Generalitat de Catalunya

FGC
Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Xarxa Ferroviària i Projectes

Clau
LPS_GB_INF_MV_23_240

Títol
MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

Data de redacció
JULIOL 2024

Àmbit
LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR

Tram / Estació
BALAGUER - GERB

Punts quilomètrics
29+522 - 29+661

Localitats
GERB

Empresa consultora
grehi®

Autors/es
JORDI TORRELLES RICO
Enginyer de Camins, Canals i Ports

ÍNDEX GENERAL

DOCUMENT NÚM. 1: MEMÒRIA I ANNEXOS

- MEMÒRIA
- ANNEXOS
- Annex núm. 1: Geologia i Geotècnia
- Annex núm. 2: Estructures
- Annex núm. 3: Estudi de Seguretat i Salut
- Annex núm. 4: Gestió de Residus
- Annex núm. 5: Pla de treballs

DOCUMENT NÚM. 2: PLÀNOLS

- 01 Ortofotos - Emplaçament i situació de l'actuació
- 02 Planta localització estructura
- 03 Secció longitudinal general
- 04 Detall planta Tram 1
- 05 Detall Planta Tram 2
- 06 Detall planta Tram 3
- 07 Secció transversal tipus Tram 1
- 08 Detall secció transversal llosa via – Secció tipus
- 09 Detalls - Armat bigues longitudinals i capitells micropilots
- 10 Detalls - Armat bigues longitudinals i capitells micropilots
- 11 Detalls - Armat bigues longitudinals i capitells micropilots
- 12 Planta – Cunetes drenatge longitudinal – Muret guarda balast
- 13 Execució dels micropilots – Procés constructiu
- 14 Execució dels micropilots – Procés constructiu
- 15 Procés constructiu perforació micropilots – Planta posicionament maquinaria de perforació
- 16 Procés constructiu perforació micropilots – Secció transversal posicionament de maquinaria
- 17 Secció longitudinal – zona o cunya de transició a la sortida del pont
- 18 Secció tipus – Plataforma de via sobre llosa pont soterrat
- 19 Superestructura de via – Detalls
- 20 Superestructura de via – Detalls
- 21 Superestructura de via – Detalls
- 22 Superestructura de via – Detalls
- 23 Superestructura de via – Detalls
- 24 Planta localització estructura - Parcel·laris

DOCUMENT NÚM. 3: PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS

DOCUMENT NÚM. 4: PRESSUPOST

- Pressupost d'execució material
- Amidaments detallats
- Resum de pressupost per capítols
- Pressupost per contracte.

COL·LEGI D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS CATALUNYA
Expedient: 2025/00924/01
Data: 14/03/2025
VISAT

A Barcelona, 19 de Juliol 2024

L'enginyer Autor del Projecte:

Sr. JORDI TORRELLES i RICO
Enginyer de Camins, Canals i Ports
Nº de col·legiat 19.189

DOCUMENT NÚM. 1:
MEMÒRIA I ANNEXES

DOCUMENT NÚM. 1
MEMÒRIA

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ 1

2. LOCALITZACIÓ 2

3. JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA 2

4. OBJECTE DE LA MEMÒRIA VALORADA 3

5. CARTOGRAFIA I TOPOGRAFIA 3

6. GEOLOGIA I GEOTÈCNIA 3

6.1. INFORME DE BAC VENTAYOL GEOSERVEIS S.L. 4
6.2. ESTUDI DE L'INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA (ICGC) 4
6.3. SITUACIÓ GEOLÒGICA 4

7. DESCRIPCIÓ DE LA INTERVENCIÓ 4

7.1. DIVISIÓ DEL TRAM I CONTEXT GEOTÈCNIC 5
7.2. SOLUCIÓ ESTRUCTURAL PROPOSADA 5
7.3. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ESTRUCTURAL ADOPTADA 5
7.3.1. Tipologia estructural 5
7.4. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS CONSTRUCTIU GENERAL 6
7.4.1. FASE A. Execució en condicions de circulació ferroviària (Treball diürn) 6
7.4.2. FASE B. Execució en condicions de tall total de circulació (Treball cap de setmana) 9
7.4.3. Consideracions tècniques i ambientals 10
7.5. DESCRIPCIÓ DEL PROCEDIMENT DE RETIRADA I MUNTATGE DE VIA 11
7.6. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS D'EXECUCIÓ DELS MICROPILONS 12
7.6.1. Avantatges del sistema escollit tipus SpiraFlush o sistema comercial similar 13
7.6.2. Funcionament del sistema tipus SpiraFlush o comercial similar 13
7.6.3. Relació amb les condicions del projecte 14

8. TRAÇAT FERROVIARI 16

9. DRENATGE 16

10. INSTAL·LACIONS FERROVIÀRIES. SERVEIS AFECTATS 16

10.1. SERVEIS AFECTATS EN VIA PÚBLICA 17

11. EXPROPIACIONS I OCUPACIONS TEMPORALS 17

14. ORGANITZACIÓ GENERAL DEL TREBALLS 17

14.1. COORDINACIÓ I LOGÍSTICA 17
14.2. FASES BÀSIQUES D'EXECUCIÓ 17
14.3. RECURSOS NECESSARIS 18
14.4. RESTRICCIONS I MESURES DE SEGURETAT 18
14.5. ANÀLISI DEL PERÍODE D'EXECUCIÓ SEGONS EL CÀLCUL DE RENDIMENTS 18

15. ACCÉS A L'OBRA 20

15.1.1. Accés de personal 20
15.1.2. Accés de maquinària 20
15.1.3. Gestió i coordinació dels accessos 20
15.2. TREBALLS DE TERCERS 20

16. CONSIDERACIONS REGLAMENTÀRIES 20

16.1. REVISIÓ DE PREUS 20
16.2. ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS 21
16.3. SEGURETAT I SALUT 21
16.4. TERMINI D'EXECUCIÓ 21
16.4.1. Justificació del termini d'execució 21
16.5. DESPESES ESPECIALS A CÀRREC DEL CONTRACTISTA 22
16.6. PERÍODE DE GARANTIA 22
16.7. JUSTIFICACIÓ DE PREUS 22
16.8. CONTROL DE QUALITAT 22
16.9. CLASSIFICACIÓ DEL CONTRACTISTA. 22

17. PRESSUPOST DE L'OBRA 23

17.1. PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ 23
17.2. PRESSUPOST PER A CONEIXEMENT DE L'ADMINISTRACIÓ 24

18. DOCUMENTS QUE INTEGREN EL PROJECTE 25

19. CONCLUSIÓ 25

MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA LA POBLA DE SEGUR DELS FGC

CLAU: LPS_GB_INF_MV_23_240

MEMÒRIA

1. INTRODUCCIÓ

La present memòria valorada té com a objectiu desenvolupar una solució tècnica integral per garantir la seguretat i estabilitat del traçat ferroviari de la línia Lleida - La Pobla de Segur, concretament en el tram comprès entre els PK 29+522 i PK 29+661, al municipi de Gerb.

Aquesta intervenció s'inscriu dins de les mesures de mitigació del risc geotècnic identificades a l'estudi elaborat per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), on s'ha detectat la presència de dolines i esvorancs que comprometen l'estabilitat de la infraestructura ferroviària.

