

ANEXO 1.- GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

Geología ..... 2

    Introducción..... 2

    Marco geológico..... 2

    Litología ..... 2

    Zona tectónica ..... 3

Geotécnia..... 4

    Introducción..... 4

    Estudio geotécnico ..... 4

        Trabajos de campo..... 4

        Trabajos de laboratorio ..... 5

Resumen ..... 6

## GEOLOGÍA

### Introducción

En el presente anejo se recoge la geología de la zona de estudio para la construcción del paso inferior sobre las vías férreas. Este paso inferior se situará por debajo de la actual vía de RENFE, dando lugar a un paso peatonal para el acceso al mar.

La zona donde se implantarán las obras se halla emplazada, desde el punto de vista geológico, sobre depósitos cuaternarios y cretáceos en la depresión Litoral y Prelitoral o plataforma costera.

### Marco geológico

#### Mesozoico

*Cretácico*, sobre las calcarías, se desarrolla una potente serie de rocas dolomitas, greses, conglomerados y lignitos. En líneas generales se distinguen varios niveles dentro de este complejo.

- Lias: brechas angulosas, con capas dolomíticas.
- Dogger y Malm: dolomías negras.
- Valanginiense-Hauteriviense: calizas grises con intercalaciones dolomíticas.
- Barremiense: calizas compactas grises.

#### Cenozoico

*Cuaternario*, el afloramiento cuaternario comprende esta zona:

- La gran planicie litoral.
- Riberas de los cursos bajos de los ríos Llobregat y Besós.

El cuaternario tiene una gran variedad de depósitos: marinos, eólicos, torrenciales, fluviales, etc., clasificados de la siguiente forma:

- Terrazas fluviales. Se distinguen cuatro terrazas fluviales, correspondientes a las distintas épocas de glaciación. Están situadas a diferentes alturas. La litología es de gravas y cantos muy bien redondeados, en general bastante uniformes.
- Depósitos torrenciales y de piedemonte. Fragmentos muy heterométricos de origen local, mezclados con arcillas rojas. A medida que los materiales se encuentran a mayor distancia de las montañas se observan cambios laterales de facies, y se pasa de materiales gruesos a sólo matriz arcillosa.
- Depósitos eólicos, están onstruidos por dos tipos de depósitos:
  - Dunas de poca altura, que se extienden en una franja paralela a la costa.

- Loess antiguos, constituidos por limos amarillentos bien consolidados, que recubren las terrazas antiguas, y en parte el zócalo precuaternario. Se observan hasta tres ciclos de loess (MOP, 1966).

- Depósitos deltaicos, estos están constituidos por una serie depósitos fluviales, deltaicos y marinos de gran complejidad, debidos en parte a los cambios laterales de facies que se producen en los ambientes deltaicos.

