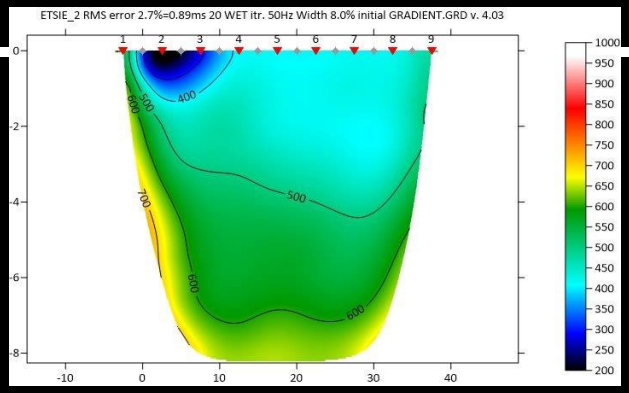
Trabajo Fin de Máster (TFM)

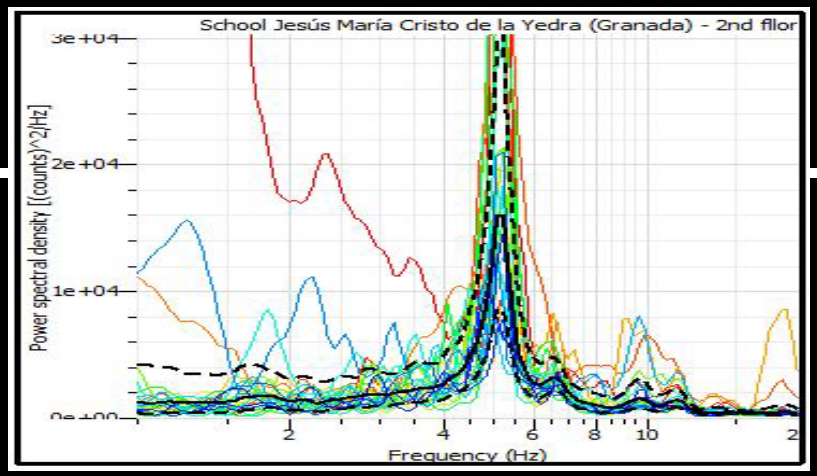
SEMINARIO

Decisiones a adoptar en el **Proyecto** Arquitectónico, en relación con la cimentación y obras de contención, derivadas del **comportamiento Geotécnico**

Dr. Ignacio Valverde

Grupo A1 y A2. 10 de noviembre de 2023. 9.30-11.30 h.
Grupo B1y B2. 10 de noviembre de 2023. 18.30-20.30 h.





UNIVERSIDAD DE GRANADA

etsa

departamento de Construcciones Arquitectónicas

UNIVERSIDAD DE GRANADA

etsa

dCA departamento de Construcciones Arquitectónicas

Profesor:
Dr. I. Valverde Palacios

Trabajo Fin de Máster (TFM)

Grupo B1

CENTRO DE RECEPCIÓN DE VISITANTES Y DE INVESTIGACIÓN, E ITINERARIO PAISAJISTICO-PATRIMONIAL EN LA ACEQUIA DEL TORIL Y LOS DÓLMENES DE ALICÚN DE LAS TORRES (GEOPARQUE DE GRANADA)

Decisiones a adoptar en el **Proyecto** Arquitectónico, en relación con la cimentación y obras de contención, derivadas del **comportamiento Geotécnico**

GR-6101
Cascada Verde
Dólmenes de Alicún
Restos Megalíticos
Acequia del Toril
Balneario de Alicún
De Las Torres
Mirador del puntal
blanco y río fardes
Arroyo de Gorafe
GR-6100
Rambla
del Aljibe
Dolmen de Alicún
Cerrado temporalmente
GR-5103
Lago de Don Torcuato
Petroglifos del Cerro de
la Mina (Balneario de...
Río Fardes

