en una tabla:

Tabla 7. Síntesis de resultados

Cota apoyo cimentación	-2.30 m
Ataque al hormigón	NO
Afección del Nivel Freático	NO
Afección del sismo	NO

8. DIMENSIONAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

En el presente punto se va a proceder al dimensionamiento de 3 de las zapatas, se compararán con los resultados proporcionados por el programa de cálculo Cype, y se comprobará que éstos son admisibles.

Así, se van a dimensionar las zapatas de los siguientes pilares:

P4-P32	Combinada
P33	Aislada cuadrada
P46	Aislada cuadrada

Se ha escogido una zapata combinada y dos zapatas aisladas, la más pequeña y la más grande, para que las comprobaciones sean lo más representativas posibles del conjunto.

En la siguiente imagen se muestra una planta con todas las zapatas que forman la cimentación de la estructura del presente trabajo. Se ha dispuesto una viga atando todo el perímetro, donde apoyará un muro cuya función será contener las tierras para que el espacio de cimentación quede limpio.

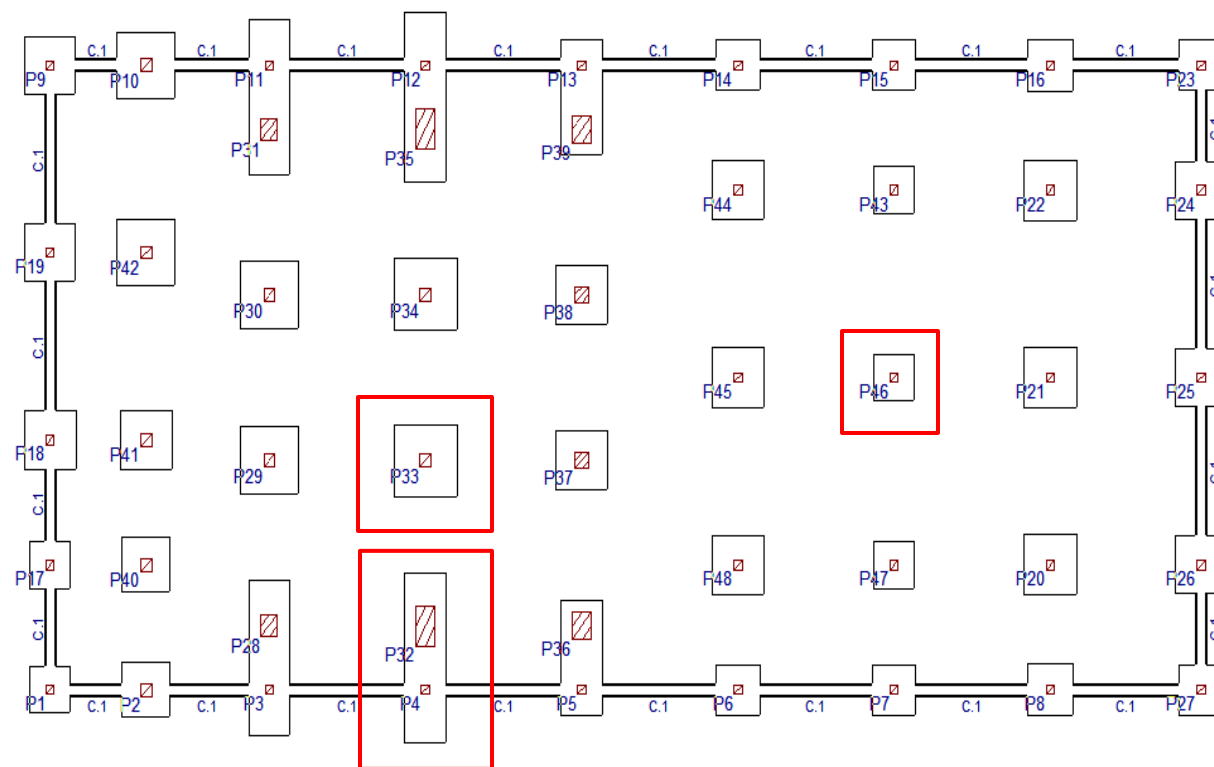


Figura 8. Localización en planta de las zapatas objeto de dimensionamiento. (Cype)

8.1. Carga de hundimiento

Según el apartado 4.3.1.2. *Métodos para la comprobación de estado límite último de hundimiento* del Documento Básico de Seguridad Estructural, Cimientos (DB SE-C), del Código Técnico de la Edificación:

"En el caso de cimentaciones sobre suelos con menos del 35% de finos, se podrá aplicar el método basado en ensayos de penetración contenidos del apartado 4.3.3, con las limitaciones en él indicadas, para obtener directamente la presión admisible de servicio, considerándose verificado de esta forma el Estado Límite Último de hundimiento. En suelos cuyo contenido en gruesos de más de 20 mm supere el 30% en peso, en función del resultado del ensayo, puede en su caso, ser convenientemente la comprobación de la fiabilidad de los valores deducidos de los ensayos SPT mediante ensayos tipo cross-hole o down-hole."