El tram afectat presenta una longitud total de 139 metres i es divideix en tres zones específiques segons la seva localització i grau d'afectació:

- **Zona 1**: Comprèn 53 metres, des del PK 29+522 al PK 29+575.
- **Zona 2**: Inclou un tram de 46 metres entre els PK 29+575 i PK 29+621.
- **Zona 3**: Abarca els 40 metres restants, entre els PK 29+621 i PK 29+661.

Aquestes zones es caracteritzen per estar ubicades en un context geològic i hidrogeològic complex, amb materials quaternaris altament vulnerables a fenòmens de subsidència i tubificació, derivats de la infiltració d'aigua i l'arrossegament de materials fins. Aquesta problemàtica ha provocat deformacions recurrents en la plataforma ferroviària i ha requerit actuacions puntuals d'urgència en el passat.

La solució plantejada per al projecte implica la construcció d'un viaducte de nova generació que elimina el contacte directe de la via amb el terreny vulnerable. Aquest viaducte estarà format per una estructura modular que integra plaques alveolades prefabricades, recolzades sobre jàsseres de fonamentació correguda. Aquest sistema estructural transferirà les càrregues de la superestructura cap a una fonamentació profunda mitjançant micropilots de fins a 20 metres de profunditat, garantint així l'estabilitat i durabilitat de la infraestructura.

Amb aquesta actuació, es proporciona una solució tècnica robusta que no només respon als reptes actuals, sinó que també s'alinea amb els criteris d'eficiència i sostenibilitat requerits per a una infraestructura ferroviària de llarg recorregut. La intervenció, a més, permetrà minimitzar l'impacte de futures deformacions del terreny sobre el traçat, assegurant la continuïtat del servei ferroviari en condicions òptimes de seguretat i confort pels usuaris.

Aquest projecte es fonamenta en les dades proporcionades per l'estudi geotècnic de la zona, incorporant les mesures més adequades i avançades per mitigar els riscos detectats, contribuint així a la millora global de la línia ferroviària i a la preservació d'un servei essencial per a la mobilitat de la regió.

Fig. 1 Ortofotos amb la localització de la zona d'actuació propera al meandre del riu Segre.

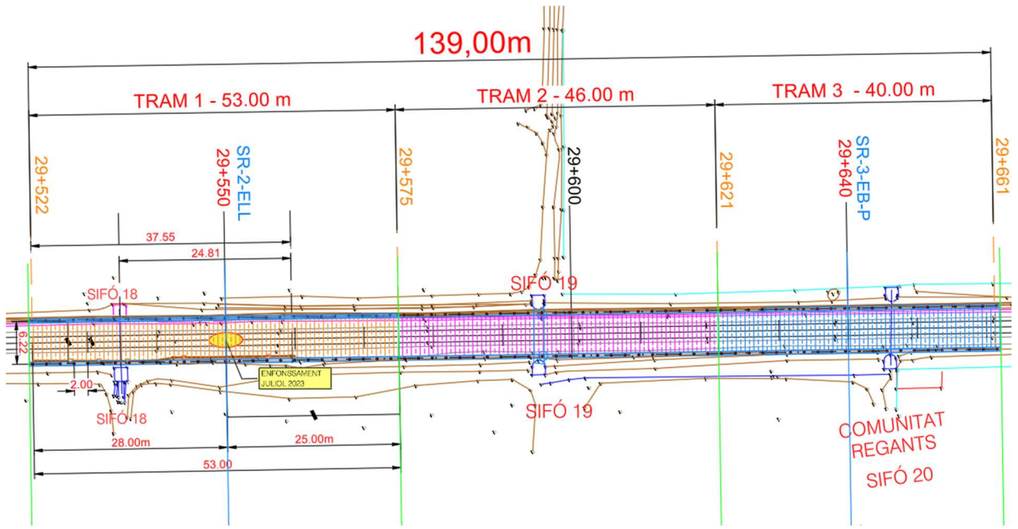


Figura 2. Planta de la zona on s'executa l'estructura del viaducte soterrat amb indicació de les tres zones d'actuació.

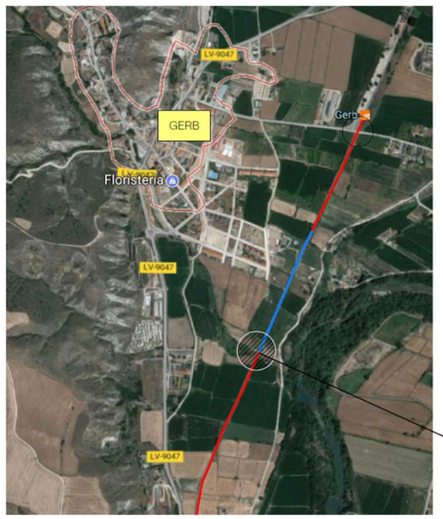
2. LOCALITZACIÓ

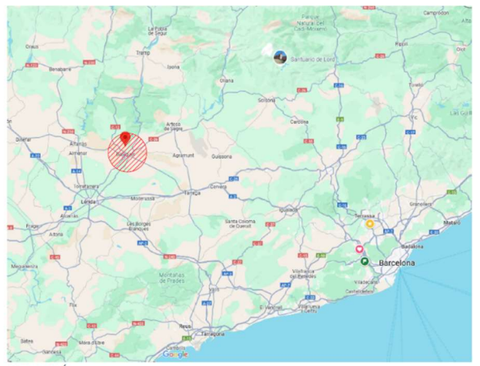
L'obra es localitza al tram de la línia ferroviària **Lleida - La Pobla de Segur**, gestionada per **Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC)**. L'àmbit d'actuació comprèn un tram situat entre els **punts quilomètrics PK 29+522 i PK 29+661**, corresponents al municipi de **Gerb**, al terme municipal d'**Os de Balaguer**, a la comarca de la Noguera.

Detalls de la zona

- **Municipi:** Gerb (Os de Balaguer, Lleida).
- **Coordenades aproximades:**
  - Inici: **41°50'23.1"N, 0°49'33.9"E**.
  - Final: **41°50'33.6"N, 0°49'41.2"E**.
- **Accessibilitat:** La zona és accessible mitjançant pistes agrícoles i camins secundaris que connecten amb la carretera **C-12**.

Aquest tram de via es troba en una zona semiurbana, amb ús predominantment agrícola als voltants i sense edificacions adjacents significatives. Aquesta localització específica permet una intervenció controlada amb mínim impacte sobre infraestructures externes i sense afeccions a altres serveis no ferroviaris. La línia ferroviària es mantindrà operativa durant la major part de l'execució de l'obra, amb talls puntuals programats per a la fase final dels treballs.