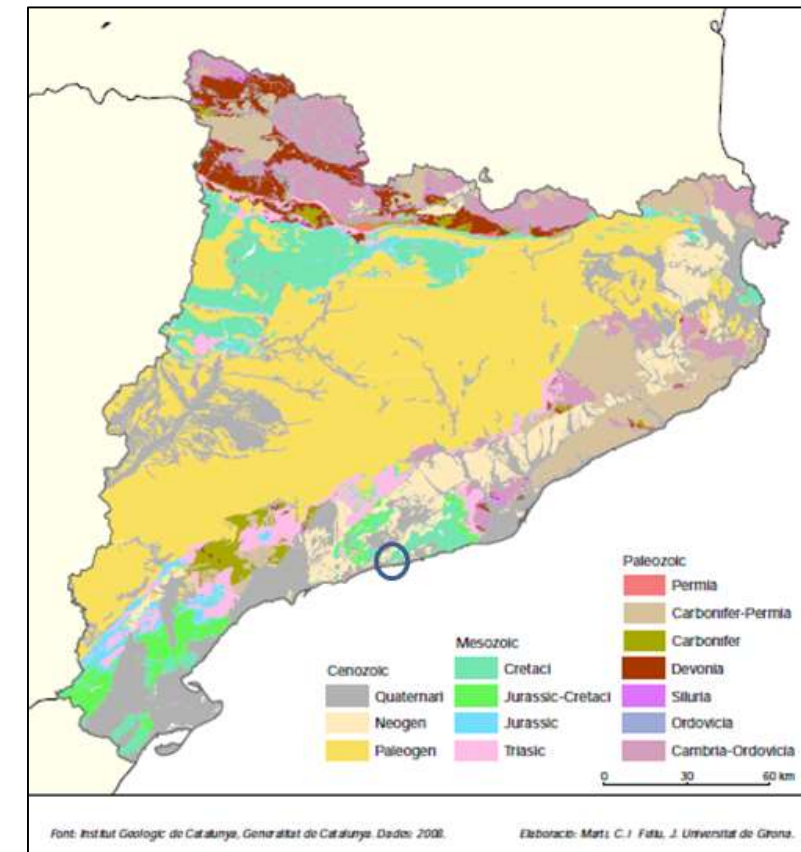


Imagen 1. Mapa geológico. Obtenido de [www.icgc.cat](http://www.icgc.cat)

### Litología

La sucesión estratigráfica tipo para la zona de estudio, sería en este caso la siguiente:

- Nivel I o relleno: este nivel está constituido por arena, grava, restos de cascotes y contenido variable de arcilla. Aparentemente desde la cota 0.00 m hasta aproximadamente 3m de profundidad.
- Nivel II o granular: constituido por arena mal graduada media y fina con indicios de limo. Este nivel se encuentra a partir de los 3m de profundidad hasta varios metros más abajo, profundidad que ya no afecta al ámbito del proyecto.

Granulométricamente se clasifican como "SP (arena mal graduada)" según criterios de Casagrande y presenta un índice de plasticidad de no plástico.

Así mismo, aparentemente no hay presencia de sulfatos solubles en suelos, por lo que según la instrucción EHE-08, no será necesario el uso de hormigones sulforesistentes.

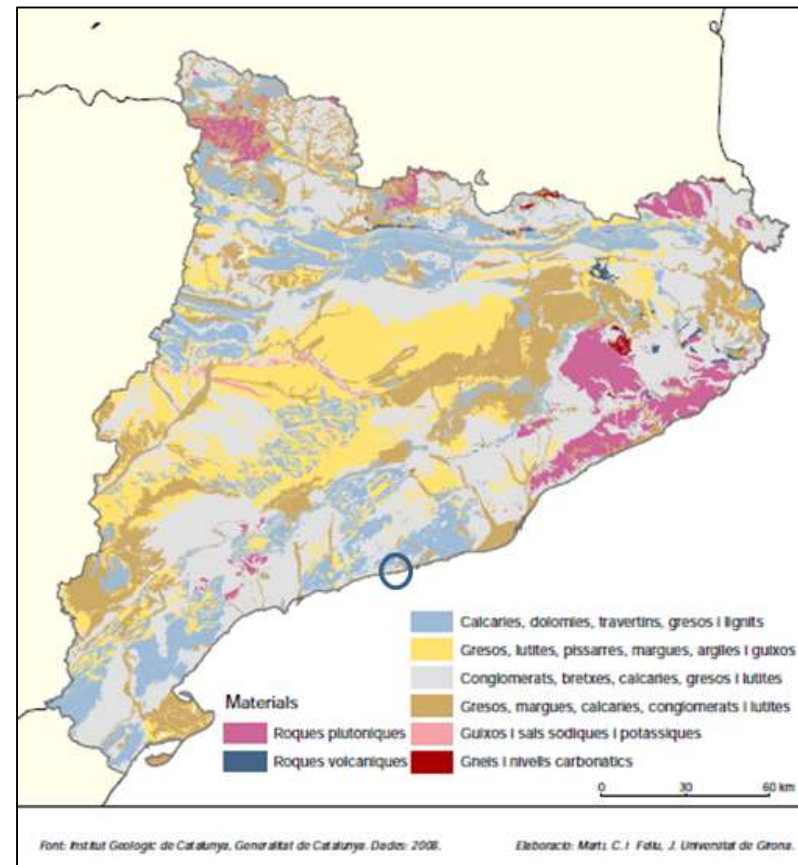


Imagen 2. Mapa litológico. Obtenido de [www.icgc.cat](http://www.icgc.cat)

### Zona tectónica

La zona de estudio forma parte de la cordillera ibérica meridional oriental, comprendida entre una limitación fiable y poco fiable respecto a las zonas tectónicas de Catalunya. Ésta última queda más lejos, despreciando según el mapa de los últimos terremotos registrados, la existencia de sismos en la zona de ubicación de nuestro proyecto.