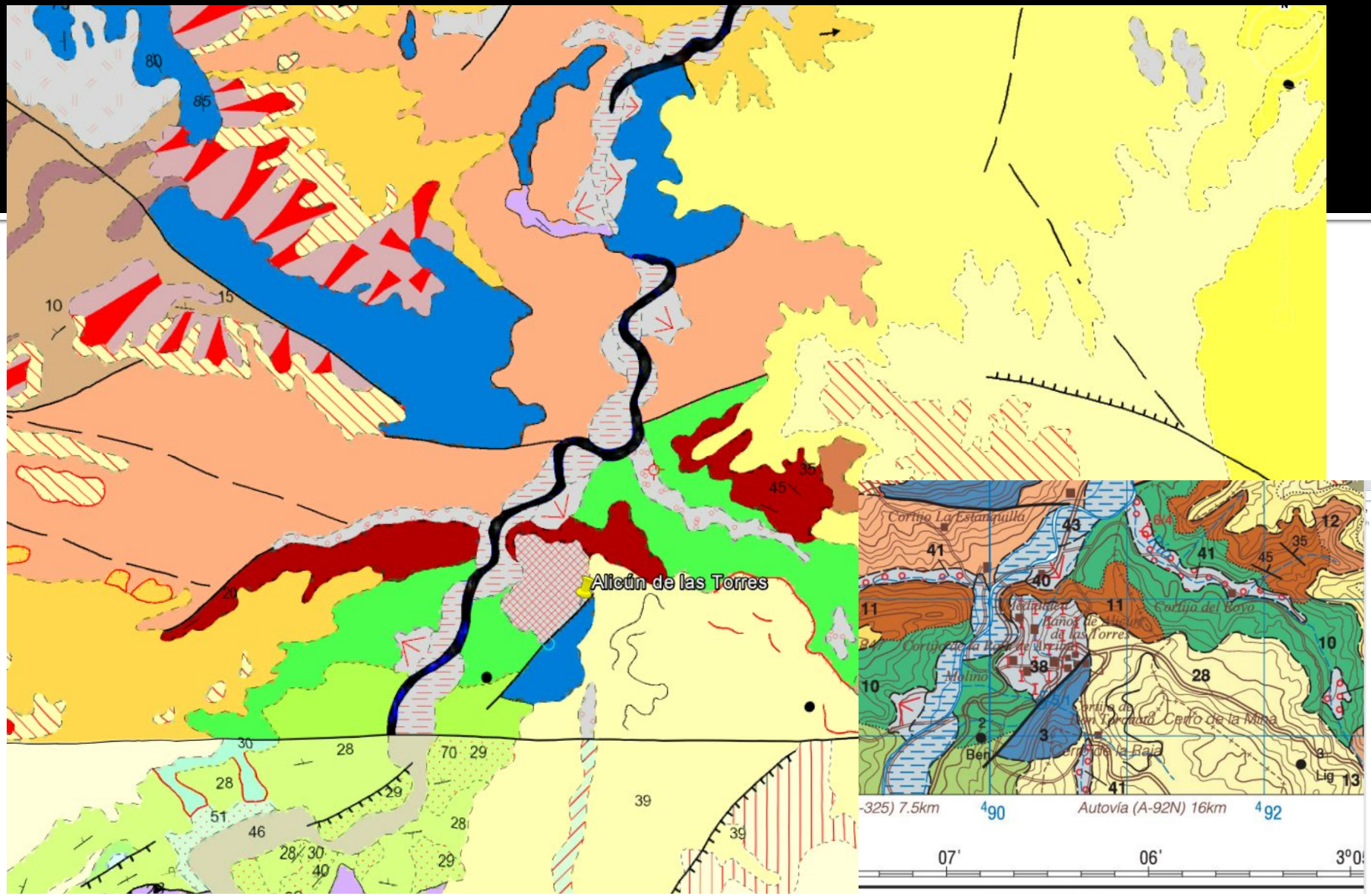
ENCUADRE GEOLÓGICO

- ***Travertinos y Margas y margocalizas grises, blancas y asalmonadas:***
- Los **travertinos** situados junto a los baños de Alicún de las Torres, en la margen derecha del río Fardes.
- Son depósitos que están íntimamente ligados a la red de surgencias, que orlan el afloramiento de calizas jurásicas de Alicún de las Torres.

- Litológicamente están constituidos mayoritariamente por acumulaciones arborescentes de calcita, probablemente relacionadas con restos vegetales.
- Ocasionalmente hay intercalados niveles detríticos que sugieren el funcionamiento de pequeños canales fluviales.
- Existen al menos tres niveles de travertinos situados a diferentes cotas, que deben estar en relación con periodos de mayor surgencia de los manantiales.

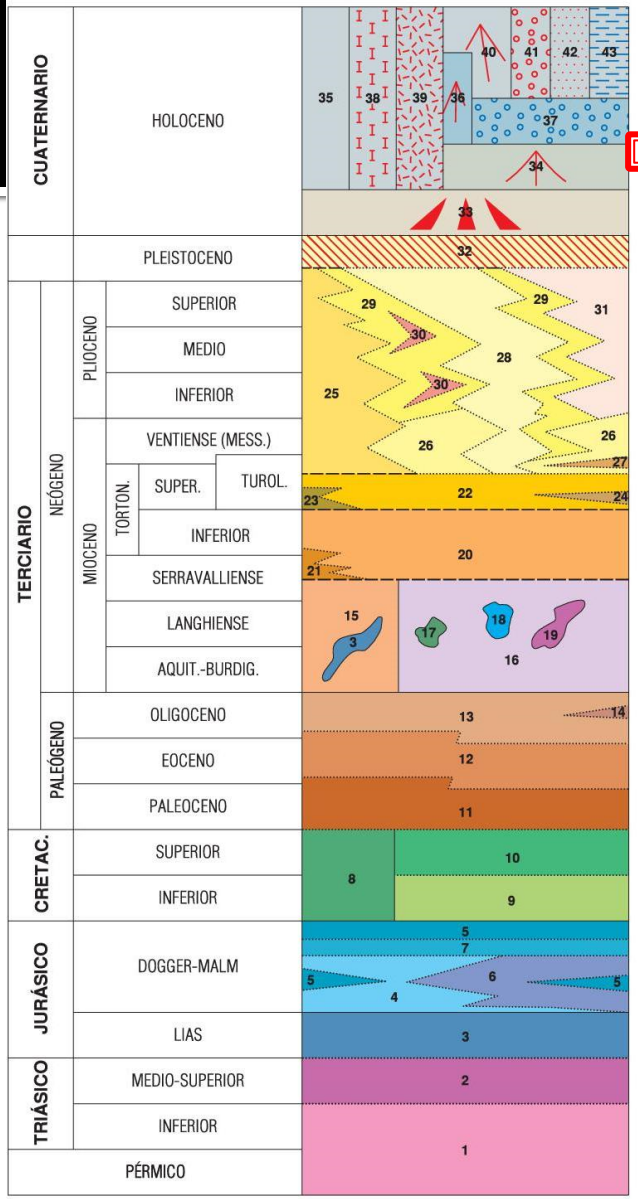
ENCUADRE GEOLÓGICO

- ***Travertinos y Margas y margocalizas grises, blancas y asalmonadas :***
- Las **margas** están representadas únicamente en las inmediaciones de los Baños de Alicún.
- Los estratos tienen una morfología tabular y son de orden centimétrico. Como estructuras de ordenamiento interno se observan, por regla general, laminación paralela en los niveles calcareníticos. El resto de la sucesión está integrada por una alternancia de margas y margocalizas grises, blancas y asalmonadas.
- Se presentan en estratos más o menos tabulares de orden centimétrico a decimétrico



Mapa geológico de la serie MAGNA, Hoja 971. (IGME).