Como se ha expuesto anteriormente, las zapatas apoyan en el nivel B (gravas/conglomerado), por lo que el valor de la carga de hundimiento vendrá definido según el apartado *según el apartado 4.3.3. Método simplificado para la determinación de la presión vertical admisible de servicio en suelos granulares.*

Hay que tener en cuenta, además, que el bulbo de presiones puede alcanzar un estrato inferior, además del estrato de apoyo, por lo que se va a comprobar qué profundidad alcanza.

El bulbo de presiones afecta aproximadamente al terreno a una profundidad entre 1,5-2 veces la base de la cimentación, tal y como indica el Código Técnico de la Edificación en el Anexo E. *Otros factores en la interacción suelo-estructura.*

Las zapatas se ha decidido que tengan como mínimo 1,50 m de ancho, por tanto, la afección del bulbo de presiones será como mínimo de:

$$1,50 \cdot 1,50 = 2,25 \text{ m}$$

En este caso, el nivel B tiene un espesor de 1,30 m, por lo que en todos los casos afectará al nivel C.

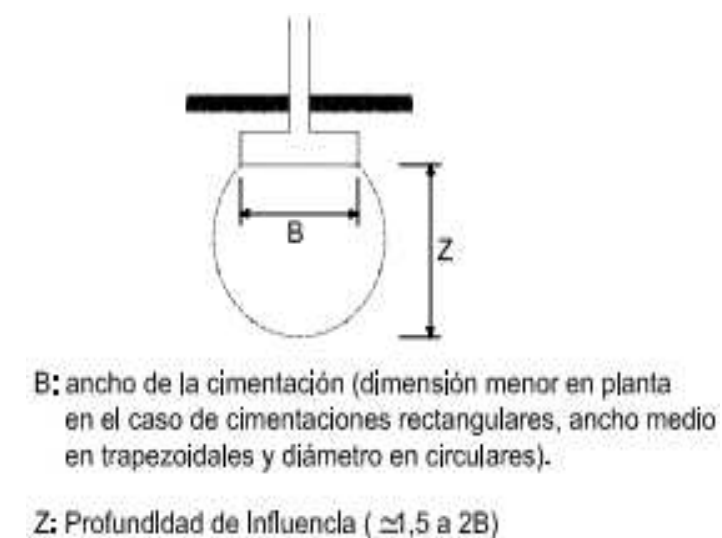


Figura 8.1.1. Bulbo de presiones de la zapata. (Código Técnico de la Edificación)

Según el Estudio Geotécnico citado anteriormente, los materiales del nivel B se encuentran muy fragmentados y poco cementados, por lo que el Código Técnico de Edificación recomienda tratar el nivel como un estrato de arenas, ya que presenta una abundante matriz limo-arenosa.

Normalmente, por el procedimiento habitual utilizando las expresiones de *Brinch Hansen*, la carga de hundimiento para terrenos granulares dista mucho de la carga transmitida, adoptando pues, valores muy elevados la carga de hundimiento. Por ello, tal y como aconseja el Código Técnico de la Edificación y se desarrolla en párrafos posteriores, la carga admisible vendrá limitada por el asiento admisible que se pueda producir.

El nivel C presenta un rango de golpes en el ensayo SPT de 23-30 golpes, por lo que se escoge 23 para quedarse del lado más conservador. El nivel B presenta una media de 30 golpes en el ensayo SPT, por lo que entre ambos valores de los diferentes niveles estratigráficos, se escogerá un número medio de golpeo de 23, quedándose del lado de la seguridad.

En el apartado 4.3.3. se indican dos métodos de cálculo dependiendo de la base efectiva de la zapata, ya que en el caso de suelos granulares la aplicación de la fórmula general de hundimiento de una zapata aislada o en faja suele dar presiones de hundimiento muy elevadas debido a los grandes valores de N_q y N_γ para los valores usuales del ángulo de rozamiento.

