

**ANEJO Nº 04. GEOLOGÍA Y
MATERIALES A UTILIZAR**

TÍTULO DEL TRABAJO: **PROYECTO CONSTRUCTIVO DE INTEGRACION DEL
FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT.
ALTERNATIVA EN SUPERFICIE.
GEOLOGÍA, MATERIALES, CLIMATOLOGÍA E
HIDROLOGÍA**

TÍTULO DEL DOCUMENTO: **ANEJO Nº 04. GEOLOGÍA Y MATERIALES A UTILIZAR.**

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por:	RAMÓN CÓRDOBA BAVIERA		Junio - 2014

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	ESTRATIGRAFÍA	3
2.1	Material consolidado (Roca):	4
2.2	Material suelto (Suelos):	4
3.	TECTÓNICA.....	6
4.	SISMICIDAD	6
5.	HIDROGEOLOGÍA	7
6.	MATERIALES A UTILIZAR	8
6.1	Sub-balasto	8
6.1.	Balasto.....	9
7.	PROCEDENCIA DE MATERIALES	9
8.	VERTIDO DE MATERIALES	10

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es un estudio geológico de la zona, analizando superficialmente el material que se encuentra en la zona, así como la posibilidad de reutilización de estos materiales en la obra. Además de esto, se describen las características de los materiales necesarios para realizar la obra y la procedencia de estos de las diferentes canteras o préstamos.

El municipio se encuentra en la Cordillera Costero Catalana, más en concreto la Cordillera Litoral, paralela a la línea de costa, con dirección noroeste – sureste, que separa el mar Mediterráneo de la Depresión del Ebro, formando la unidad geológica llamada Catalánides. Los catalánides se descomponen en tres grupos: la Cordillera Prelitoral, la Depresión Prelitoral y la Cordillera Litoral, esta última es donde se encuentra Sant Feliu de Llobregat.

Más concretamente, el municipio se sitúa en un extremo de la Sierra de Collserola, junto al Rio Llobregat que delimita esta sierra. Es una zona de contraste ya que se muestra el cambio de constitución geología, ya que se encuentra en los márgenes del rio materiales provenientes de depósitos coluviales y las laderas de la sierra cubierta de una gran masas forestal característica de la zona mediterránea.

Toda la información y figuras de este estudio se han obtenido de los siguientes archivos:

- Hoja núm. 420 (Hospitalet de Llobregat), del Mapa Geológico de España escala 1:50.000 del IGME (Instituto Geológico y Minero de España)
- Geotrell III. Mapa Geològic de les zones urbanes, Sant Feliu de Llobregat 286-126 (420-6-6) escala a 1:5.000 del ICGC (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya).
- Mapa hidrogeològic del tram baix del Llobregat i el seu delta escala 1:30.000 del ICGC
- "Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)" editada por el Ministerio de Fomento. Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre.
- N.R.V. 7-1-3.1 de enero de 1995, normativa de Renfe.
- PF-6, Orden FOM 1269/2006
- PF-7, Orden FOM 1269/2006

2. ESTRATIGRAFÍA

En la siguiente figura extraída del mapa geológico a escala 1:100.000 de Sant feliu de Llobregat obtenido del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICG), se puede observar al periodo geológico al que pertenecen los distintos estratos del suelo que nos encontramos en esta localidad.

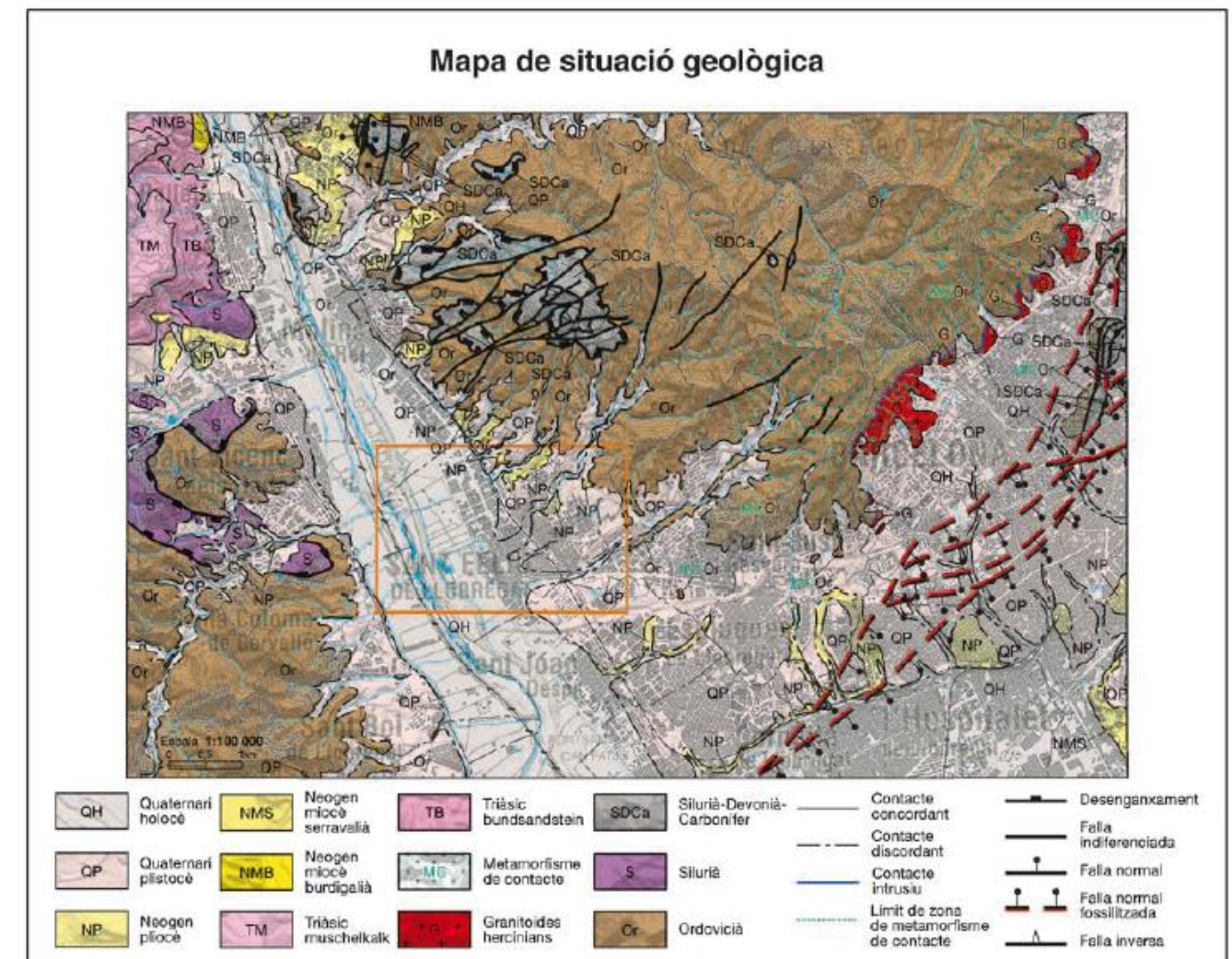


Figura 1. Mapa de situación geología

Como se puede apreciar la mayoría de los materiales pertenecen a la era Cuaternario, más en concreto a la época del Holoceno y Pleistoceno, sobre todo en la zona urbana, donde hay una escasa pendiente y tiene una altimetría baja. El otro periodo al que pertenecen estos materiales es el Ordovícico, de la era Paleozoico, en la zona montañosa.