LEYENDA



43 Gravas, arenas y limos. Llanura de inundación
42 Arcillas con costras carbonatadas. Depósitos de vertiente
41 Gravas y arenas. Depósitos de rambla
40 Arenas, limos y arcillas con cantos sueltos. Abanicos aluviales actuales
39 Arcillas y limos con cantos sueltos. Coluviales indiferenciados
38 Traventinos
37 Conglomerados y arenas. Terraza alta
36 Limos y arcillas con cantos. Glácis subactual. Tercera generación
35 Gravas, arenas y limos. Fondo de Valle
34 Conglomerados, arenas, limos y arcillas . Glácis. Segunda generación
33 Conglomerados y arenas. Glácis. Primera generación
32 Conglomerados, arenas, limos, arcillas y niveles de carbonatos
31 Gravas, arenas, limos y arcillas
30 Yesos
29 Arcillas rojo-asalmonadas con conglomerados, limos y carbonatos
28 Alternancia de arcillas y calizas lacustres
27 Arenas y conglomerados bioclásticos
26 Arcillas grises, blancas y ocres con niveles de conglomerados intercalados
25 Conglomerados y arenas rojizos. A techo alternancia de conglomerados, arenas y arcillas
24 Areniscas calcáreas bioclásticas. Localmente conglomerados
23 Calcarenitas bioclásticas, conglomerados y arenas
22 Margas blancas y areniscas bioclásticas amarillas
21 Calizas bioclásticas y calizas de algas
20 Margas blancas, limos y arenas. Yesos
19 Olistolitos de materiales triásicos diversos
18 Olistolitos de dolomías negras
17 Olistolitos de ofitas
16 Unidad Olistostrómica. Debritas y olistostromas
15 Unidad Tectónica Compleja. Bloques, cuñas y láminas tectónicas de edad y litología variables
14 Areniscas calcáreas y/o calcarenitas bioclásticas
13 Alternancia rítmica de areniscas calcáreas y magras crema
12 Margas crema, blancas ,verdes y asalmonadas, con niveles de debritas y olistostromas
11 Margas y margocalizas grises, blancas y asalmonadas
10 Margas verdes asalmonadas con niveles de calizas
9 Margocalizas y margas verdes y ocres
8 Margas y margocalizas blancas y cremas
7 Calizas oolíticas
6 Margas, margocalizas y rocas volcánicas
5 Rocas volcánicas
4 Margas y margocalizas grises
3 Calizas y dolomías grises
2 Calizas y dolomías
1 Filitas y cuarcitas grises

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

- La solución de cimentación directa a base de zapatas aisladas no presenta suficientes garantías de éxito, especialmente en lo que se refiere a asientos diferenciales y a la necesidad de puentear cargas debido a la existencia de cuevas y porosidad abundante del travertino el cual se encuentra cubierto por una covertera vegetal y/o edáfica inferior a 0,50 m. Pueden aparecer materiales detríticos rellenando fracturas.

- En el caso del de las margas y margocalizas, la irregularidad mecánico geotécnica hace necesario realizar cimentaciones que eviten cargas puntuales, tipo zapata corrida o losa armada.

- Podrá adoptarse una solución de cimentación por zapata corrida o losa armada, según se adapte mas adecuadamente a las características del proyecto.

- El nivel de cimentación deberá situarse sobre los materiales portantes indicados, empotrando al menos el canto de la cimentación

- A efectos exclusivamente de cálculo,

se puede establecer el siguiente modelo:

Parámetros	Valores
Cohesión	C=0.3 Kg/cm²
Ángulo de rozamiento interno	Φ=35º
Densidad	ϕ =1,8 t/m³
N_{SPT}	30

Condiciones de Agresividad

El criterio utilizado en este informe para determinar la agresividad por sulfatos es el indicado en el Código Estructural.
En base a los resultados que se disponen, se puede establecer que no es preciso adoptar ninguna medida especial con el hormigón de la cimentación. Por lo que se recomienda establecer una clase de exposición XC2

- Como tensión admisible, limitadas por hundimiento y por asientos, recomendamos no superar 3,0 Kg/cm² en el caso de los Travertinos y 1,5 3,0 Kg/cm² para las margas y margocalizas.

- Coeficiente de Balasto (K_{S1} sobre placa de pie²): 10,0 Kg/cm³ y 8 Kg/cm³

- Debe contarse con la posibilidad de afluencia de agua, con irregular distribución, ligada a la red de fracturas. Es por ello que se recomienda adoptar sistemas constructivos adecuados que permitan asegurar la estanqueidad de los sótanos.

- Las zapatas corridas deberán arriostrarse convenientemente.

- A efectos de dimensionamiento de muros, pueden adoptarse los siguientes parámetros:

Parámetros	0.00-3.00	3.00-15.00
Cohesión	C=0	C= 7 T/m²
Ángulo de rozamiento interno	Φ=27º	Φ=15º
Densidad	ϕ =1,7 t/m³	ϕ =2,0 t/m³

Parámetros	0.00-15.00
Cohesión	C=0
Ángulo de rozamiento interno	Φ=27º
Densidad	ϕ =1,7 t/m³

Características Sísmicas de la Zona

- La Norma hace una clasificación del terreno otorgando un coeficiente del terreno, C, según:

Terreno tipo	Coeficiente C	Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, Vs	Descripción del tipo de terreno
I	1	Vs>750 m/s	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.
II	1,3	750 m/s ≥Vs>400 m/s	Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.
III	1,6	400 m/s ≥Vs>200 m/s	Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme o muy firme.
IV	2	Vs≤200 m/s	Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando

- Para la zona objeto de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

Lugar o zona más próxima	Aceleración sísmica básica a_b/g	Coeficiente de contribución K	Velocidad de onda de cizalla Vs (m/s)	Coeficiente del terreno C
Villanueva de las torres	0.09	1,0	650	1,3 (Tipo II)

UNIVERSIDAD DE GRANADA

etsa

departamento de Construcciones Arquitectónicas

Profesor:
Dr. I. Valverde Palacios

Trabajo Fin de Máster (TFM)

Grupo B2

EDIFICIO PARA DEPOSITOS DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE LA ALHAMBRA