SITUACIÓ
MUNICIPI DE GERB - LLEIDA

ZONA ACTUACIÓ':
PK 29+522 A PK 29+661

3. JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA

Del document geotècnic, es desprèn que la proximitat del tram ferroviari al riu Segre i la ubicació en una terrassa quaternària propera a un meandre actiu són factors determinants en la problemàtica geotècnica detectada. Aquests aspectes generen condicions específiques que afavoreixen els fenòmens de subsidència i formació d'esvorancs:

1. **Presència d'un aqüífer superficial no confinat**: La terrassa quaternària pròxima al riu Segre està composta per materials detrítics, principalment llims i graves, que són molt permeables i faciliten la infiltració d'aigua. Aquest aqüífer no confinat interactua amb els fluxos d'aigua subterrània que drenen cap al riu. La seva dinàmica està influenciada per les fluctuacions del nivell freàtic i la recàrrega d'aigua provinent tant de precipitacions com de sistemes de regadiu agrícola.

2. **Tubificació i erosió subterrània**: La interacció entre l'aigua infiltrada i els materials de la terrassa genera processos d'erosió interna o tubificació, especialment en moments de descàrrega cap al riu. Aquest fenomen és intensificat per les pèrdues d'aigua de sistemes de regadiu i sifons situats a prop de les vies, com també per la infiltració sobtada de pluja en episodis intensos.

3. **Influència del meandre del riu**: La presència del meandre del riu Segre a la zona accentua les condicions d'inestabilitat. Els materials quaternaris propers als meandres solen ser més heterogenis, amb zones de dipòsits menys consolidats. Això crea línies de flux preferents que agreugen l'arrossegament de fins i poden afavorir la formació de cavitats i dolines.

4. **Interacció del flux fluvial i la geologia del substrat**: Els materials terciaris que constitueixen el substrat geològic contenen guixos, susceptibles de dissolució a llarg termini per l'aigua subterrània, la qual cosa també pot contribuir a subsidències més lentes però més extenses.

Així la problemàtica geotècnica detectada es veu clarament condicionada per la proximitat del tram ferroviari al riu Segre i al seu meandre actiu, especialment en la zona compresa entre els **PK 29+522 i PK 29+661**, que constitueix el tram d'actuació d'aquest projecte. Aquesta ubicació es troba en el punt més proper de la línia al riu Segre, just on el traçat ferroviari transcorre paral·lel al meandre.

Aquest materials quaternaris que formen la terrassa del riu en aquest tram, principalment llims, llims sorrencs i graves, presenten una alta permeabilitat que facilita l'aportació d'aigua al subsòl, tant per infiltració directa com per l'interacció amb l'aqüífer no confinat, amb un nivell piezomètric situat a poca profunditat, està influenciat per les fluctuacions del cabal del riu Segre i les activitats agrícoles que caracteritzen la zona.

La configuració pròxima al meandre incrementa el risc de subsidència i formació d'esvorancs, ja que:

- Els materials dipositats en aquestes zones de meandres solen ser més heterogenis, amb una distribució irregular de partícules fines i grues que propicien la formació de línies de flux preferents.
- Els processos de tubificació i erosió interna són més actius a causa de la descàrrega d'aigua subterrània cap al riu.
- Les fluctuacions estacionals i els episodis de pluges intenses poden intensificar aquests processos, com s'ha evidenciat en altres punts del tram estudiat.

Aquest tram, que abasta 139 metres, es divideix en tres zones específiques:

- **Zona 1 (53 m)**: del PK 29+522 al PK 29+575, en el punt inicial del meandre.
- **Zona 2 (46 m)**: entre els PK 29+575 i PK 29+621, en la part central de la terrassa més propera al riu.
- **Zona 3 (40 m)**: del PK 29+621 al PK 29+661, coincidint amb la sortida del meandre cap a un tram més rectilini.

Aquestes característiques fan que **el tram estudiat sigui especialment vulnerable a les dinàmiques del riu i justifiquen l'adopció d'una solució estructural que desvinculi la plataforma ferroviària del terreny subjacent, mitjançant el viaducte proposat**. Això garanteix la seguretat i estabilitat del traçat, alhora que s'eviten les conseqüències derivades de la interacció directa amb el terreny afectat per la dinàmica hídrica del riu Segre.

4. OBJECTE DE LA MEMÒRIA VALORADA

La present memòria defineix els criteris i la justificació tècnica i estructurals corresponents a la solució proposada per a la millora del traçat ferroviari en el tram comprès entre els **PK 29+522 i PK 29+661** de la línia Lleida - La Pobla de Segur.

Aquesta solució es materialitza mitjançant la construcció d'un viaducte que elimina el contacte directe de la plataforma ferroviària amb el terreny natural, altament vulnerable a fenòmens de subsidència i formació d'esvorancs deguts a la proximitat del riu Segre i al seu meandre actiu.

El viaducte proposat està format per una superestructura modular composta per plaques alveolades prefabricades que descansen sobre bigues contínues de fonamentació correguda. Aquestes bigues distribueixen les càrregues de manera homogènia cap a una fonamentació profunda constituïda per micropilots de fins a 20 metres de profunditat. La interacció entre aquests elements garanteix l'estabilitat de l'estructura davant les condicions geotècniques adverses detectades al tram.

Aquest document desenvolupa els elements estructurals necessaris per justificar la seguretat i funcionalitat del sistema proposat, incloent:

- **Fonamentació amb micropilots**: Determinació de la capacitat portant, l'estabilitat lateral i la resistència a l'arrossegament en un context de materials quaternaris permeables i un substrat amb guixos.
- **Bigues contínues longitudinals**: Verificació de l'estabilitat i resistència a esforços generats per les plaques alveolades i la transmissió de càrregues als micropilots.
- **Plaques alveolades prefabricades**: Càlcul del seu comportament davant de càrregues verticals i esforços horitzontals, així com la seva compatibilitat amb les normatives vigents aplicables a estructures ferroviàries.

Aquest document es fonamenta en les dades aportades per l'estudi geotècnic del sector i integra les condicions específiques del traçat ferroviari en un entorn complex i altament influenciat per la dinàmica del riu Segre. L'objectiu final és garantir la seguretat i durabilitat de la infraestructura ferroviària, assegurant un comportament òptim de tots els seus elements estructurals davant les condicions adverses presents a la zona d'actuació.

5. CARTOGRAFIA I TOPOGRAFIA

Per a la redacció de la present Memòria Valorada, s'ha disposat d'un taquimètric facilitat per FGC al Consultor de tota el tram entre l'estació de GERB i el pont sobre el Riu a tocar de Balaguer.

El taquimètric facilitat per FGC ha estat realitzat en coordenades UTM ED50 FUS 31 N, i facilitat al Consultor en format DWG (2D i 3D). La informació continguda al taquimètric, ha estat complementada i corregida gràcies a les diferents visites de camp realitzades per l'equip redactor.

D'altra banda i com a documentació cartogràfica complementària, també s'han utilitzat en les plantes més generals (plànols de situació i índex, etc.), la següent informació cartogràfica: Cartografies 1:50.000 i 1:5.000 i ortofotomapa 1:5.000, descarregats de la pàgina web del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

6. GEOLOGIA I GEOTÈCNIA

Per al disseny i execució del pont enterrat destinat al pas del ferrocarril a la línia Lleida – La Pobla de Segur, s'ha realitzat un estudi detallat de les condicions geotècniques del terreny. Amb aquest objectiu, s'han utilitzat dues fonts principals d'informació:

1. **Informe de BAC Ventayol GeoServeis S.L.** (2021).
2. **Estudi de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC)** (2024).