Las unidades estratigráficas interceptadas por el trazado del ferrocarril son las siguientes:

2.1 Material consolidado (Roca):

En el siguiente mapa a escala 1:25.000 se puede observar el material consolidado perteneciente a era anterior al Cuaternario.

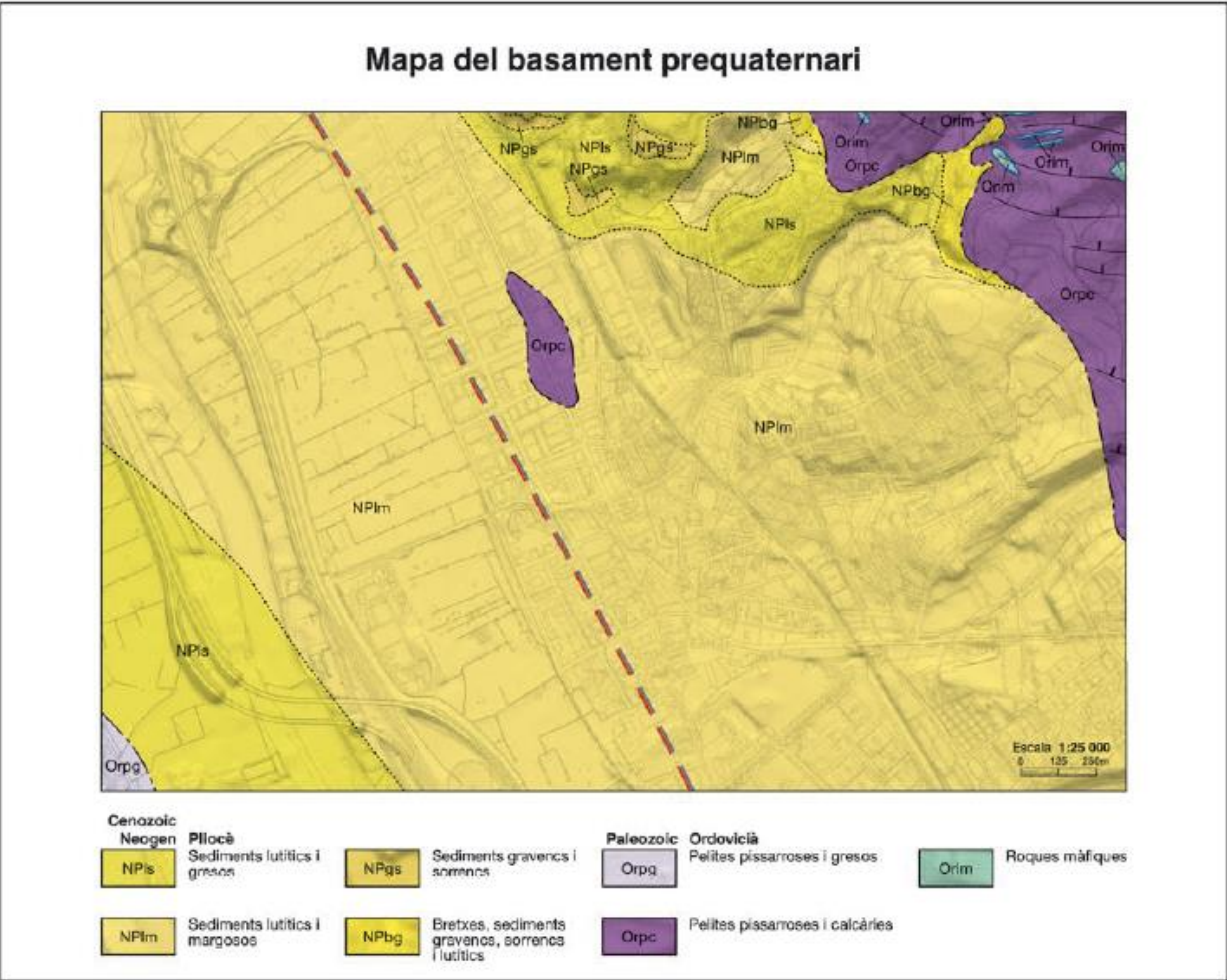


Figura 2. Mapa geològic, material pre-Cuaternario

Paleozoico, Ordovícico. (Orpg)

La unidad está constituida por una alternancia de lutitas pizarrosas y lutitas arenosas ricas con intercalaciones pequeñas de cuarcita. Las capas arenosas tienen geometrías superpuestas en planos paralelos, con potencias de los estratos de centímetros, que internamente presentan granoclasificación positiva, es decir, que los sedimentos se encuentran ordenados en el plano horizontal en función del tamaño del grano, con las partículas mayores en la parte inferior, con algunas laminaciones que presentan ripple-marks (ondulitas o rizaduras). Las potencias de los estratos de lutitas cuarcitas son desconocidas, pero se estima 450 metros para las lutitas y 120 para las cuarcitas.

Paleozoico, Silúrico-Devónico. (Orpc)

Está constituida por tres niveles, uno por lutitas, que el caso con mayor meteorización se habrán formado filitas pizarrosas, otro nivel por material calcáreo que son filitas calcáreas y un último formado por calcoesquistos o calcoesquisto proveniente de este material calcáreo. Las filitas pizarrosas tienen intercalaciones esporádicas, entre centímetros y decímetros de filitas calcáreas de color marrón. Los calcoesquistos tienen pequeñas venas de cuarzo, con un grosor no mayor al centímetro. En conjunto, estos materiales tienen un metamorfismo regional muy bajo.