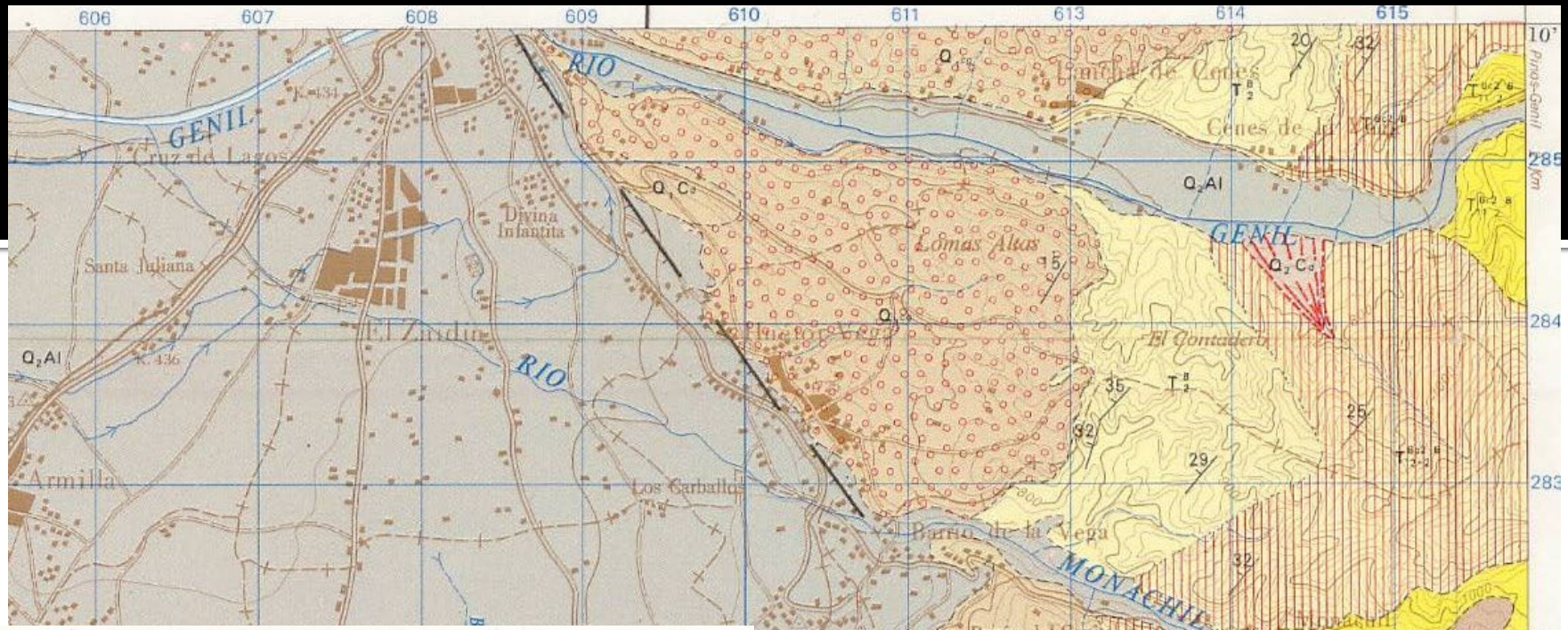
Decisiones a adoptar en el **Proyecto** Arquitectónico, en relación con la cimentación y obras de contención, derivadas del **comportamiento Geotécnico**

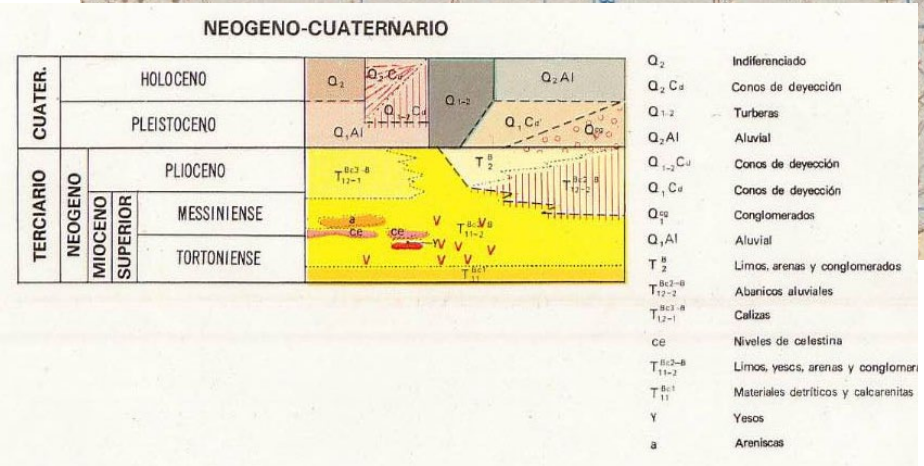
Acequia Corda
Río Genil
Google Earth
1985
Fecha de las imágenes: 5/9/2022 37°09'40.90" N 3°33'57.16" O elev. 695 m alt. ojo 1.42 km