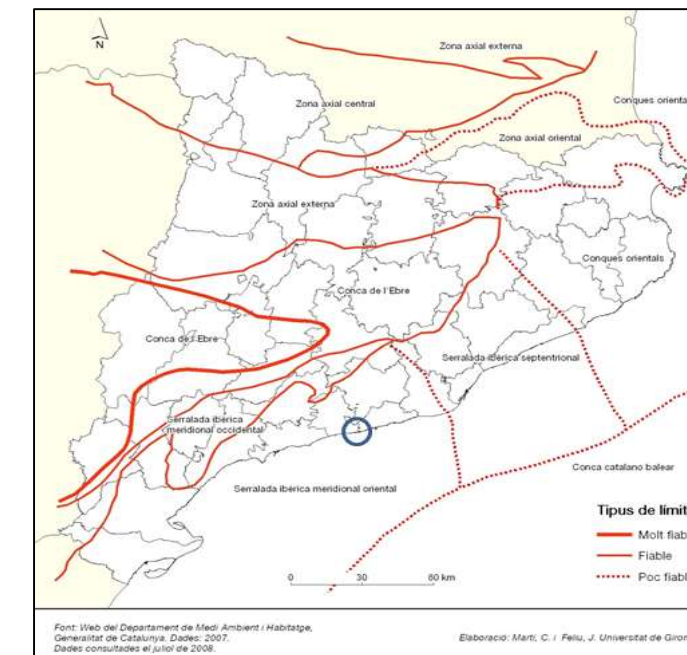


Imagen 3. Mapa zonas tectónicas. Obtenido de [www.icgc.cat](http://www.icgc.cat)

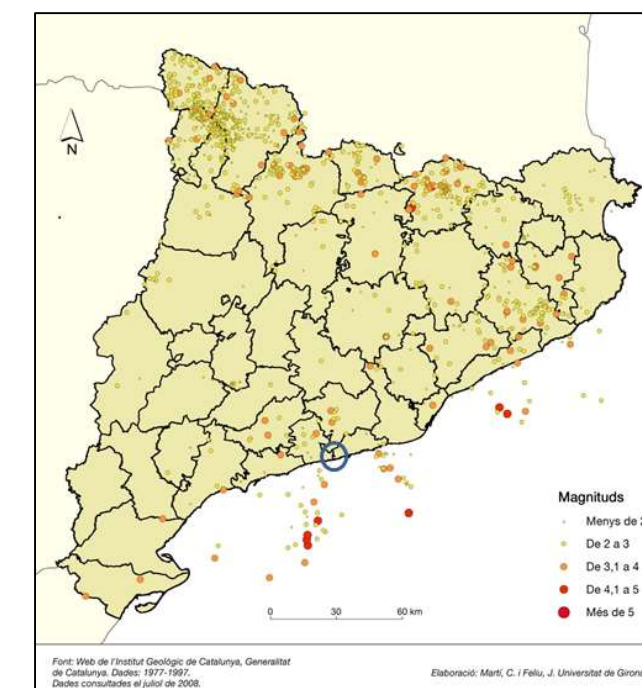


Imagen 4. Mapa principales terremotos registrados. Obtenido de [www.icgc.cat](http://www.icgc.cat)

El municipio de Cunit se encuentra en una zona de baja sismicidad, con un coeficiente de aceleración básica de 0,04, por lo que no es previsible que los efectos sísmicos afecten al proyecto.

## GEOTÉCNIA

### Introducción

El terreno donde asentará el futuro paso inferior está compuesto fundamentalmente por arenas finas y medias, SM y SP (según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS) lo que revela arenas mal graduadas con grava con pocos finos o sin ellos, indicativo de una elevada permeabilidad por parte de estos materiales, que según la bibliografía existente se podría estimar del orden de  $10^{-2} - 10^{-3}$  m/s.

Los parámetros geotécnicos del terreno propuestos son calculados mediante diversas correlaciones de varios autores, a partir de los datos del terreno obtenidos de ensayos SPT realizados en la zona. Además, de entre las diversas correlaciones realizadas se adoptarán los valores más conservadores, quedando por tanto, del lado de la seguridad.

El nivel freático, según los sondeos analizados, no se localiza en nuestro ámbito del proyecto, debiendo estar por debajo de la cota de excavación para la solera del cajón.