El procedimiento para $B^* < 1,2$ m es el siguiente:

$$q_{adm} = 12N_{SPT} \left(1 + \frac{D}{3B^*} \right) \left(\frac{S_t}{25} \right) \text{ kN/m}^2$$

y para $B^* \geq 1,2$ m:

$$q_d = 8 N_{SPT} \left[1 + \frac{D}{3B^*} \right] \left(\frac{S_t}{25} \right) \left(\frac{B^* + 0,3}{B^*} \right)^2 \text{ kN/m}^2$$

siendo:

- S_t : El asiento total admisible, en mm
- N_{SPT} : El valor medio de los resultados, obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia $0,5B^*$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima $2B^*$ por debajo de la misma.
- D : la profundidad definida en el anejo F.

A continuación, se define cada uno de estos términos:

Según el Código Técnico de la Edificación, el asiento total admisible es de 22 mm.

El término B^* , es el ancho eficaz de la zapata y está definido en la siguiente figura, extraída también del Código Técnico de la Edificación:

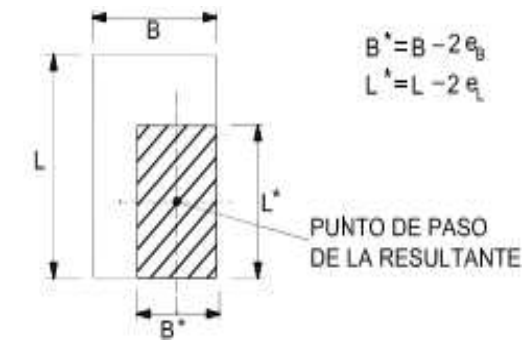


Figura 8.1.2. Ancho y largo eficaz de una zapata (Código Técnico de la Edificación)

El término D , viene definido por la siguiente imagen, presente en el *Anejo F* del *Documento Básico de Seguridad Estructural-Cimientos* del Código Técnico de la Edificación.

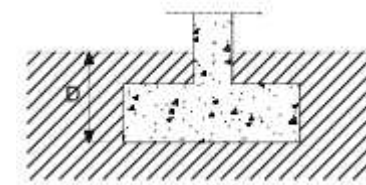


Figura 8.1.3. Profundidad "D" (Código Técnico de la Edificación)

En este caso, D es 0,6 m, estando enrasado el terreno a la cara superior de la zapata, siendo este valor el canto de la misma.

Así pues, los valores de la presión admisible en función de los parámetros anteriormente definidos, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8.1. Presiones admisibles para diferentes anchos de zapata

CARGA ADMISIBLE PARA TERRENOS GRANULARES				
B (m)	St (mm)	D	NSPT	q adm (KN/m ²)
1	25	0,6	23	331,2
1,2	25	0,6	23	335,4
1,4	25	0,6	23	310,1
1,6	25	0,6	23	291,9
1,8	25	0,6	23	278,3
2	25	0,6	23	267,7
2,2	25	0,6	23	259,2
2,4	25	0,6	23	252,3
2,6	25	0,6	23	246,5
2,8	25	0,6	23	241,7
3	25	0,6	23	237,5

De esta forma se obtienen las presiones admisibles en función de los anchos de zapata.

Seguidamente se determinarán las longitudes de las zapatas (L).

En las siguientes tablas vienen dadas las cargas transmitidas y el factor de seguridad respecto de la presión admisible, donde:

- Q: es la carga en el arranque del pilar, en KN.
- qt: la carga transmitida en función del área del cimiento, en KN/m²
- F: hace referencia al factor de seguridad de manera conceptual, ya que no existe ningún tipo de factor de seguridad frente a asientos. Es decir, como la carga de hundimiento es muy elevada para suelos granulares, el valor limitante para el dimensionamiento suele ser el valor de los asientos, donde lo único que se exige es que no se sobrepase la presión admisible calculada para garantizar el asiento admisible.

El procedimiento de cálculo consiste en verificar que la presión transmitida es inferior a la presión admisible.

En el caso de la zapata combinada, el procedimiento de elección de la longitud se basa en el *Anejo E. Criterios de rigidez para cimentaciones directas*, donde en el subapartado 7 constan las dimensiones de vuelo a adoptar.

Puesto que la separación entre ejes de pilares es de 2,05 m, el vuelo que debe cumplirse es de 1,675 m a cada lado, por lo que la longitud de zapata debe ser de al menos 5,4 m.