ENCUADRE GEOLÓGICO

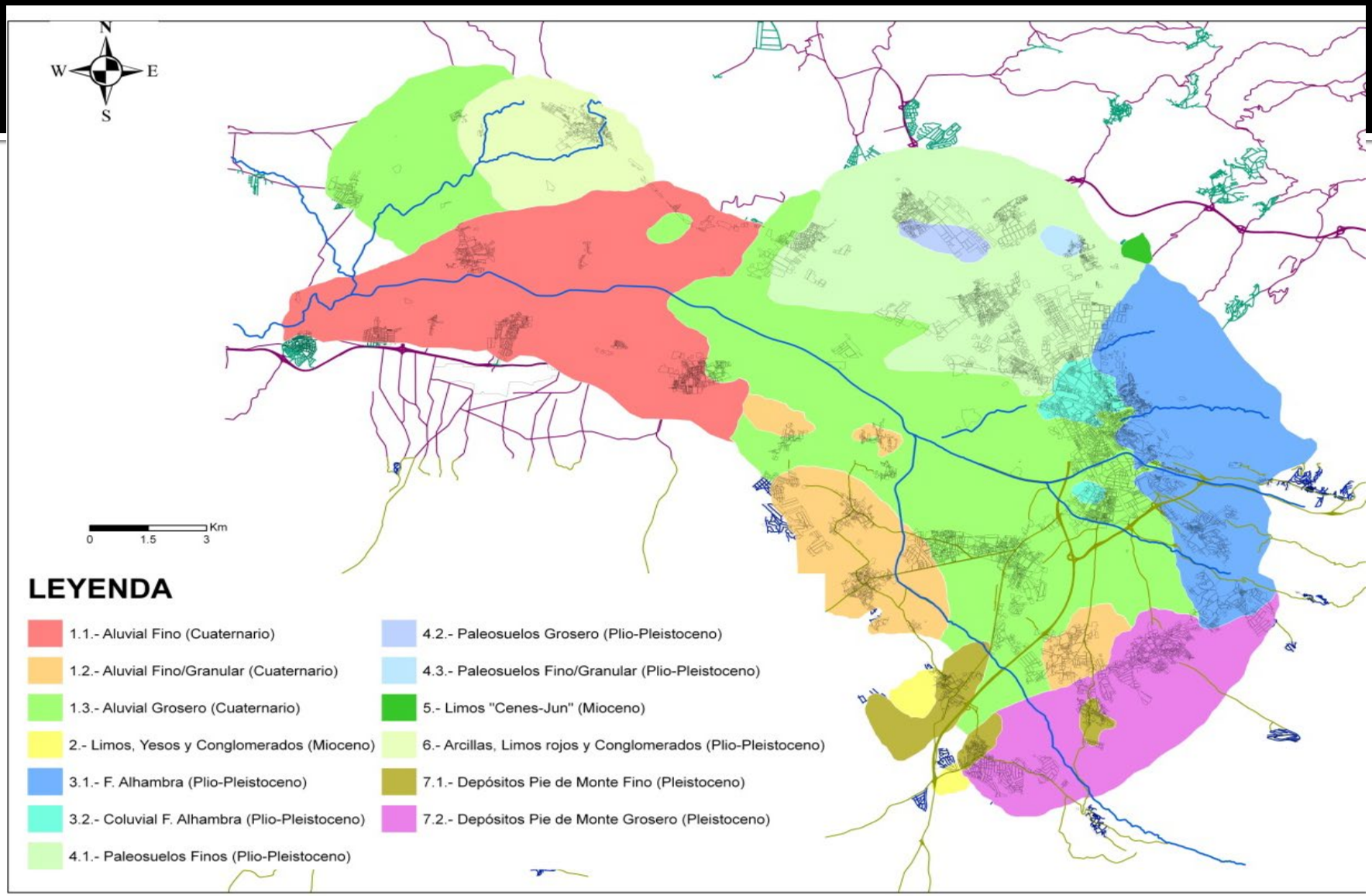
- ***Aluvial:*** **Predominante en la zona de estudio**
  - substrato generalizado
  - cubierto en su momento por un suelo vegetal y/o edáfico
  - El subsuelo sobre el que se localiza el solar está constituido por depósitos Cuaternarios, pertenecientes a los depósitos aluviales del río Genil. Los depósitos aluviales presentan espesor más que suficiente como para no tener en cuenta otras Formaciones infrayacentes.

  - Posibilidad de encontrar coluviales de la Formación Alhambra, representados por niveles granulares, groseros y heterométricos que alternan con otros finos, arcillosas y limo-arcillosas, de tonalidad marrón rojiza de menor entidad; suelen existir algunos niveles algo cementados por carbonatos