Por último y de cara a posibles afecciones a las vías o a los edificios próximos producidos por los asentamientos o movimientos que puedan generar la ejecución de las obras, se plantea la necesidad de instalar hitos de nivelación a lo largo de unos 100 metros de la plataforma ferroviaria en ambas márgenes, y dianas de control topográfico en el edificio de la estación, como parte del control topográfico de las obras durante el período de ejecución de las mismas.

### Estudio geotécnico

Los objetivos del estudio se centran en la determinación de las características geotécnicas del subsuelo.

- Definición del perfil del terreno a partir de la realización de los sondeos mecánicos a cota suficiente para determinar las propiedades geomecánicas del subsuelo.
- Determinación del nivel freático, si es detectado durante el reconocimiento.
- Cálculo de las tensiones admisibles del terreno.

### Trabajos de campo

#### Sondeos

Los datos son obtenidos de dos sondeos de 10 m de profundidad realizados en la zona.

Los sondeos se realizaron con maquinaria a rotación, con recuperación de testigo y un diámetro de 113 mm.

Se emplea tubería de revestimiento para evitar el desmoronamiento de las paredes.

Los testigos recuperados fueron colocarán en cajas, debidamente etiquetadas, para su posterior traslado y estudio en el laboratorio. Con base a las muestras extraídas en cada sondeo, se han realizado los perfiles litológicos correspondientes.

Para conocer la capacidad portante de los diferentes niveles atravesados se realizarán, "in situ", ensayos SPT de penetración dinámica.

### Ensayo penetración dinámica estándar (S.P.T.)

#### Definición

Se define el ensayo de penetración dinámica estándar (S.P.T.) como el número de golpes necesarios para conseguir una penetración de treinta centímetros (30 cm.) de un tomamuestras con una maza de 63,5 Kg. cayendo desde una altura de setenta y cinco centímetros (75 cm.).

Se utiliza para arenas la cuchara de Terzaghi y Peck (Standard) de 2 pulgadas de diámetro exterior y 13/8 de diámetro interior, y para gravas la puntaza cónica de 2 pulgadas de diámetro y ángulo en la punta 60°.

#### Realización del ensayo

En la profundidad determinada se detiene la perforación para realizar el ensayo, pues no debe estar revestido el agujero por debajo de la cota en que se vaya a medir la penetración. Una vez que el tomamuestras se encuentra en el fondo del sondeo se marcan 60 cm. en la varilla divididos en grupos de 15 cm. A continuación se cuentan los golpes necesarios para introducir los 30 cm. centrales.

Se debe suspender el ensayo cuando después de dar una serie de 100 golpes no se han introducido la totalidad de los 30 cm.

También se suspenderá el ensayo cuando después de dar 50 golpes el descenso de la varilla ha sido inferior a 5 cm.

Se debe observar si el tomamuestras penetra bajo su propio peso y cuantos centímetros se introduce.

#### Calicatas

A partir de los resultados de calicatas realizadas en la zona, se comprueba que el nivel freático no afecta al ámbito de nuestro proyecto.

#### Perfil litológico

De los sondeos y calicatas, se obtiene el siguiente perfil.

| COTA | MATERIAL                  | SPT | NF |
|------|---------------------------|-----|----|
| 0    | Rellenos Antrópicos       |     |    |
| 1    |                           |     |    |
| 2    |                           |     |    |
| 3    |                           |     |    |
| 4    | Arenas Mal Graduadas (SP) | 10  |    |
| 5    |                           |     |    |
| 6    |                           |     |    |
| 7    |                           |     |    |
| 8    |                           | 13  |    |
| 9    |                           |     |    |
| 10   |                           |     |    |

No se detecta nivel freático.



### Trabajos de laboratorio

#### Ensayos realizados

Una vez seleccionadas las muestras en el laboratorio se realizarán sobre ellas los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico (UNE-103.101/95).
- Límites de Atterberg (UNE-103.103 y 103.104).
- Determinación de los sulfatos solubles de un suelo (UNE 103.201/96).

#### Parámetros del Terreno

Los parámetros necesarios para el análisis del suelo son los siguientes:

#### Densidad relativa

La densidad relativa puede calcularse según la fórmula propuesta en el ISOPT-1 (1988):

$$\ln(D_r) = 0.478 \cdot \ln(N) - [0.262 \cdot \ln(\sigma'_{vo})]^{0.13} + 2.84$$

- $D_r$  : densidad relativa.
- $\sigma'_{vo}$  : presión vertical efectiva en t/m<sup>2</sup>, tomando una densidad media para estas arenas de 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- $N$  : valor del SPT cuyo valor medio es  $N_{30} = 13$ .