2.2 Material suelto (Suelos):

En este mapa a escala 1:25.000 se clasifica el material sedimentario en la zona de Sant Feliu de Llobregat.

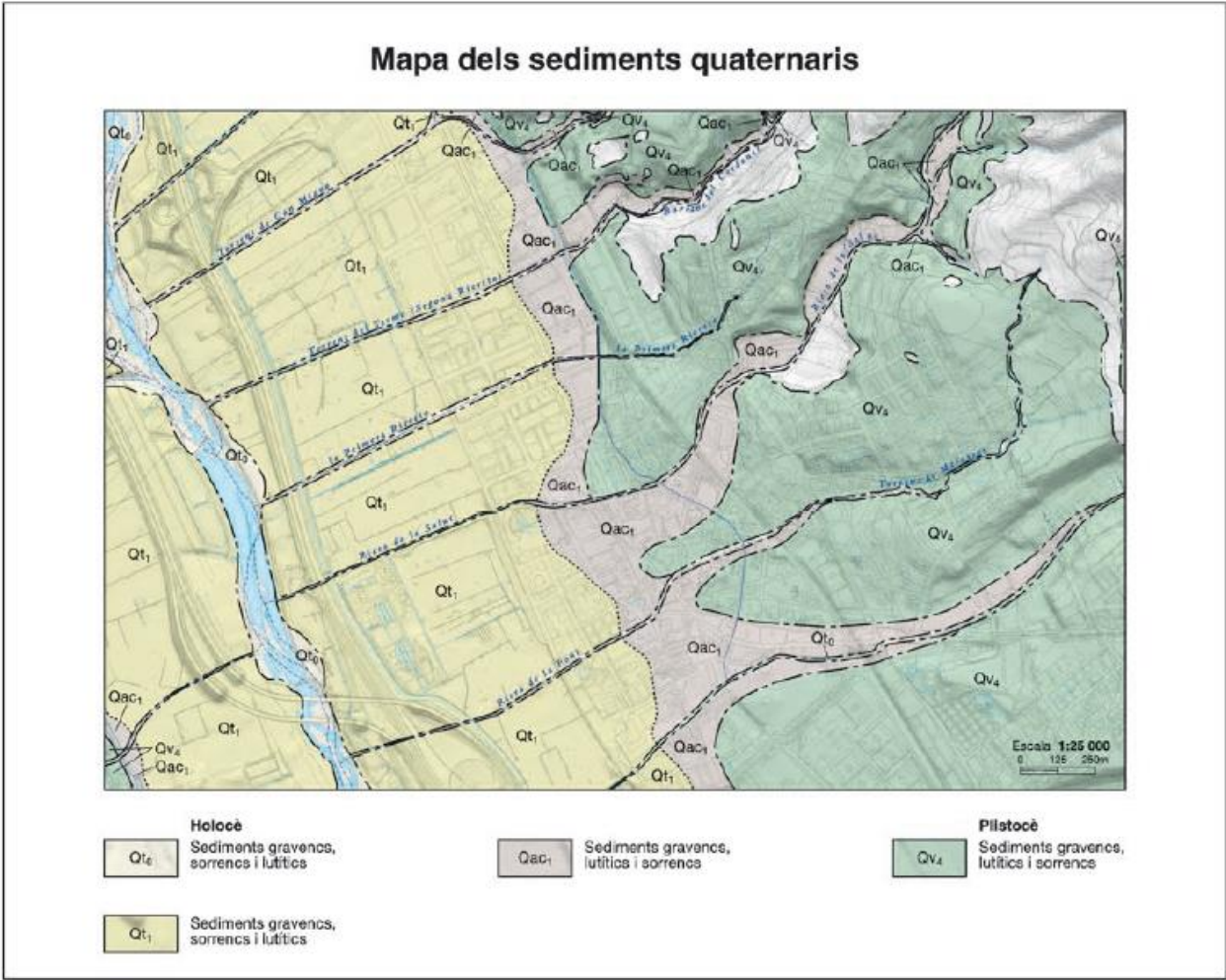


Figura 3. Mapa geològic, material cuaternario

Cenozoico. Cuaternario. Holoceno. En esta época se encuentran tres tipos de suelos diferentes:

Sedimentos gravosos, arenosos y lutíticos (Qt1 y Qac1). Se encuentran próximos a los márgenes del río Llobregat, formado por suelos aluviales. Estos suelos aluviales están formados por gravas con intercalaciones de arenas y sedimentos lutíticos. El color presenta un color marrón. El porcentaje de finos

se ve incrementado en la parte superior del sustrato. El diámetro de las gravas es de alrededor del centímetro. En cuanto a la clasificación, se puede decir que los finos no son plásticos y el suelo es seleccionado. La potencia es de alrededor de 20 metros. Estos sedimentos tienen una gran permeabilidad, además es por donde se filtra el agua que llega al acuífero de la Valla Baixa del Llobregat.

Sedimentos gravosos, lutíticos y arenosos (Qv4). Está formado por gravas con cantos procedentes de rocas sedimentarias y metamórficas paleozoicas y cuarzo. Presenta una granoclasificación positiva donde en la superficie hay una mayor cantidad de finos y el porcentaje de gravas desciende. La parte superior está compuesta principalmente por limos arenosos con una gran cantidad de nódulos calcáreos que puede superar el metro de potencia. Los estratos compuestos por lutitas tienen granos de grava y arenas dispersas. El suelo de la cimentación tiene una plasticidad baja y están clasificados según el diagrama de Casagrande CL (Arcilla de baja plasticidad). Este es el suelo que afecta directamente al trazado y es donde se realizaran las obras.

Material antrópico. Rellenos generados por la actividad humana.

En la siguiente figura se puede ver un corte del terreno mostrando las unidades geológicas de la zona.