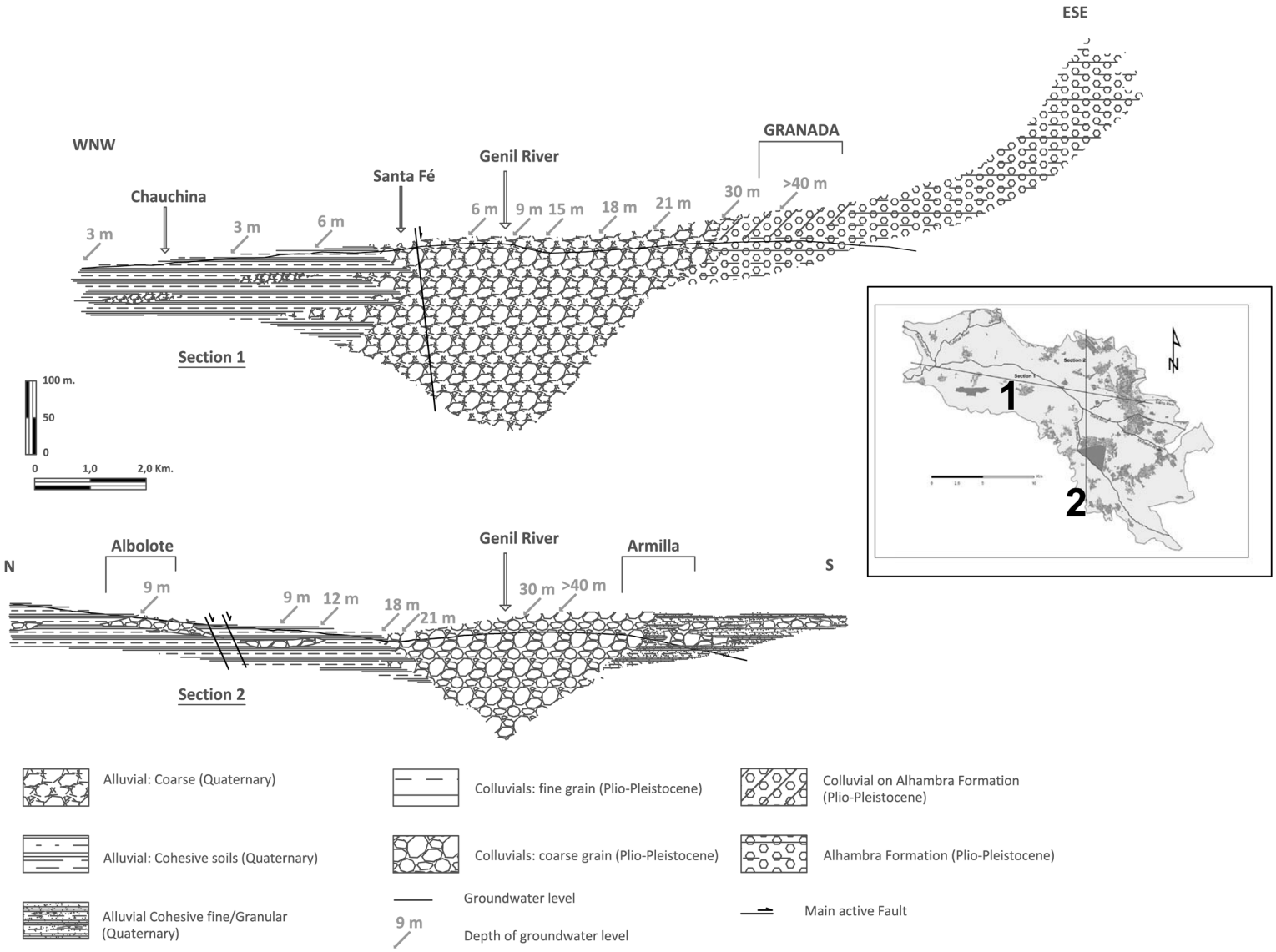


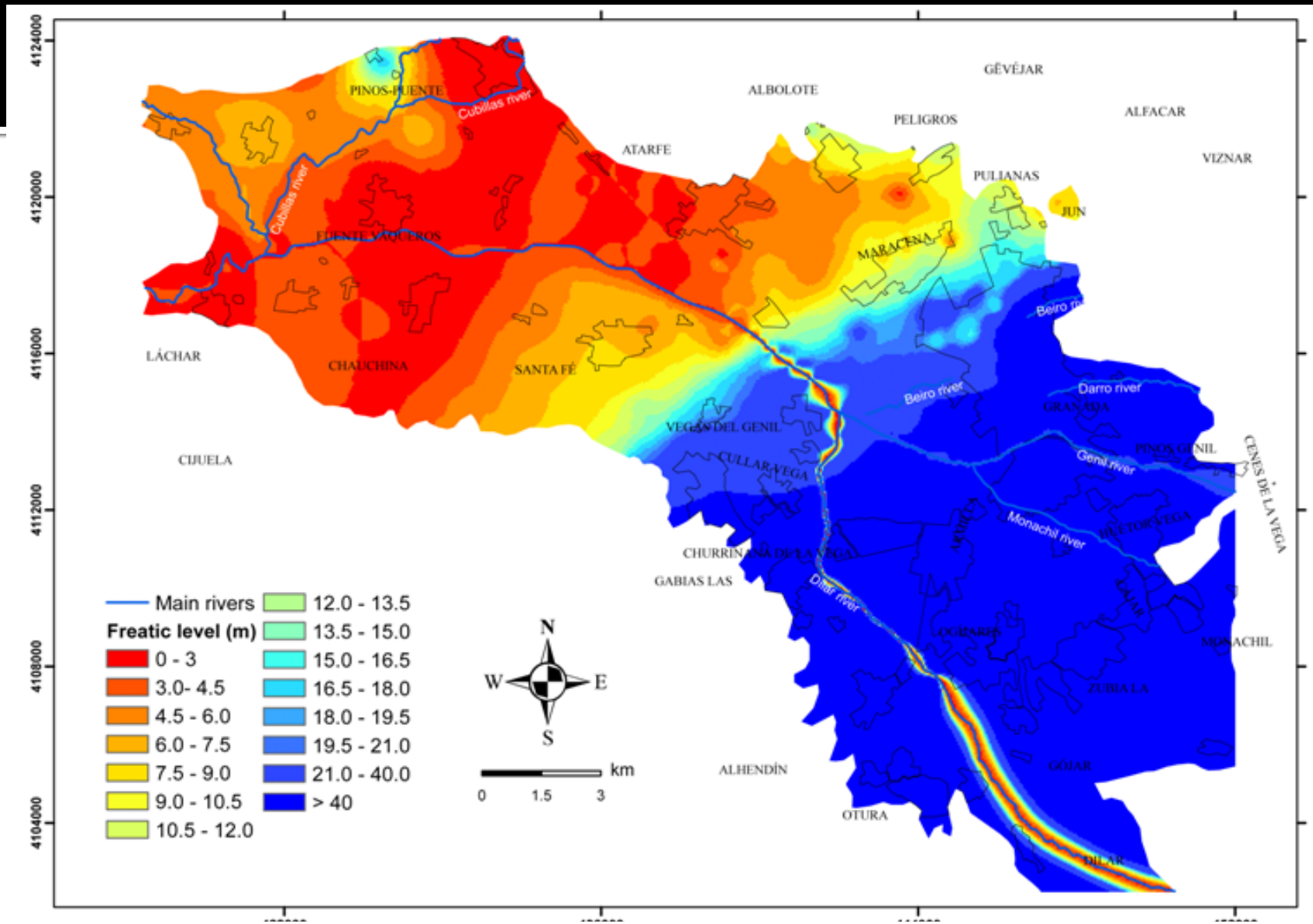


Mapa geológico de la serie MAGNA, Hoja 1009. (IGME) y Leyenda. Se ha señalado la zona de estudio con una elipse de línea roja, el material es el Q_2Al en la leyenda



Mapa litológico-geotécnico. El sector que nos ocupa está representado por el color azul, Formación Alhambra (Valverde-Palacios; Vidal; Valverde-Espinosa et al., 2014)


ESE
WNW
GRANADA
Genil River
Santa Fé
Chauchina
3 m
3 m
6 m
6 m
9 m
15 m
18 m
21 m
30 m
>40 m
Section 1
100 m.
50
0
0
1,0
2,0 Km.
1
2
N
S
Albolote
Genil River
Armilla
9 m
9 m
12 m
18 m
21 m
30 m
>40 m
Section 2
Alluvial: Coarse (Quaternary)
Alluvial: Cohesive soils (Quaternary)
Alluvial Cohesive fine/Granular (Quaternary)
Colluvials: fine grain (Plio-Pleistocene)
Colluvials: coarse grain (Plio-Pleistocene)
Groundwater level
9 m
Depth of groundwater level
Colluvial on Alhambra Formation (Plio-Pleistocene)
Alhambra Formation (Plio-Pleistocene)
Main active Fault



Profundidad de nivel freático. En el sector que ocupa la F. Alhambra, este se encuentra por debajo de los 40 m. (Valverde-Palacios; Vidal; Valverde-Espinosa et al., 2014)

SONDEO TIPO	
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL
0,00 - 1,00	Suelo Vegetal y edáfico. Arcillas marrón rojizas carbonatadas con material granular. Relleno de la Formación Alhambra. Arena, grava, cantos y bolos con matriz limosa y arcillo limosa marrón rojiza con restos de cascotes y raíces.
1,00-30,00	Aluvial. Arenas, gravas, cantos y bolos con matriz limosa gris y marrón con niveles parcialmente cementados. **GM, GW-GM y SC, SM, según la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS)**

ENSAYO SPT		
Sondeo	Profundidad	N_{SPT}
S-1	1,40-1,85	15
	3,00-3,45	22
	10.00- 10.28	R

En los ensayos SPT se obtienen valores que varían entre 15 y rechazo, pero estos valores pueden estar sobreestimados debido a la presencia de cantos y bolos, por lo que estimamos que se puede contar con valores de N entre 30 y 50 como más característicos. Los valores más bajos (N=15) son coincidentes con las intercalaciones finas, arenosas con limos y arcillas, que presenta este material.