Aquests documents, que proporcionen dades rellevants sobre la caracterització del terreny i els riscos associats a la zona, s'adjunten al projecte com a **apèndix núm. 01 i núm. 02**, respectivament.

6.1. INFORME DE BAC VENTAYOL GEOSERVEIS S.L.

Aquest estudi va ser elaborat com a part d'una campanya prèvia per millorar el pas a nivell núm. 22 a la línia Lleida – La Pobla de Segur. Entre les conclusions clau s'inclou:

- **Estratigrafia identificada**:
    - Estrat de llims arenosos amb poca cohesió, capa mitjana d'entre **5 i 9 metres de gruix**.
    - Subestrat de graves i còdols amb una resistència intermèdia.
    - Estrat final de margues a partir dels **12-15 metres de profunditat**.
- Recomanacions inicials: Utilitzar fonamentacions profundes per garantir l'estabilitat en zones amb terrenys de poca capacitat portant.

6.2. ESTUDI DE L'INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA (ICGC)

Aquest document, més recent, s'ha centrat en l'anàlisi de la problemàtica geotècnica derivada de la presència de dolines i moviments del terreny. Els antecedents es basen en observacions prèvies de deformacions en el tram comprès entre el **PK 29+400 i el PK 29+800**, motivades per:

- Les condicions desfavorables dels estrats superficials de llims arenosos.
- Les fluctuacions del nivell freàtic.
- Existència de **dolines** associades a desplaçaments de materials granulars.
- Augment de la sensibilitat en terrenys saturats d'aigua.
- Reducció de gruixos en el subestrat granular, especialment a prop del **PK 29+600**.

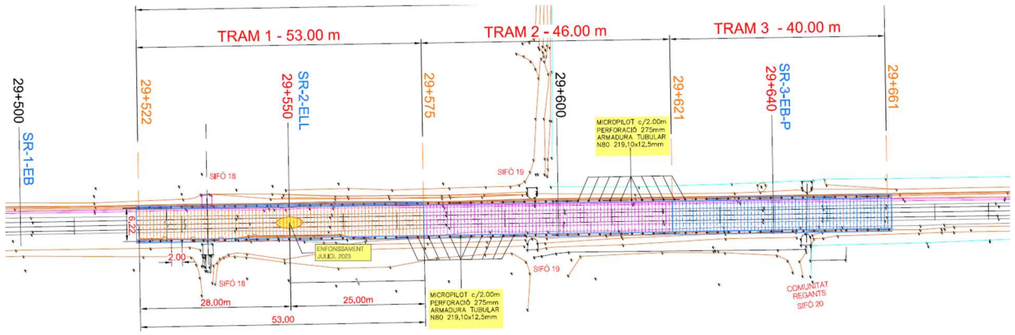
6.3. SITUACIÓ GEOLÒGICA

Segons l'estudi de l'**ICGC**, la zona d'actuació presenta la següent estratigrafia principal:

1. **Llims arenosos superficials:**
    - Gruix mitjà: **6-9 metres**.
    - Propietats: Material poc consolidat, baixa capacitat portant i susceptible a assentaments diferencials.
    - Problemes associats: Possibilitat de col·lapse en presència d'aigua.
2. **Graves i còdols:**
    - Gruix mitjà: **3-5 metres**.
    - Propietats: Terreny granular amb una millor capacitat portant, però amb espessor limitat a la zona.
    - Problemes associats: Reducció d'espessor en algunes zones.
3. **Margues profundes:**
    - A partir dels **15 metres de profunditat**.
    - Propietats: Elevada cohesió i rigidesa, amb valors de mòdul de deformació superiors als **300 MPa**.
    - Aquest estrat constitueix el terreny de suport principal per als micropilons

Aquestes característiques han estat determinants per al disseny de la fonamentació, ja que asseguren una transmissió segura de les càrregues fins als estrats més competents.

Es mostra a continuació el perfil longitudinal aplicat a l'estructura que es pretén projectar:



Planta i perfil longitudinal amb les litologies dels terreny i l'aplicació de les cortines de micropilons encastat en el nivell de Margues (EPmgx).

7. DESCRIPCIÓ DE LA INTERVENCIÓ

El disseny de la solució estructural per al tram comprès entre els **PK 29+522 i PK 29+661** s'ha basat en una anàlisi exhaustiva de les condicions geotècniques de la zona i dels riscos associats a la proximitat del riu Segre i el seu meandre actiu. Aquest tram, de **139 metres de longitud**, representa una àrea d'alta vulnerabilitat degut a la combinació de processos de subsidència i erosió interna que afecten els materials quaternaris que constitueixen la terrassa del riu.

7.1. DIVISIÓ DEL TRAM I CONTEXT GEOTÈCNIC

Per abordar la problemàtica i garantir l'estabilitat del traçat ferroviari, s'ha subdividit el tram d'actuació en tres zones d'intervenció diferenciades segons la seva localització i característiques estructurals:

- **Zona 1 (PK 29+522 a PK 29+575, 53 m):** Comprèn la part inicial del tram, coincidint amb l'aproximació del traçat al meandre del riu. Aquesta àrea es troba sobre materials detrítics permeables que faciliten l'aportació d'aigua i l'erosió interna.

- **Zona 2 (PK 29+575 a PK 29+621, 46 m):** Constitueix el segment central del tram, situat a l'àrea més propera al riu, on s'evidencien fenòmens de tubificació més intensos i subsidències recurrents.

- **Zona 3 (PK 29+621 a PK 29+661, 40 m):** Correspon a l'extrem final del tram, on les condicions del terreny mantenen la seva vulnerabilitat per la continuïtat dels processos d'infiltració i arrossegament de materials fins.

7.2. SOLUCIÓ ESTRUCTURAL PROPOSADA

Davant d'aquest escenari, la solució adoptada consisteix en la construcció d'un viaducte que desvincula completament la infraestructura ferroviària del terreny superficial, oferint una resposta òptima a les condicions adverses detectades. La configuració del viaducte inclou els següents elements estructurals principals:

1. **Plaques alveolades prefabricades:** Configuren la llosa de la superestructura, dissenyades per suportar les càrregues ferroviàries i transmetre-les de manera uniforme cap als elements de recolzament.

2. **Bigues contínues de fonamentació:** Actuen com a recolzament principal de les plaques, distribuint les càrregues a la fonamentació profunda i garantint l'estabilitat global de l'estructura.

3. **Micropilots de fonamentació profunda:** Arriben a profunditats de fins a 20 metres, ancorant-se en el substrat terciari més estable. Aquest sistema evita la interacció directa amb els materials quaternaris vulnerables i controla els assentaments diferencials.

La divisió del tram en zones diferenciades respon a la necessitat d'adaptar la solució estructural a les condicions particulars de cada segment, amb diferents profunditats dels micropilons, i minimitzant l'impacte de les irregularitats geotècniques i hidrològiques.

Aquesta sectorització permet optimitzar el disseny i dimensionament de la fonamentació i les bigues de recolzament, així com garantir la continuïtat del comportament estructural de les plaques alveolades al llarg de tota la longitud del tram.