Tabla 8.2. Dimensiones mínimas de la zapata combinada

CARGA TRASMITIDA NETA				
zapata combinada				
B (m)	L (m)	Q (KN)	qt (KN/m ²)	F
1	5,4	2206,3	423,6	0,8
1,2	5,4	2206,3	355,5	0,9
1,4	5,4	2206,3	306,8	1,0
1,6	5,4	2206,3	270,4	1,1
1,8	5,4	2206,3	242,0	1,1
2	5,4	2206,3	219,3	1,2
2,2	5,4	2206,3	200,7	1,3
2,4	5,4	2206,3	185,2	1,4
2,6	5,4	2206,3	172,1	1,4
2,8	5,4	2206,3	160,9	1,5
3	5,4	2206,3	151,2	1,6

En las zapatas aisladas se parte con la premisa de realizarlas cuadradas por facilidad constructiva, por lo que las longitudes y los anchos coinciden. De esta forma se han escogido los anchos que no rebasan la presión máxima admisible.

Tabla 8.3. Dimensiones mínimas de la zapata aislada P33

zapata aislada P33				
B (m)	L (m)	Q (KN)	qt (KN/m ²)	F
1	1	1463,6	1478,6	0,2
1,2	1,2	1463,6	1031,4	0,3
1,4	1,4	1463,6	761,7	0,4
1,6	1,6	1463,6	586,7	0,5
1,8	1,8	1463,6	466,7	0,6
2	2	1463,6	380,9	0,7
2,2	2,2	1463,6	317,4	0,8
2,4	2,4	1463,6	269,1	0,9
2,6	2,6	1463,6	231,5	1,1
2,8	2,8	1463,6	201,7	1,2
3	3	1463,6	177,6	1,3

Tabla 8.4. Dimensiones mínimas de la zapata aislada P46

zapata aislada P46				
B (m)	L (m)	Q (KN)	qt (KN/m2)	F
1	1	527,7	542,7	0,6
1,2	1,2	527,7	381,5	0,9
1,4	1,4	527,7	284,2	1,1
1,6	1,6	527,7	221,1	1,3
1,8	1,8	527,7	177,9	1,6
2	2	527,7	146,9	1,8
2,2	2,2	527,7	124,0	2,1
2,4	2,4	527,7	106,6	2,4
2,6	2,6	527,7	93,1	2,6
2,8	2,8	527,7	82,3	2,9
3	3	527,7	73,6	3,2

En síntesis, las dimensiones finales de las zapatas son las siguientes:

Tabla 8.4. Dimensiones finales de las zapatas

	Ancho, B (m)	Largo, L (m)
Zapata combinada	1,40	5,40
Zapata aislada P33	2,60	2,60
Zapata aislada P46	1,40	1,40

Tabla 8.5. Comparación con los resultados de Cype

	Ancho, B (m)		Largo, L (m)	
	Manual	Cype	Manual	Cype
Zapata combinada	1,40	1,50	5,40	5,40
Zapata aislada P33	2,60	2,30	2,60	2,30
Zapata aislada P46	1,40	1,50	1,40	1,50

Comparando con los resultados que ha dado el programa de cálculo, Cype, se concluye que las dimensiones proporcionadas por el programa con razonables y se aceptan.

8.2. Asientos

En el apartado anterior se expuso el valor del asiento admisible permitido por el Código Técnico de la Edificación, siendo éste de 25 mm. En el presente apartado se procederá a calcular manualmente mediante el método de Meyerhoff (1965) para suelos granulares el asiento real producido, para comprobar que no sobrepasa el valor máximo admisible impuesto por la norma.

Puesto que todas las zapatas presentan un ancho superior a 1,2 m, el método proporciona el valor del asiento según la siguiente expresión:

$$s = \frac{0,13 \cdot q_m}{N'} \left(\frac{B}{B + 0,3} \right)^2$$

donde:

- qtn: valor de la carga transmitida
- N: número de golpes realizado en el ensayo SPT
- B: ancho de la cimentación

De esta forma, los asientos reales producidos son los siguientes:

Tabla 8.2. Asientos del terreno producidos por las zapatas

	Asiento (mm)
Zapata combinada	11,8
Zapata aislada P33	10,5
Zapata aislada P46	10,9

Por tanto, queda comprobado que todos los asientos son admisibles.

BIBLIOGRAFÍA

- *Generalitat Valenciana* (2017). *Institut Cartogràfic de València*
- Grupo de Ingeniería y Arquitectura, S.L. (2002) *ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA PARA 8 UD. DE S.O. CHELVA (VALENCIA)*. Valencia
- Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (2017). *Instituto Geológico y Minero de España*
- Ministerio de Fomento (2009). *Código Técnico de la Edificación*:
 - o Documento Básico. Seguridad Estructural. Cimientos (DBSE-C)
- Ministerio de Fomento (2008). *Instrucción del Hormigón Estructural, I, EHE-08*. Madrid