Properties	Alluvial	Silt, gypsum and conglomerate	Alhambra Formation and its colluvial deposit	Paleo.soils	"Cenes - Jun" silt Formation	Reddish clay, silt and conglomerate	Recent alluvial fan and scree deposits
σ_{adm} (kPa)	40-300	60 - 200	50-300	30 - 230	80 - 130	50 - 200	70 - 270
c (kPa)	0-700	20 – 50	0 - 50	0 - 80	0 – 40	0 – 120	0 - 50
Φ (º)	20-36	15 – 20	15-36	15 - 36	15 – 20	10 – 35	15 - 38
ϕ (KN/m³)	16-20	18 – 20	18 - 20	18 - 20	16 – 20	18 – 20	17 - 19
N_{spt}	5-R	10 – 25	8- R	8 - R	10 – R	5 – R	10 - R
LL (%)	NP-54,8	NP-25,60	20-34,1	NP-40	NP-41,3	18,2-96,7	NP-32
PL (%)	NP-22,4	NP-18,40	11-21,1	NP-27,7	NP-16,6	12,2-35,2	NP-24
PI (%)	0-32,8	0-7,2	3,6-18	0-30	0-25	6-61,5	0-8
#200 (%)	2,1-97,2	19,83-84,31	5,1-86	13-97	15-74	7,7-99,4	6,8-85
q_u (kPa)	0-360	129-227	41-234	11-3,50	15-320	37-734	70-130
D_{50}	0,01-8	0,2-8	0,2-20	0,3-3,5	0,03-6	0,03-6	0,03-10
C	1,3-1,6	1,5 – 1,6	1,3 - 1,7	1, 3 - 1,6	1,5 – 1,6	1,4 – 1,6	1, 3 - 1,6
S (ρ=1)	1,02-1,25	1,11 – 1,15	1,02 - 1,22	1,02 - 1,34	1,11 – 1,15	1,07 – 1,16	1,02 - 1,15
S (ρ=1.3)	1,03-1,15	1,06 – 1,08	1,01 - 1,13	1,01 - 1,20	1,06 – 1,08	1,04 – 1,10	1,01 - 1,08
C.E.	IIa – IIa+Qb	IIa+Qb	IIa	IIa - IIa+Qb	IIa- IIa+Qc	IIa- IIa+Qb	IIa, IIa+Qb
USCS	CL, ML, CL-ML, SM, SC, GC, GM, GW,	ML, CL, SM	SM, GM, SC, GC, CL, CL-ML	SM, GM, SC, CL, CL-ML	ML, CL, CL-ML	CL, CH, ML, CL-ML, SC, SM	SC, SM, GC, GM, SW-SM, GW-GM, CL, CL-ML
Depth to foundation level (m)	0,5-9,5	1,0 – 2,0	1,0 - 6,5 m.	0,5 - 13,0	1,0 – 2,0	1,0 – 12,5	0,5 - 2,5

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

- Siempre deberá cimentarse sobre el substrato generalizado del emplazamiento (Aluvial). No deberán utilizarse como portantes posibles rellenos ni el suelo vegetal o edáfico, reconocidos hasta una profundidad de 1.00 m.

- Deberá prestarse especial atención al reconocer el material portante, dado que los niveles suprayacentes presentan una textura y tonalidad muy semejante. La existencia de restos antrópicos en los vertidos y la menor dificultad de excavación de éstos son criterios que permitirán establecer la acotación.

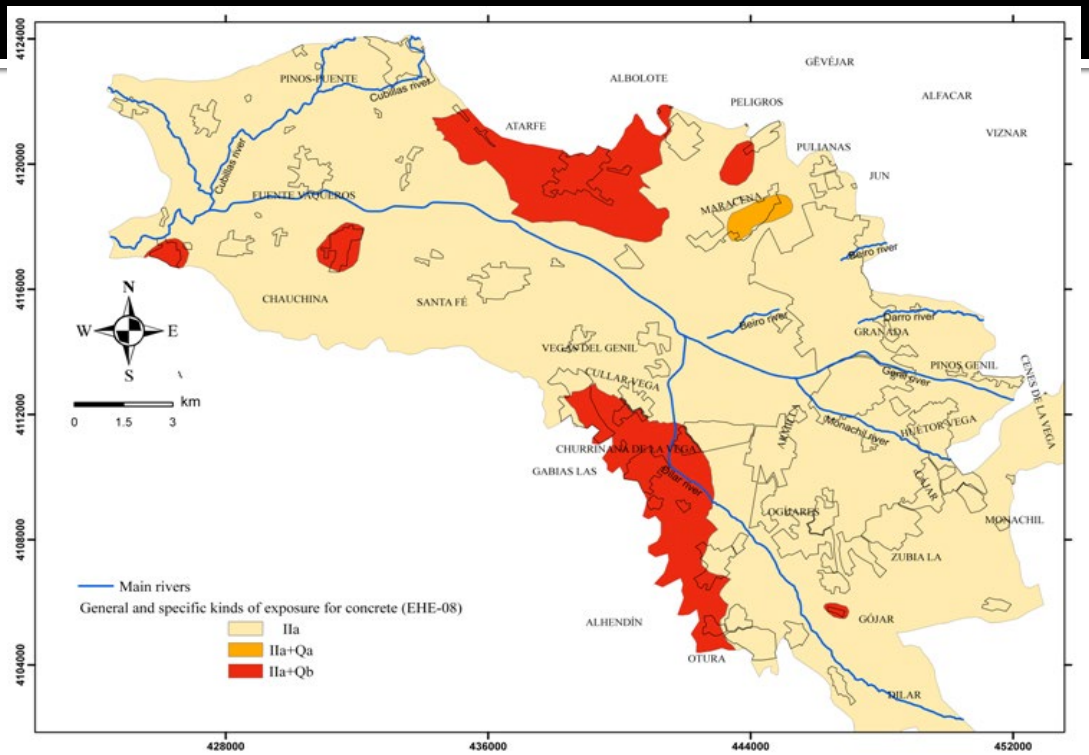
- Dada la heterogeneidad del material (intercalaciones finas) se desconfía de la solución de cimentación a base de zapatas aisladas, debiendo adoptar una solución directa con mayor rigidez y capacidad de reparto de carga, tipo zapata corrida o losa armada.