A més, la configuració modular del viaducte facilita la seva construcció per fases, amb un impacte mínim sobre l'operativa ferroviària. Els càlculs estructurals realitzats asseguren que la solució adoptada compleix amb les normatives tècniques vigents, garantint la seguretat i funcionalitat del traçat ferroviari a llarg termini.

Aquest enfocament tècnic permet afrontar amb garanties els reptes plantejats per la problemàtica específica del tram, assegurant la sostenibilitat i durabilitat de la infraestructura ferroviària en un context de màxima complexitat geotècnica.

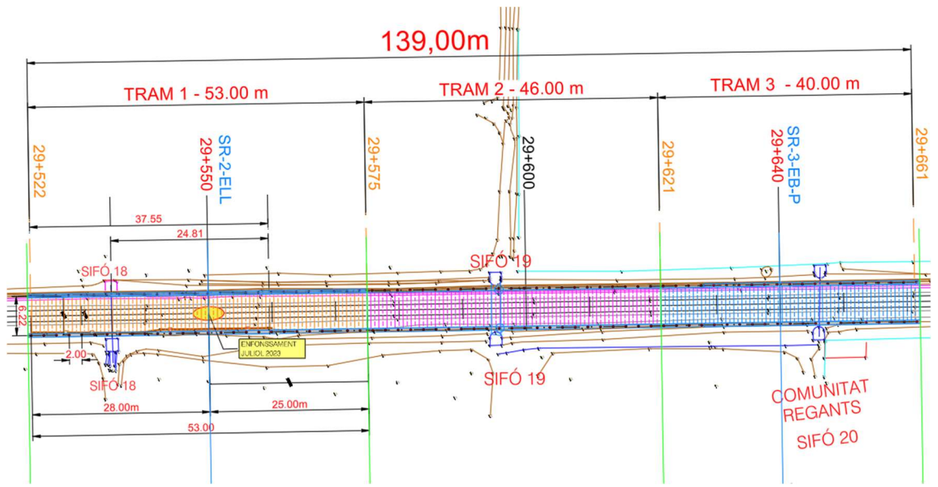


Figura 1. Planta de la zona on s'executa l'estructura del viaducte soterrat amb indicació de la divisió del tram d'actuació en les tres zones amb profunditats diferents de fonamentació amb micropilons.

7.3. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ESTRUCTURAL ADOPTADA

En el següent aparts es descriu detalladament la solució estructural adoptada i els condicionants tècnics que la caracteritzen.

7.3.1. Tipologia estructural

La tipologia estructural del pont enterrat sota el traçat ferroviari es basa en una solució de fonamentació profunda mitjançant micropilots, sobre els quals es recolza una superestructura composta per bigues longitudinals de formigó armat i plaques alveolars prefabricades amb xapa de compressió. Aquesta configuració permet transmetre les càrregues de la via ferroviària al terreny de manera eficient, assegurant l'estabilitat i durabilitat de l'estructura.

7.3.1.1. Fonamentació amb micropilots

Els micropilots utilitzats són del tipus **Spiral Flush o comercial similar**, amb les següents característiques:

- **Diàmetre i configuració:**
    - Diàmetre nominal de perforació 275mm
    - Camisa metàl·lica **TUB N80** de límit elàstic >= 550MPa amb diàmetre exterior de **219,1 mm** i gruix de paret de **12,5 mm**.

- **Unions roscades:**

- Les unions entre trams es realitzen amb un sistema roscat de tipus mascle-femella de geometria gruixuda, amb una longitud de 100 mm. Aquestes unions han estat dissenyades per evitar problemes de resistència a flexió i tracció. .

- **Disposició dels micropilots:**
  - Distància longitudinal: c/**2,00 m**
  - Distància transversal: s = **6,22 m**

- **Vàlvules antiretorn per la re-injecció c/1,00m:**
  - Les camises portaran vàlvules de re-injecció per a millorar la injecció del micropilot que es col·loquen enfrontades 2 cada 1,0 m, permetent un control precís del farciment i la consolidació del terreny.

- **Avantatges del sistema Spiral Flush:**
  - Evita l'escapament d'aire pressuritzat al terreny, minimitzant els riscos de deformació i subsidència.
  - Garanteix la verticalitat del micropilot gràcies al disseny del **sistema de rotopercussió amb anell integrat**, que es queda com a part permanent del micropilot.
  - Permet una injecció homogènia de la beurada de ciment per mitjà de vàlvules col·locades cada metre i mig al llarg de la camisa , assegurant el farciment complet de l'anular i la compactació del terreny.

7.3.1.2. Superestructura

La superestructura està formada per diversos elements interconnectats que transmeten les càrregues al sistema de fonamentació:

- **Bigues longitudinals de formigó armat:**
  - Configurades en forma de **L**, aquestes bigues es construeixen amb formigó d'alta resistència (**fck = 35 MPa**), aditivat amb accelerant de fraguat.
  - Les bigues es recolzen sobre els capitells dels micropilots, garantint una transmissió segura de les càrregues.

- **Plaques alveolades prefabricades:**
  - Les plaques alveolades tenen un cantell de **50 cm** i una amplada de **120 cm**, adaptades per suportar les càrregues ferroviàries.
  - Recolzades sobre bandes de neopré, permeten un ajust precís amb les bigues i absorbeixen possibles deformacions diferencials.

- **Capa de compressió:**
  - Amb un gruix de **10 cm**, s'executa amb formigó armat i xarxa metàl·lica corrugada. La seva resistència característica és **fck = 35 MPa**, i es dissenya per transmetre les càrregues uniformement a les plaques alveolades.

7.3.1.3. Consideracions estructurals addicionals

- **Resistència i durabilitat:**
  - Les unions roscades garanteixen l'alineació i la resistència a tracció dels micropilots, assegurant la integritat estructural fins i tot en condicions de terreny adverses.
  - El sistema Spiral Flush permet perforar en terrenys granulars saturats o al·luvials sense alterar les condicions del terreny, preservant les propietats geotècniques.

- **Control d'injecció:**
  - Es disposen vàlvules cada metre i mig al llarg de la camisa metàl·lica per garantir una injecció controlada i homogènia, evitant zones buides i millorant la compactació del terreny

En conclusió, aquesta tipologia estructural, basada en una combinació de fonamentació profunda i superestructura modular, és òptima per a un pont enterrat sota un traçat ferroviari. La solució proposta garanteix l'estabilitat, minimitza l'impacte ambiental i assegura la funcionalitat del traçat ferroviari a llarg termini.