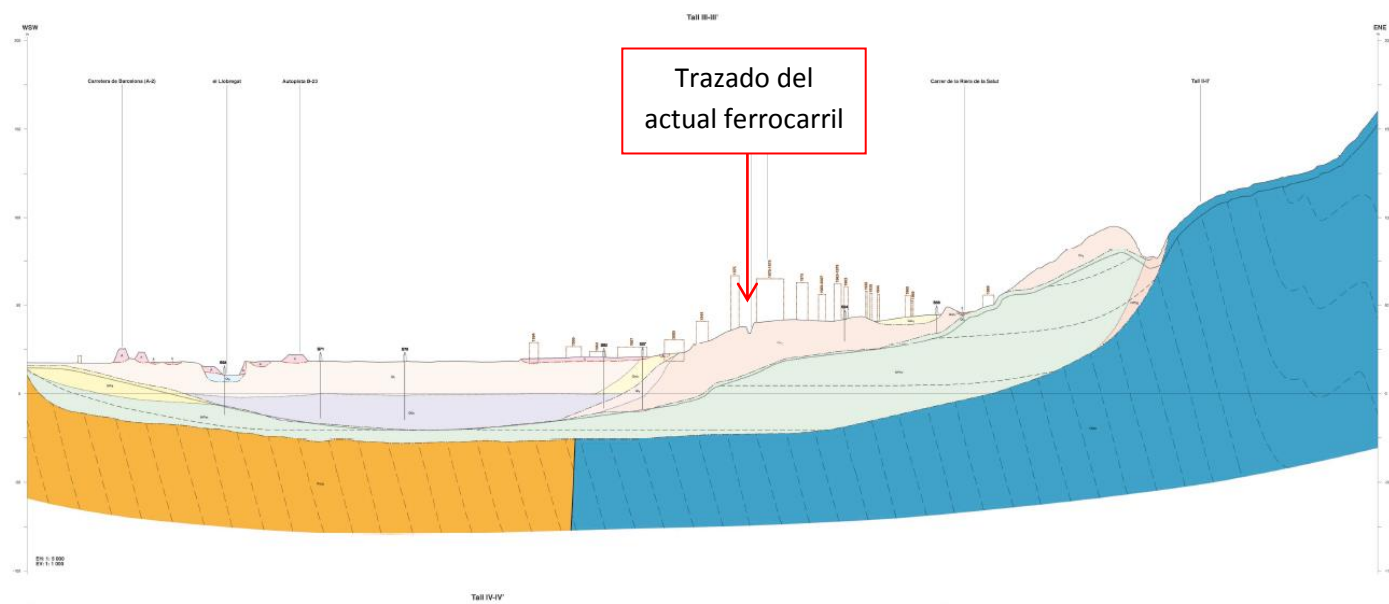


Figura 4. Perfil geológico

Unitats compostes fonamentalment de materials consolidats

Roques sedimentàries

Roques sedimentàries detrítiques

Orpg Pelites pissarrores i gresos. S'atribueix a l'Ordovicià

Roques sedimentàries mixtes

Orpc Pelites pissarrores i calcàries. S'atribueix a l'Ordovicià

Unitats compostes fonamentalment de materials no consolidats

Dipòsits antròpics

A Dipòsits antròpics

Sediments quaternaris

Ql0 Sediments gravencs, sorrencs i lutítics. S'atribueix a l'Holocè

Ql1 Sediments gravencs, sorrencs i lutítics. S'atribueix a l'Holocè

Qac1 Sediments gravencs, lutítics i sorrencs. S'atribueix a l'Holocè i al Plistocè superior

Qlb1 Sediments gravencs i sorrencs. S'atribueix al Plistocè superior

Ql2 Sediments gravencs i sorrencs. S'atribueix al Plistocè

Qv1 Sediments gravencs, lutítics i sorrencs. S'atribueix al Plistocè

QA Dipòsits quaternaris i antròpics indiferenciats

Sediments prequaternaris

NPl1 Sediments lutítics i gresos. S'atribueix al Pliocè

NPlm Sediments lutítics i margesos. S'atribueix al Pliocè

NPgs Sediments gravencs i sorrencs. S'atribueix al Pliocè

NPbg Brexes, sediments gravencs, sorrencs i lutítics. S'atribueix al Pliocè

Figura 5. Leyenda del perfil geológico

3. TECTÓNICA

Según el informe del mapa geológico de España E. 1:50.000, hoja 420, indica que en la zona se encuentran tres unidades morfo-tectónicas:

- La sierra de Collserola, formada por parte del macizo herciniano de los Catalánides
- El macizo de Garraf que está atravesado por la falla de Llobregat, que corta transversalmente la Cordillera Costera Catalana (Catalánides) y se encuentra rellena de sedimentos del periodo Cuaternario.
- La depresión del Vallés-Panadés que se han depositado sedimentos de la época Mioceno.

4. SISMICIDAD

Según "Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)" Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, clasificaría la construcción de importancia especial, tomando como definición de "importancia especial" la siguiente:

"Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos, incluyéndose las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc., que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y ferrocarril"

A continuación se muestra la figura extraída de la norma donde indica la aceleración sísmica básica.

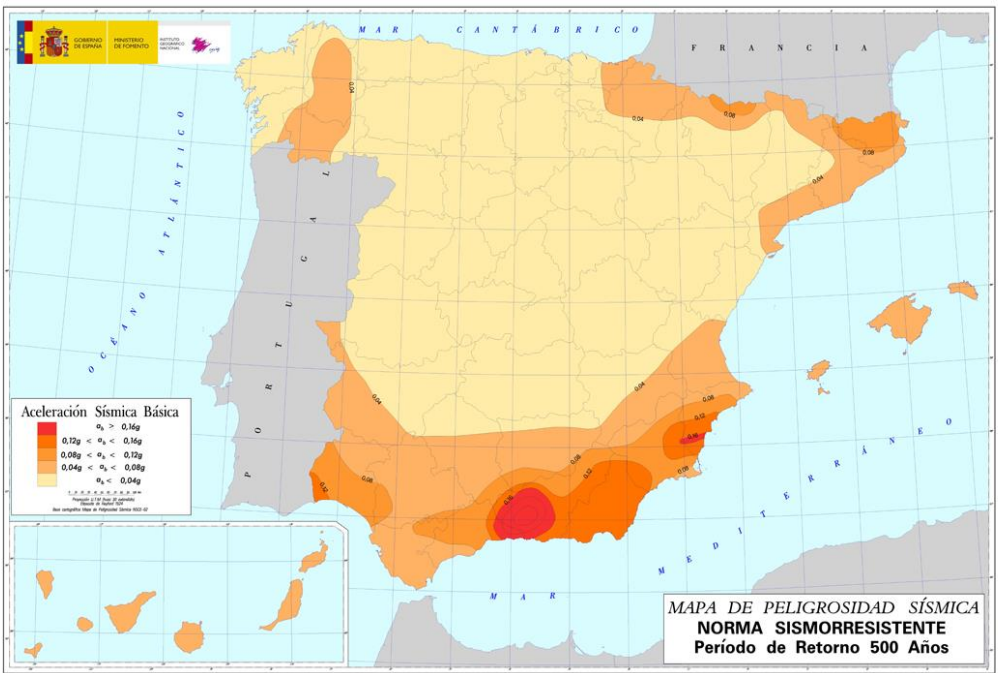


Figura 6. Mapa valor de aceleración sísmica básica

El valor para la aceleración sísmica básica en Sant Feliu de Llobregat es de 0,4.g (g : aceleración de la gravedad), por lo que según la norma estaría en el límite para tener en cuenta la acción sísmica en los cálculos de las estructuras, por debajo de este valor no haría falta.