Con todo ello, y a las profundidades de ensayo, se obtendrá el valor de la densidad relativa.

#### Ángulo de rozamiento interno

Para calcularlo podemos utilizar varias correlaciones:

- Meyerhof:  $\varphi = 25 + 0,15 \cdot D_r$  (para porcentaje en finos > 5%)
- Dunham:  $\varphi = (12 \cdot N)^{1/2} + 25$
- Osaki:  $\varphi = (20 \cdot N)^{1/2} + 15$

Tomaremos el valor más conservador de todos ellos.

#### Módulo de deformación

Para el cálculo de los módulos de deformación se pueden seguir las siguientes correlaciones:

- Bowles (1983):  $E = 300 (N+6)$  en KPa
- Webb:  $E = 4 (N+12)$  en kp/cm<sup>2</sup>
- Meigh y Nixon:  $E = 8 \cdot N$  en kp/cm<sup>2</sup>

Calculando un valor medio, se obtendrá el módulo de deformación del material.

#### Módulo de Balasto

Para el cálculo de los módulos de balasto se puede aplicar las correlaciones dadas por el Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Cimientos:

Tabla D.29. Valores orientativos del coeficiente de balasto,  $K_{30}$

| Tipo de suelo          | $K_{30}$ (MN/m <sup>3</sup> ) |
|------------------------|-------------------------------|
| Arcilla blanda         | 15 – 30                       |
| Arcilla media          | 30 – 60                       |
| Arcilla dura           | 60 – 200                      |
| Limo                   | 15 – 45                       |
| Arena floja            | 10 – 30                       |
| Arena media            | 30 – 90                       |
| Arena compacta         | 90 – 200                      |
| Grava arenosa floja    | 70 – 120                      |
| Grava arenosa compacta | 120 – 300                     |
| Margas arcillosas      | 200 – 400                     |
| Rocas algo alteradas   | 300 – 5.000                   |
| Rocas sanas            | >5.000                        |

#### Tensión Admisible

Tal y como dice la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera del Ministerio de Fomento, salvo circunstancias especiales, el límite de la presión que puede aplicarse sobre formaciones arenosas está limitado por razones de asiento. La misma guía hace recomendable la utilización de la expresión siguiente:

$$p_{v adm} = 4 \bar{N}_{60} \cdot f_B \cdot f_D \cdot f_L \cdot f_I \cdot f_W \quad (\text{kPa})$$

- $N$  Valor de cálculo del índice  $N$  del ensayo SPT
- $f_B$  Factor de corrección adimensional que tiene en cuenta el ancho de la cimentación
- $f_D$  Factor de corrección adimensional que tiene en cuenta la profundidad de cimentación
- $f_I$  Factor de corrección adimensional que tiene en cuenta la forma de la cimentación
- $f_i, f_w$  Factores adimensionales para considerar el efecto del agua que pudiera existir bajo la cimentación

En nuestro caso, estos parámetros valdrían:

|    |      |
|----|------|
| N  | 12   |
| fb | 1,50 |
| fd | 1,20 |
| fl | 0,73 |
| fi | 1,00 |
| fw | 1,60 |

Con lo que obtendríamos una Presión admisible del terreno de aproximadamente 100 KN/m2

Resumen

Finalmente se añade una tabla resumen con las características del terreno que se han adoptado en este proyecto:

|                                            |                 |
|--------------------------------------------|-----------------|
| Ángulo de rozamiento interno               | 30,00           |
| Coeficiente de empuje activo horizontal    | 0,33            |
| Coeficiente de empuje en reposo horizontal | 0,50            |
| Coeficiente de rozamiento terreno-zapata   | 0,50            |
| Densidad de las tierras                    | 18,60    KN/m3  |
| Densidad del relleno inerte                | 19,06    KN/m3  |
| Tensión admisible del terreno              | 100,00    KN/m2 |
| Coeficiente de balasto                     | 10,00    N/cm3  |

- No se localiza el nivel freático en los 10 m de sondeo.
- Dada la proximidad de la obra al mar, menor de 5 Km, la clase de exposición general del hormigón será IIIa. No se detectan sulfatos ni algún otro agente agresivo, por lo que no se aplica ninguna clase específica de exposición.