7.4. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS CONSTRUCTIU GENERAL

El procés constructiu del viaducte es planteja per minimitzar l'impacte en l'operativa ferroviària, diferenciant dues fases:

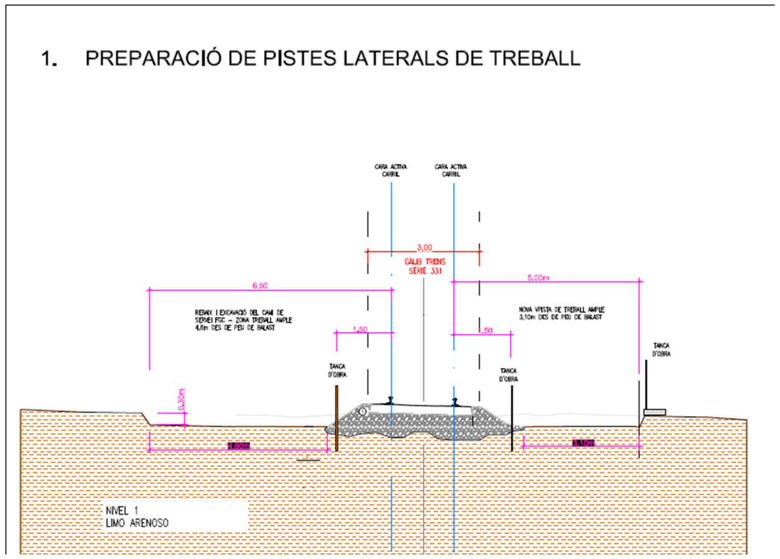
Fase A. Execució en **condicions de circulació ferroviària**

Fase B. Execució en **condicions de tall total de circulació**.

S'han considerat les restriccions logístiques, el terreny geotècnicament complex i els requisits tècnics específics per garantir la seguretat i l'estabilitat de la infraestructura.

7.4.1. FASE A. Execució en condicions de circulació ferroviària (Treball diürn)

1. **Preparació de pistes d'accés per a la maquinària de perforació**
   - Es construirà una pista paral·lela a la traça ferroviària amb una amplada de 4,60m en el costat muntanya on ara hi ha un camí de servei d'FGC i una nova pista de treball de 3,10m en el costat del riu, en la zona corresponent a l'espai parcel·lari d'FGC. Aquestes pistes permeten l'accés segur dels equips de perforació a cada emplaçament i costat de la via.
   - La plataforma es reforçarà per suportar el pes dels equips Comacchio MC15 o MC22, utilitzant materials granulars compactats.



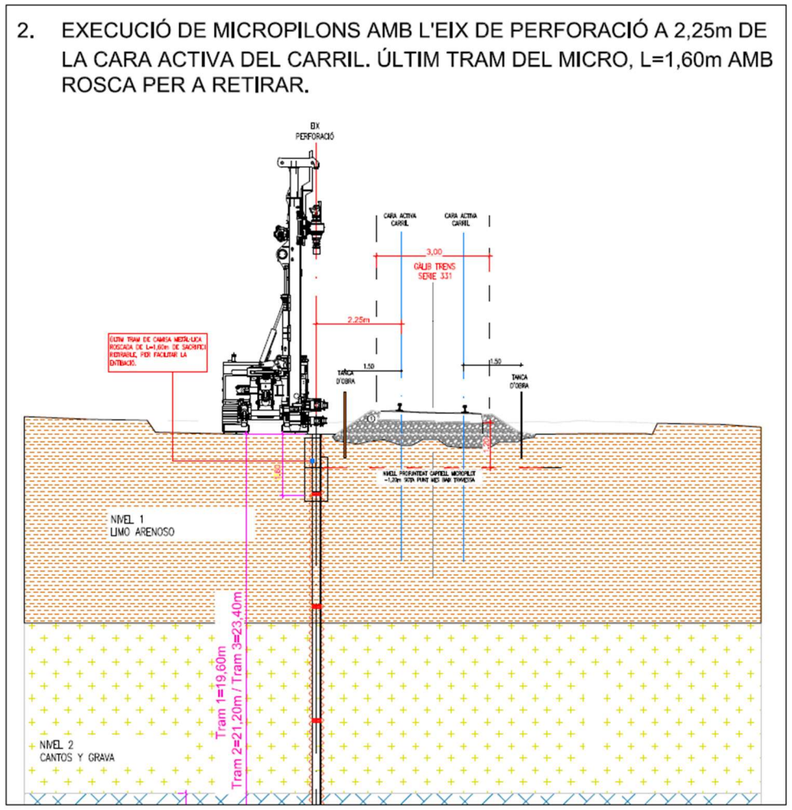
2. **Perforació dels micropilots**

- Es realitzarà amb el sistema **Spiral Flush o comercial similar**, garantint una perforació controlada sense impactar el terreny circumdant amb un **diàmetre nominal de perforació de 275mm.**

- Els **micropilots de camisa metàl·lica de Ø 219,1 mm** i gruix de **12,5 mm** es perforaran a diferents profunditats segons la zona (19,60 m, 21,20 m i 23,40 m). La separació longitudinal serà de **2,00 m** i transversal de **6,22 m**.

- Durant la perforació, es canalitzaran els materials extrets pel conducte anular i s'utilitzarà aire com a fluid de neteja, evitant filtracions al terreny.

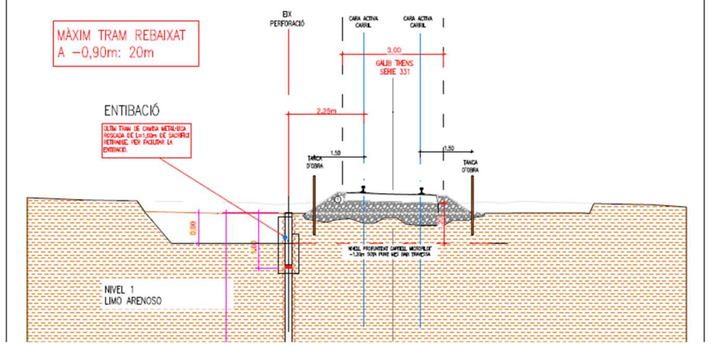
- Un cop completada la perforació, s'injectarà una beurada Injecció Beurada de ciment CEM I 42,5Nde ciment CEM I 42,5 N amb una relació aigua/ciment de **0,5**, assegurant una compactació homogènia.



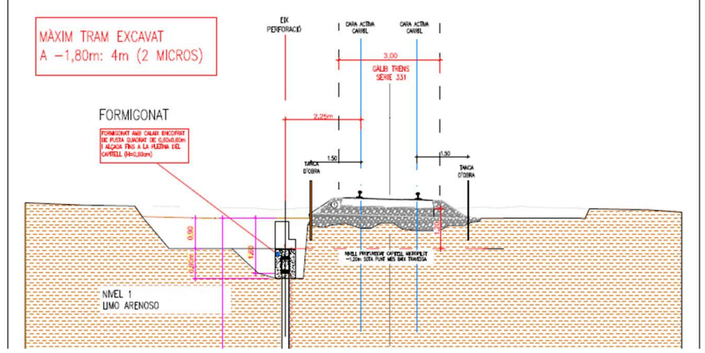
3. **Preparació dels capitells roscats**

- Un cop instal·lats els micropilots, es col·locaran capitells metàl·lics amb cotes topogràfiques precisament assignades per garantir l'alineació de les bigues longitudinals.

3. REBAIX DEL TERRENY (-90cm) FINS AL NIVELL DE RECOLÇAMENT DE LA JÀSSERA LONGITUDINAL (-1,20m PER SOTA DEL PUNT MES BAIXA DE LA TRAVESA) MANTENINT ELS MICROPILONS COM A ELEMENT ENTIBADOR DE LA VIA. LONGITUD MÀXIMA D'EXCAVACIÓ < 20m (10 MICROPILONS).