En el siguiente mapa se puede observar la intensidad sísmica para un periodo de retorno de 500 años obtenida del Instituto Geográfico Nacional (IGN) .

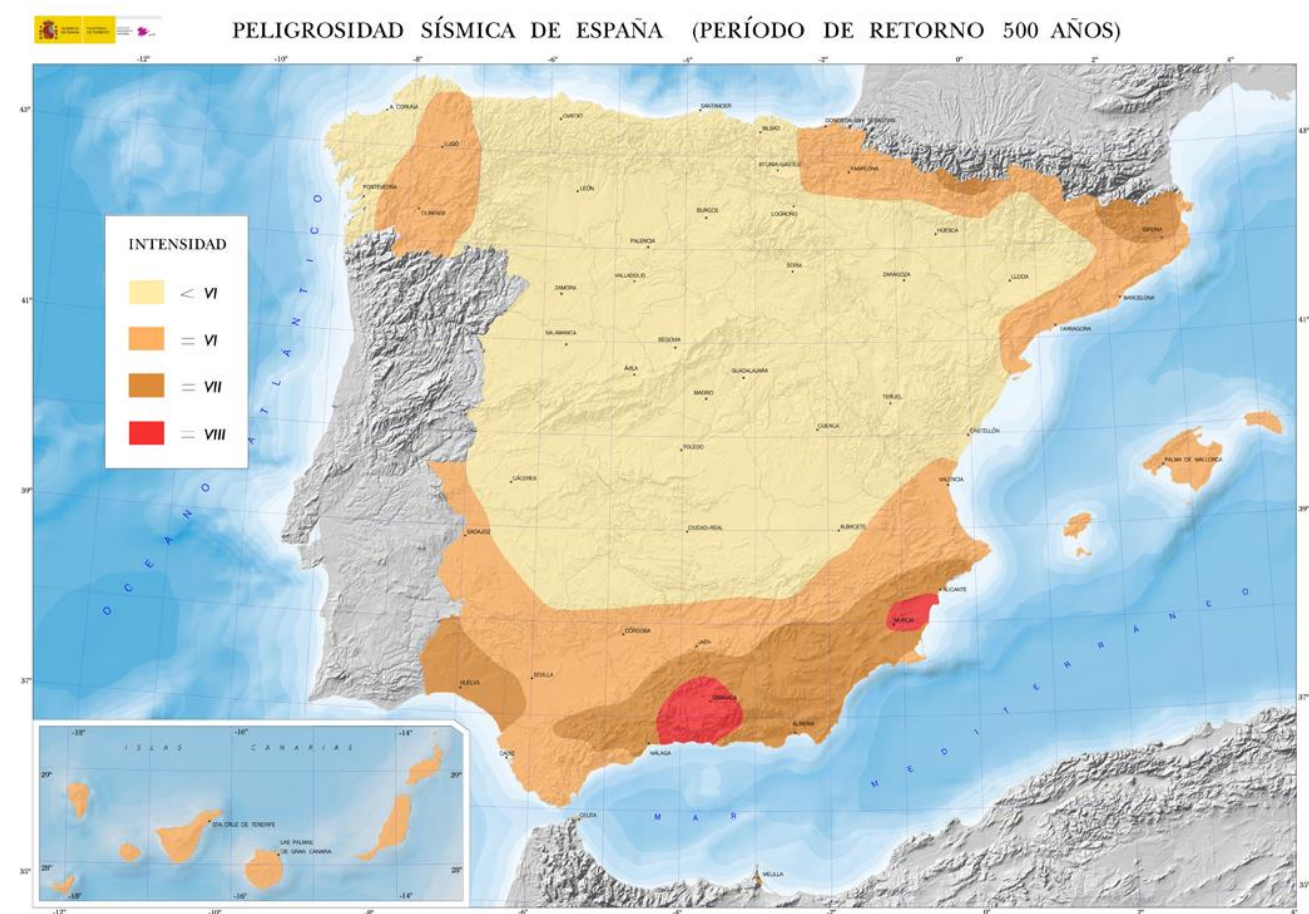


Figura 7. Mapa peligrosidad sísmica de España, periodo de retorno 500 años

En la escala de sismológica de Mercalli, el municipio entra dentro de una intensidad de grado VI (Fuerte) y se define como “Sacudida sentida por toda la zona. Algunos muebles pesados cambian de sitio y se provoca daños leves, especialmente en materiales ligeros. Daños leves.”

5. HIDROGEOLOGÍA

El principal recuso hidrológico del que se sustenta las población es de las aguas que circulan por el río Llobregat, cuyo nacimiento se encuentra en el Pirineo oriental, mas concretamente en el municipio de Castellar de Nuch, a 1295 metros de altura y con una longitud de 168,5 kilómetros. Desemboca en Barcelona. Tiene una caudal medio de 19 m³/s y la superficie de la cuenca donde desembocan los principales caudales de las subcuencas es de 4.923 km². En el nacimiento del rio se encuentran tres embalses con una capacidad reguladora máxima de 213 mh³

Además de esto, el suministro de agua lo realizan mediante pozos localizados en distintos puntos del rio gestionados por la Comunitat d’Usuaris d’Aigües del Delta del Riu Llobregat y la Comunitat d’Usuaris de la Cubeta de Sant Andreu. Son utilizado en casos de lluvias torrenciales que el agua se encuentre muy agitada con sedimentos en suspensión, sequias y posibles contaminaciones de agua del caudal de rio.

Junto a esto se encuentra el agua procedente de la sierra de Collseroal, de origen pluvial que discurre tanto por escorrentía superficial como subterráneas y tiene como punto de desemboque el rio Llobregat.