- El nivel de cimentación deberá situarse sobre el material portante indicado y a una profundidad mínima de 1 m respecto a la rasante final cuando se cimente con zapatas corridas.

- A efectos exclusivamente de cálculo, se puede establecer el siguiente modelo:

Parámetros	Valores	En sumergencia
Cohesión	C=0	C=0
Ángulo de rozamiento interno	Φ=36º	Φ=32º
Densidad	ϕ =1,9 t/m³	ϕ =1,0 t/m³
N_{SPT}	30	30

Condiciones de Agresividad



El criterio utilizado en este informe para determinar la agresividad por sulfatos es el indicado en el Código Estructural.

En base a los resultados que se disponen, se puede establecer que no es preciso adoptar ninguna medida especial con el hormigón de la cimentación. Por lo que se recomienda establecer una clase de exposición XC2

- Como tensión admisible, limitadas por hundimiento y por asientos, recomendamos no superar 1,6 Kg/cm²

- Coeficiente de Balasto (K_{S1} sobre placa de pie²): 8,0 Kg/cm³

- Aunque no se ha detectado nivel piezométrico en los sondeos a la profundidad alcanzada por éstos, recomendamos, en previsión de la posible existencia de agua ligada a escorrentía subsuperficial en épocas de abundante pluviometría, que los muros se proyecten convenientemente drenados en el trasdós y se adopten las medidas constructivas necesarias para asegurar la estanqueidad de la estructura subterránea.
- **Así mismo es necesario un estudio de inundación ya que nos encontramos en la propia llanura del río Genil.**

- Las zapatas corridas deberán arriostrarse convenientemente.
- A efectos de dimensionamiento de muros, pueden adoptarse los siguientes parámetros:

Parámetros	Valores
Cohesión	C=0
Ángulo de rozamiento interno	Φ=31º
Densidad	ϕ =1,8 t/m³

Características Sísmicas de la Zona

- La Norma hace una clasificación del terreno otorgando un coeficiente del terreno, C, según:

Terreno tipo	Coeficiente C	Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, Vs	Descripción del tipo de terreno
I	1	Vs>750 m/s	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.
II	1,3	750 m/s ≥Vs>400 m/s	Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.
III	1,6	400 m/s ≥Vs>200 m/s	Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme o muy firme.
IV	2	Vs≤200 m/s	Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando

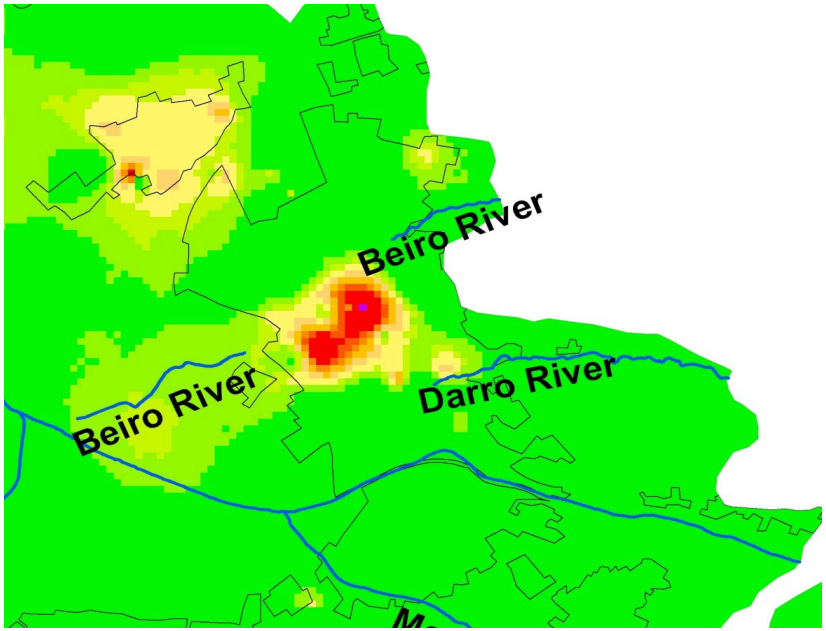
- Para la zona objeto de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

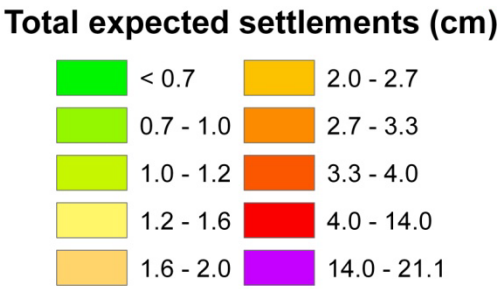
Lugar o zona más próxima	Aceleración sísmica básica a_b/g	Coeficiente de contribución K	Velocidad de onda de cizalla Vs (m/s)	Coeficiente del terreno C
Granada	0.23	1,0	450	1,45 (Tipo II)

Efectos Sísmicos sobre el suelo

Asientos por densificación y Licuefacción

- Atendiendo a los asientos producidos por densificación del terreno a causa de un evento sísmico (M_w=6.5), podemos establecer valores inferiores a 1 cm, en el sector donde se localiza





- En cuantas posibles capas licuables, se puede establecer que esta zona es No licuable dado que no existe nivel freático a cotas que previsiblemente puedan tener influencia sobre un proyecto edificatorio, y a la textura del material predominante(grava).