5. FORMIGONAT DE LA ZONA DE ROSCA I CAPITELL, TERREPLENAT COMPACTAT MANUAL DE TERRES FINS A COTA DE RECOLZAMENT DE LA JÀSSERA. PREPARACIÓ DE 10m LINIALS (5 CAPS DE MICROPILONS) DE JÀSSERA PER FORMIGONAR DEIXANT ELS ALTRES 10m LINEALS EXCAVATS AMB L'ENTIBACIÓ DE MICROPILONS.



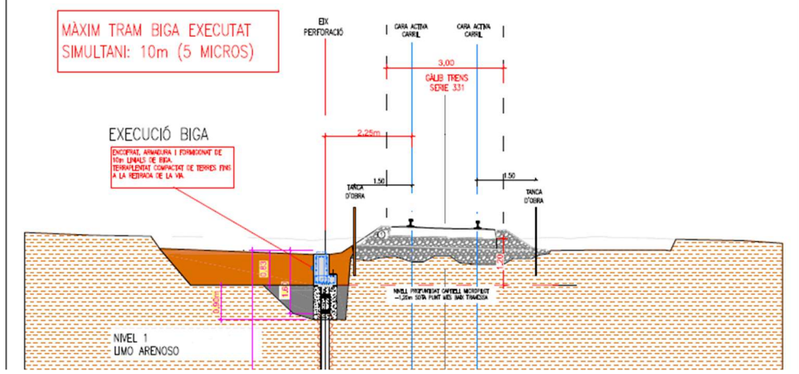
4. **Col·locació de l'armadura de les bigues longitudinals**

- Es muntaran les armadures metàl·liques corresponents a les bigues de fonamentació, incloent-hi els reforços necessaris per a la transmissió de càrregues.
- Les unions entre l'armadura i els capitells dels micropilots es faran mitjançant soldadura certificada.

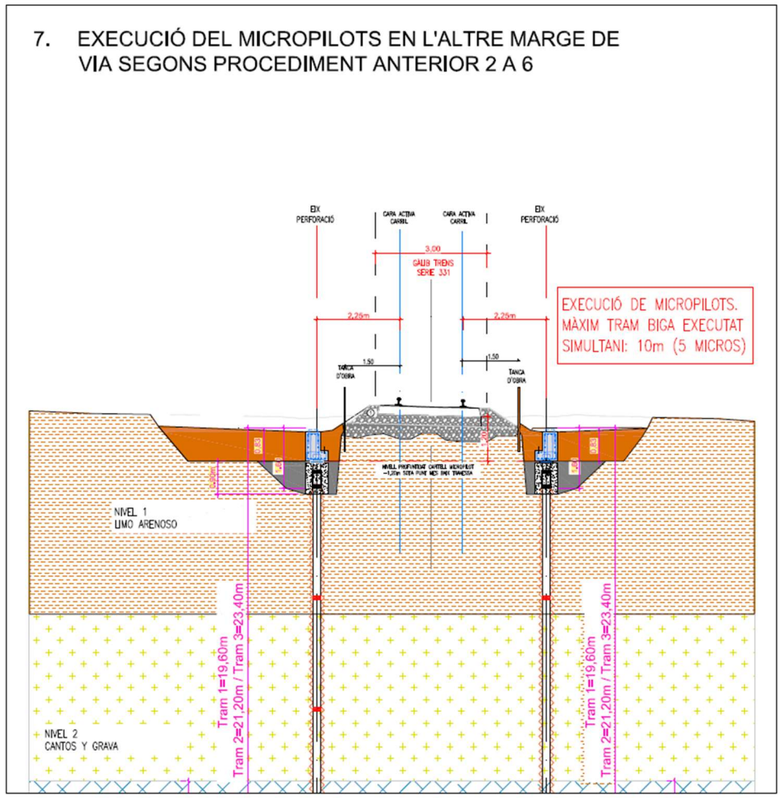
5. **Encofrat i formigonat de les bigues longitudinals**

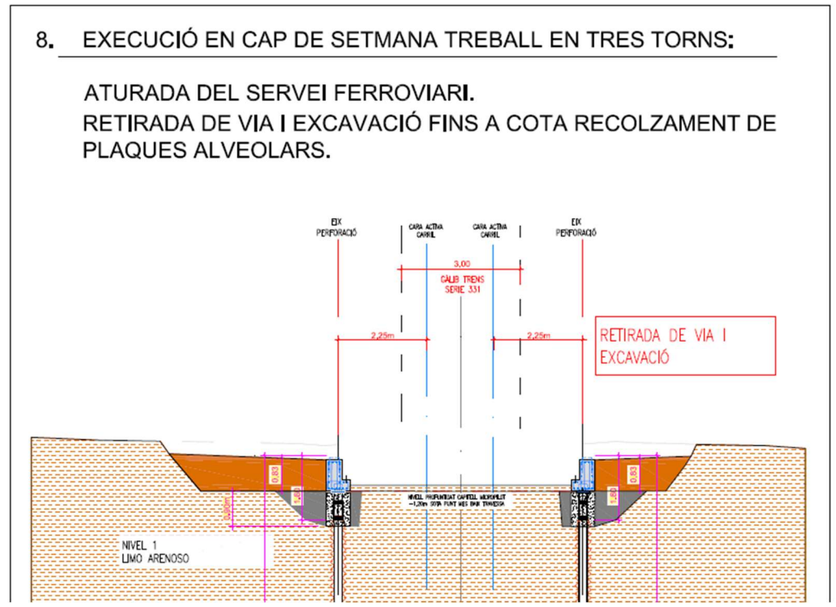
- Es construirà un encofrat per a les bigues en forma de **L**, que s'omplirà amb formigó **fck=35 MPa**, aditivat amb accelerant de fraguat per reduir el temps de posada en càrrega.
- Es controlarà la temperatura i la hidratació del formigó durant el procés de fraguat per garantir la qualitat.

6. ENCOFRAT, ARMAT I FORMIGONAT DE 10m LINEAL DE JÀSSERA LONGITUDINAL.
TERRAPLENAT COMPACTAT MANUAL DE TERRES FINS AL DESMUNTATGE DE LA VIA.
REPETIR ELS PASOS 3 A 5 FINS A LA LONGITUD TOTAL DE LLOSA.