En la siguiente figura obtenida del mapa hidrogeológico del tramo del Baix Llobregat y su delta, escala 1:30.000 del IGC donde se puede observar un sondeo del cauce que atraviesa el municipio de Sant Feliu de Llobregat

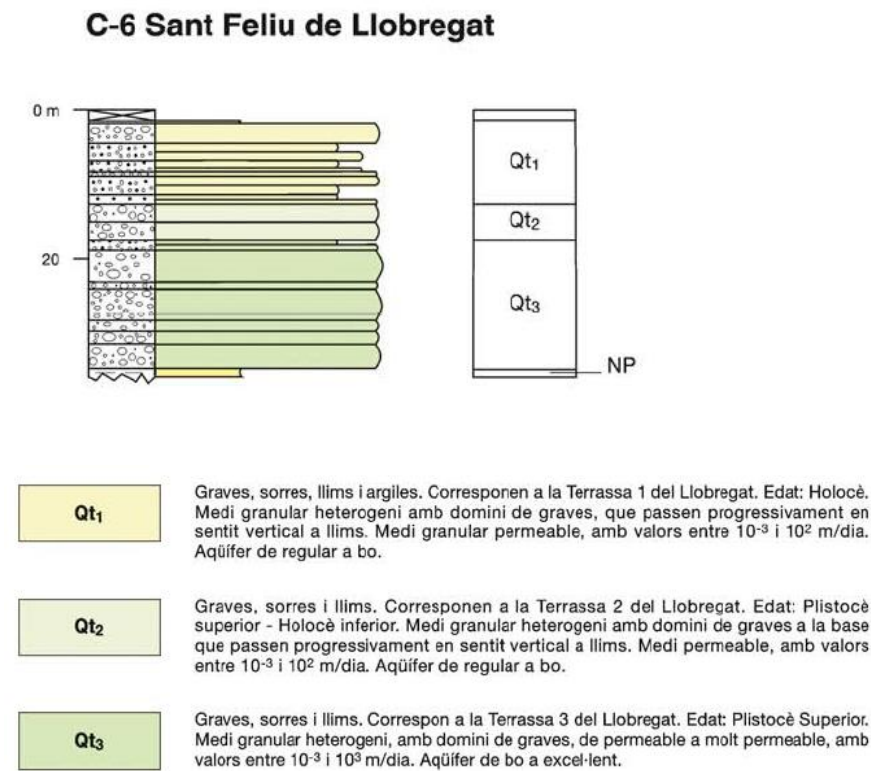


Figura 8. Sondeo lecho fluvial Sant Feliu de Llobregat

6. MATERIALES A UTILIZAR

Debido a las conclusiones obtenidas en el estudio geológico, se puede asimilar que el suelo por donde pasa el trazado del ferrocarril se clasifica en un suelo QS1, suelo malo que tiene un porcentaje de finos entre el 15% y el 40% o rocas muy evolutivas como esquistos evolutivos, que es el caso en el que nos encontramos. Si las condiciones hidráulicas fueran buenas, este suelo podría clasificarse como QS2, pero no se da tal condición.

El criterio general escogido para una obra nueva es que la capacidad portante de la plataforma sea alta, es decir, de clase P3, con el objetivo de minimizar los espesores de balasto y sub-balasto para mejorar el comportamiento de la plataforma a largo plazo. Las plataformas P3 tienen un índice CBR (California Bearing Ratio) superior a 20. Para conseguir esta condición se debe disponer una capa de forma con un espesor superior a 60 cm de suelo clase QS3 sobre el lecho de suelo que nos encontramos en el terreno. La característica de este tipo de suelo QS3 es que tenga menos del 5% de finos.

Según la N.R.V. 7-1-3.1, como la velocidad máxima del ferrocarril es inferior a 160 km/h, el espesor del sub-balasto será de 25 cm, siempre y cuando la altura del balasto por debajo de la traviesa sea inferior a 30 cm, tal y como se indica en la siguiente figura extraída de dicha norma.

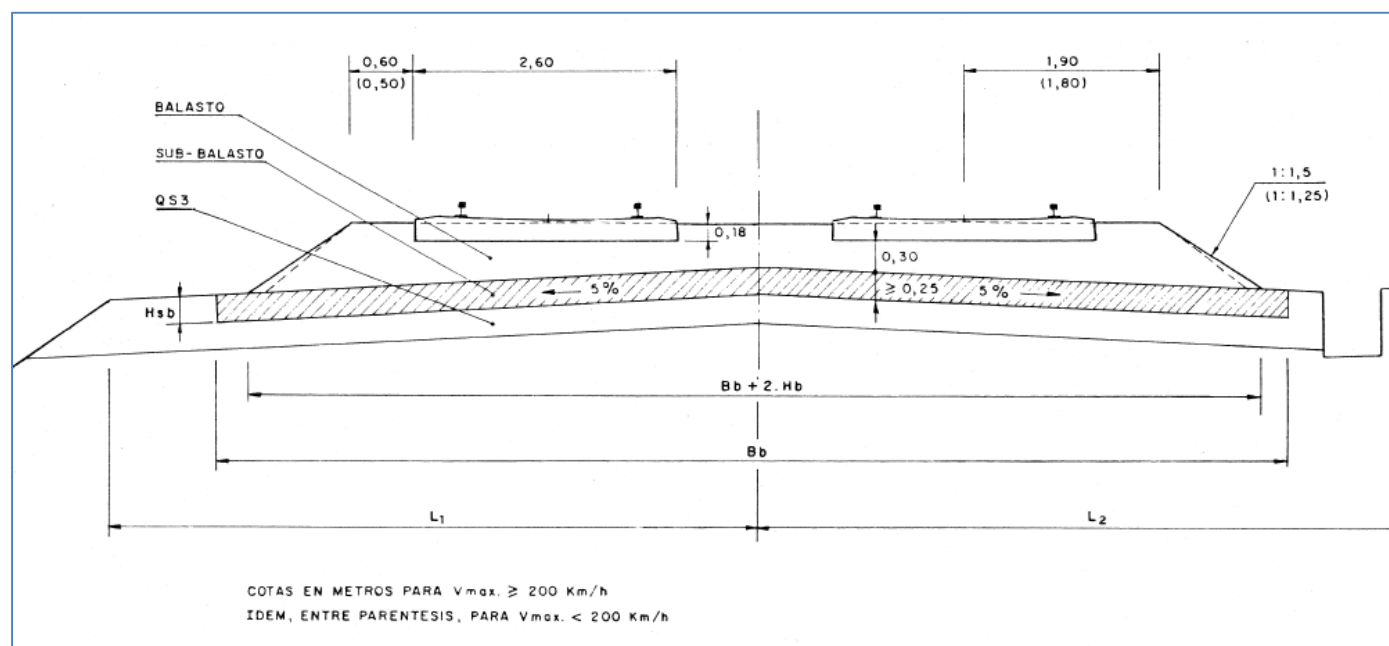


Figura 9. Figura 3d de N.R.V. 7-1-3.1

6.1 Sub-balasto

Finalmente se dispondrá una capa de 25 cm de sub-balasto, que según el PF-7, Orden FOM 1269/2006 tendrá las siguientes características:

- Extraído de canteras, desmontes o prestamos de materiales rocosos, tras el proceso de machaqueo, cribado y clasificación.
- El 100% de las partículas retenidas por el tamiz 4 son de las denominadas "Trituradas".
- El contenido de materia orgánica y el contenido en sulfatos serán inferiores al 2% en peso de la fracción que pase por el tamiz 2.
- El coeficiente de uniformidad ($C_u = D_{60}/D_{10}$) será mayor o igual a 14.
- El coeficiente de curvatura ($C_c = D_{30}^2/(D_{10} \cdot D_{60})$) estará entre 1 y 3.
- El equivalente de arena será mayor de 45 para la fracción que pase por el tamiz 2%.
- Si la capa de forma tiene más de 15% de finos (material que pase por el tamiz 0,0063) :
 - Porcentaje de arena (Material entre el tamiz 2 y 0,063) será mayor del 30% del peso total de la muestra.
 - La fracción que pase por el tamiz 0,2 estará comprendida entre el 20% y el 25% del peso total de la muestra.
- Insensible al riesgo de penetración por helada.
- Coeficiente de desgaste de los Ángeles (CLA) inferior a 28%.
- Coeficiente Micro-Deval húmedo (MDH) inferior a 22%.
- Compactado al 100% del Proctor Modificado.
- Indeflexible al paso de la maquinaria
- Permeabilidad baja para proteger la plataforma
- La granulometría del sub-balasto deberá estar comprendida dentro de los siguientes rangos

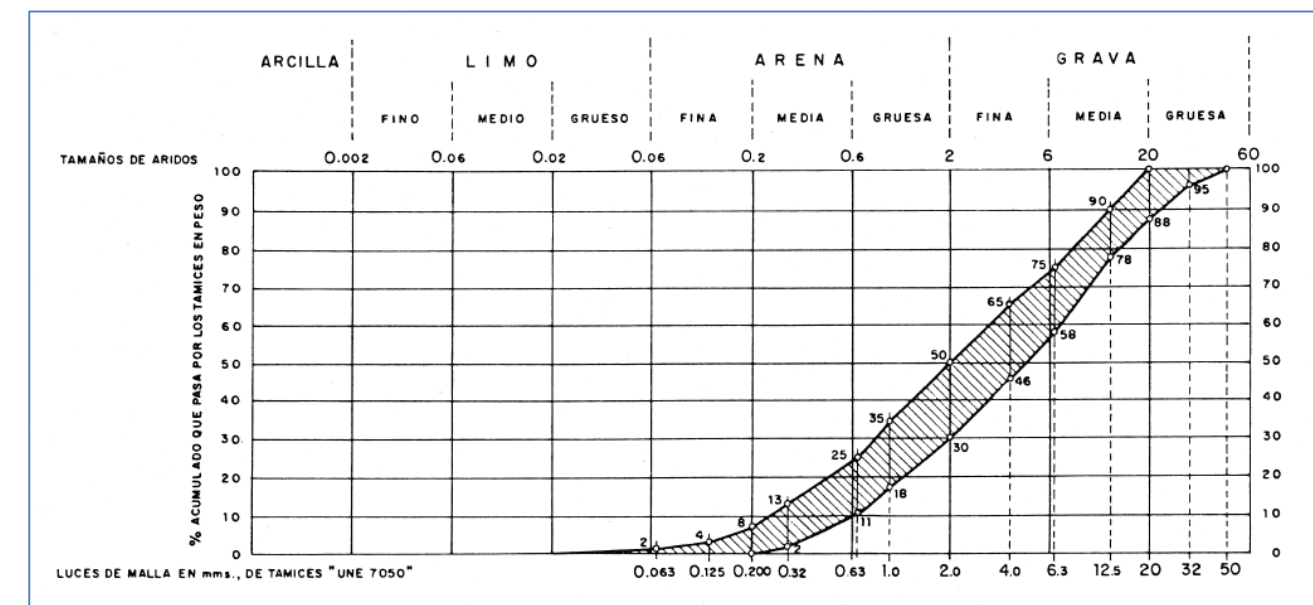


Figura 10. Figura 3e de N.R.V. 7-1-3.1 (Huso granulométrico)

6.1. Balasto

Se colocará una capa de 30 cm de balasto por debajo de la traviesa, que según el PF-6, Orden FOM 1269/2006, el balasto tendrá las siguientes características:

- Extraído de canteras, desmontes o prestamos de materiales rocosos, tras el proceso de machaqueo, cribado y clasificación.
- Las rocas extraídas de canteras serán de naturaleza silíceas, preferentemente de origen ígneo o metamórfico, nunca de naturaleza caliza o dolomítica.
- La suma de los materiales retenidos en los tamices 40 y 31,5 deberá ser superior a 50% en peso.
- La recepción del balasto en obra tendrá que tener un porcentaje inferior a 1% del peso total de la muestra el material que pasa por el tamiz 0,5 (partículas finas).
- La recepción del balasto en obra tendrá que tener un porcentaje inferior a 0,7% del peso total de la muestra el material que pasa por el tamiz 0,063 (finos).
- El porcentaje en peso retenido de elementos no cúbicos respecto al total retenidos en el tamiz 22,3 será igual o inferior al 10%.
- Menos del 4% de las piedras tendrá una longitud máxima de 100 mm.
- El Coeficiente de los Ángeles (CLA) será inferior o igual a 16%.
- Debe ser resistente a la meteorización por la acción de la helada.
- La granulometría del balasto deberá estar comprendida dentro de los siguientes rangos:

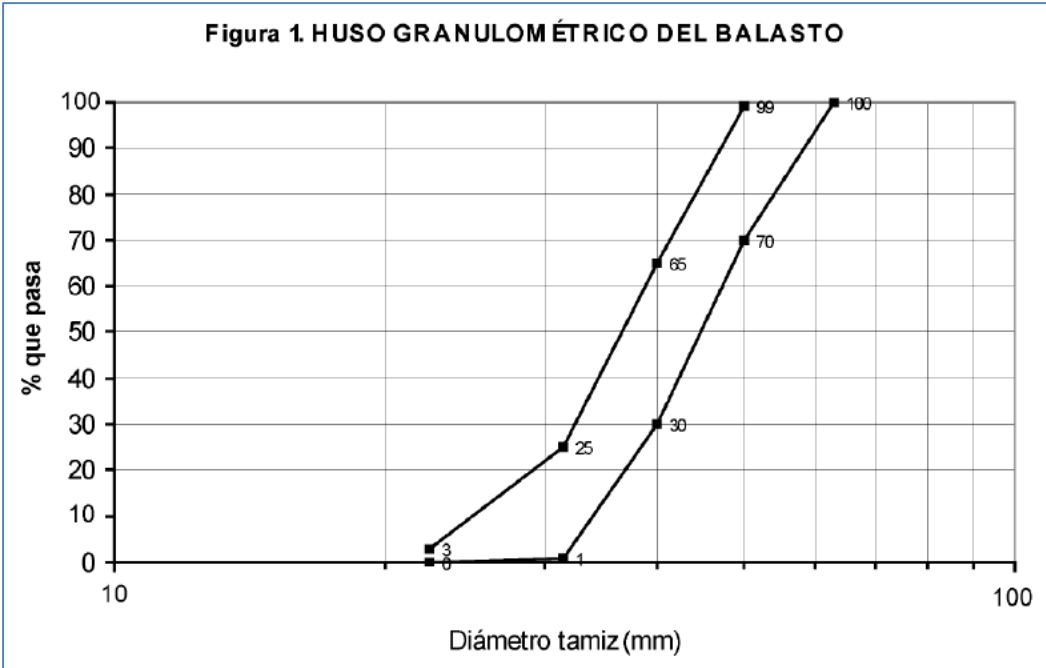


Figura 11. PF-6 (Huso granulométrico)

7. PROCEDENCIA DE MATERIALES

Con las grandes restricciones antes mencionadas para los materiales necesarios y las características descritas de los depósitos de materiales y rocas no se ajustan a estos, se tendrá que obtener de las canteras y prestamos cercanos a la obra. Por tanto, los materiales necesarios serán los siguientes:

- Material para capa de forma
- Material para sub-balasto
- Material para balasto
- Árido para hormigón

Los materiales extraídos de las excavaciones, los desmontes, debido a las características exigidas para el material que se debe utilizar en la obra no se podrán aprovechar para la realización de esta, únicamente se podrán utilizar como relleno para los desvíos provisionales, el resto del material que no sea utilizado para tal fin será llevado a vertederos controlados. Una vez demolidos los desvíos provisionales se hará lo mismo que con el material sobrante. En el plano 6.1 *Situación de canteras y vertederos* se puede observar el lugar donde se encuentran las canteras y los vertederos de tierras.

A continuación se muestra una tabla con todas las canteras cerca de la zona estudiadas.

	Empresa gestora	Cantera	Dirección	Municipio	Distancia (Km)	Material
Canteras	Hanson HeidelbergCement Group	Cantera d'Olesa	Carretera de Bergues a Avinyonet BV-2411 Km.16 - 08795	Olesa de Bonesvalls (Barcelona)	28,2	Granito
		Cantera J. Riera	Carretera C-35 Km. 48 - 08450	Llinars del Vallès (Barcelona)	58	Granito
		Piedras y derivados	Carretera de la Sentiu s/n - 08850	Gavà (Barcelona)	21	Granito
	Àrids Garcia Canteres Granítics, SL	El coll	Carretera de Cardedeu a Dosrius (BV-5103), Km.6.500 El Coll - 08450	LLinars del Vallès (Barcelona)	55,3	Granito
	Canteras Canro, SA	Pedreira Can Donadeu	Carretera BV-5001 Km. 10, Sant Fost de Campsentelles - 08105	Sant Fost de Campsentelles (Barcelona)	25,4	caliza

La cantera en la que se pedirá el suministro será la cantera J. Riera S.A. ya que esta lleva distintivo de calidad Adif de canteras suministradoras de balasto tipo 1, que es el de mayor calidad, a pesar de la que es la que tiene mayor distancia. Para el sub-balasto, al ser menos restrictivas las condiciones para ser aptos, podrá escogerse cualquiera a menor distancia para reducir costes, aunque se podría encargar en la misma que el balasto.

8. VERTIDO DE MATERIALES

Como se ha mencionado anteriormente, el material extraído no se podrá utilizar para la construcción final de la infraestructura debido a sus características, por eso será llevado a vertederos controlados. Según el Decreto 69/2009, de 28 de abril de la Generalitat de Catalunya, el movimiento de tierras entra dentro de los residuos admisibles sin la realización previa de pruebas en depósito para residuos inertes, exceptuando la tierra vegetal y las tierras contaminadas. Se parte de la base de que no se encuentran tierras contaminadas, que si fuera el caso debería llevarse a una planta de tratamiento de RCD (Residuos de la construcción y demoliciones), antes de ser depositados en el vertedero controlado. Respecto a la tierra vegetal se venderá a los agricultores de la zona o cualquier entidad privada con el fin de una obtención económica. En la siguiente tabla se detallan tres vertederos controlados más próximos a la zona de la excavación cuyo objetico es la rehabilitación de canteras explotadas que se encuentran inactivas.

En la siguiente tabla se muestra los posibles vertederos donde llevar las tierras excavadas.

	Empresa gestora	Empresa	Dirección	Distancia (Km)
Depósitos	Gestora de les runes de la construccio, SA	Gestio de terres i runes S.A	Cent (Pol. Ind. Pratenc-Zal II), S/N 08820 EL PRAT DE LLOBREGAT, BARCELONA	14,2
	Gestora de les runes de la construccio, SA	UTE PAPIOL	Pedrera Silvia del Papiol, CC - 1413, Km 4,3	9
	Gestora de les runes de la construccio, SA	ÁRIDOS UNILAND, SA	Vilafranca del Penedès, C- 244, Km 40	43

A continuación se detallan los residuos aceptados y las condiciones de recepción:

- Restos limpios: Se entiende por restos limpios todo aquel material de origen pétreo como piedras, hormigones, cerámicas, tierras y similares, totalmente exentas de maderas, embalajes, papeles, etc., y se depositara en la instalación sin necesidad de tratamiento precio.
- Restos mixtos: Se entiende por restos mixtos todo aquel material de origen pétreo con una pequeña cantidad de material no pétreo que obliga a realizar un tratamiento mínimo para retirar los materiales no admisibles.
- Restos brutos: Se entiende por restos brutos todo aquel material que obliga a realizar un tratamiento previo en profundidad para retirar todos aquellos elementos no admisibles.

Como todos depósitos están asociados a la misma empresa gestora tienen las mismas condiciones de recepción, por lo tanto los restos de los materiales excavados serán llevados a la empresa UTE PAPIOL o Gestio de terres i runes S.A que son las que más próximas se encuentra a la obra.