Es repeteix el procés indicat al dos costat de la via fins a tenir el conjunt de micropilons cada 2m al llarg de la traça i les bigues longitudinals recolzades als capitells:

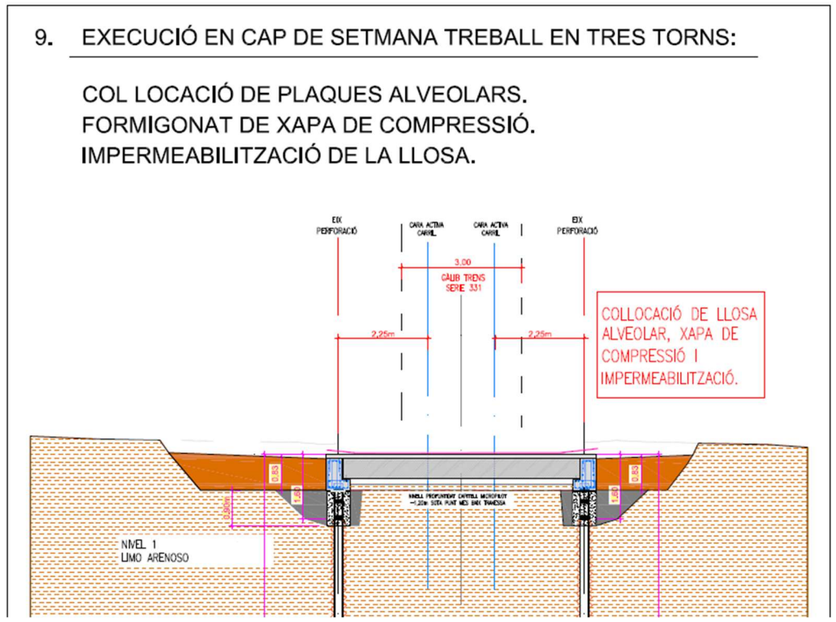


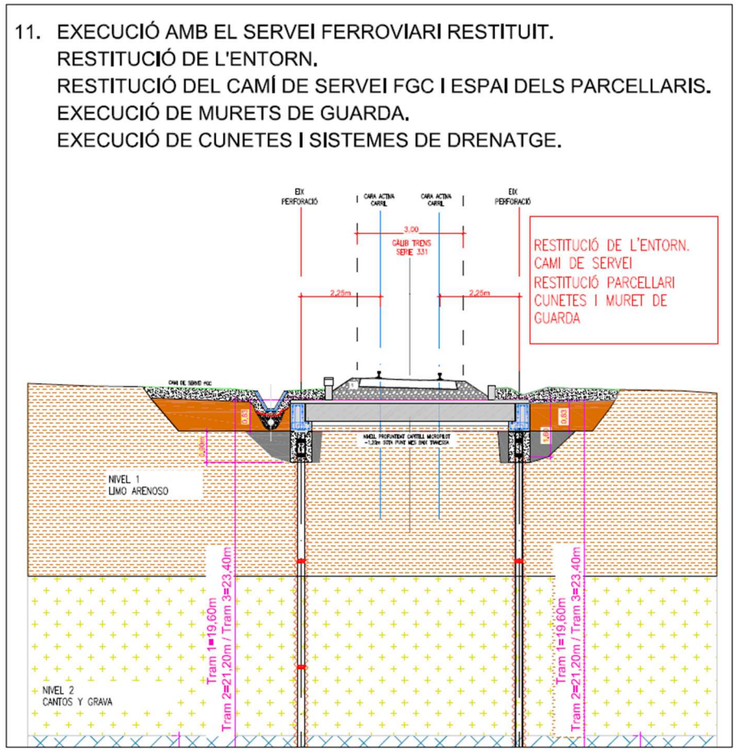


7.4.2. FASE B. Execució en condicions de tall total de circulació (Treball cap de setmana)

Aquestes activitats es planificaran durant un cap de setmana entre el dissabte a les 2:00h fins el dilluns a les 4:00h:

6. **Retirada de la via i les instal·lacions associades**
   - Es desmuntarà la via i les travesses existents, així com les instal·lacions de fibra òptica i baixa tensió. Els materials es retiraran per la pista d'accés habilitada.
   - Es retiraran les capes de balast i es procedirà a l'excavació del terreny fins a la cota inferior de les plaques alveolades.
7. **Col·locació de les plaques alveolades h=50cm cantell**
   - Les plaques alveolades es recolzaran directament sobre les bigues de formigó, prèviament protegides amb bandes de neopré per absorbir possibles irregularitats.
   - La col·locació es realitzarà un cop el formigó de les bigues hagi assolit una resistència mínima de **21 MPa**.
8. **Formigonat de la capa de compressió**
   - Es construirà una capa de compressió de **10 cm de gruix**, armada amb xarxa metàl·lica corrugada i formigonada amb **fck=35 MPa**. S'utilitzarà formigó aditivat amb accelerant de fraguat per reduir els temps de posada en càrrega.





9. **Restitució de la via i les instal·lacions**

- Quan el formigó de la capa de compressió assoleixi una resistència de **21 MPa**, es col·locarà de nou el balast, la via i totes les instal·lacions associades (fibra òptica, baixa tensió, etc.).
- Es realitzarà un control topogràfic final per garantir l'alineació i cota correcta del traçat.
- Es finalitza l'obra a la restitució de les cunetes del drenatge longitudinal de via i dels murets guarda balast.
- Tant mateix es porta a terme la restitució a la cota original del camí de servi d'FGC i la recuperació dels espais corresponent a la pista de treball del costat del riu així com la restitució de les possibles afeccions ales parcel·les dels pagesos:

7.4.3. Consideracions tècniques i ambientals

- El sistema tipus **Spiral Flush o comercial similar** garanteix una execució controlada sense risc de col·lapses o alteracions al terreny.
- L'ús de formigons aditivats i el control topogràfic permeten optimitzar els temps d'execució i assegurar la qualitat de l'obra.
- La planificació en dues fases minimitza l'impacte en el servei ferroviari, garantint la seguretat dels operaris i dels usuaris del transport ferroviari.

Taula 1: Fase A - Execució en condicions de circulació ferroviària

Etapa	Descripció
1. Preparació pistes d'accés	Construcció de pistes d'accés paral·leles al traçat ferroviari, amb amplada de 3,0 m per permetre el moviment segur dels equips de perforació.
2. Perforació dels micropilots	Execució de micropilots amb el sistema Spiral Flush o similar, amb camisa metàl·lica de Ø 219,1 mm, injecció de lleixiu de ciment i control de la verticalitat.
3. Preparació dels capitells	Instal·lació de capitells roscats sobre els micropilots amb assignació precisa de cotes topogràfiques per garantir l'alineació de les bigues longitudinals.
4. Col·locació de l'armadura	Muntatge de l'armadura de les bigues longitudinals amb reforços i unions soldades als capitells dels micropilots.
5. Encofrat i formigonat	Construcció de les bigues longitudinals en forma de "L" amb formigó **C35/45** (segons Eurocodi 2), que equival a una resistència característica a compressió (**fc**) de 35 MPa als 28 dies. A més, el formigó estarà aditivat amb accelerant de fraguat per reduir els temps de posada en servei.

Taula 2: Fase B - Execució en condicions de tall total de circulació

Etapa	Descripció
6. Retirada de la via i serveis	Desmuntatge de via, travesses, instal·lacions de fibra òptica i baixa tensió, retirada del balast i excavació fins a la cota inferior de les plaques alveolades.
7. Col·locació de plaques alveolades	Instal·lació de plaques alveolades sobre les bigues longitudinals, utilitzant bandes de neopré per absorbir irregularitats, després d'assolir una resistència mínima de 21 MPa al formigó.
8. Formigonat de la capa de compressió	Execució d'una capa de compressió de 8 cm amb xarxa metàl·lica corrugada i formigó **C35/45** (segons Eurocodi 2), que equival a una resistència característica a compressió (**fc**) de 35 MPa als 28 dies. A més, el formigó estarà aditivat amb accelerant de fraguat per reduir el temps de fraguat.
9. Restitució de la via i serveis	Reposició de balast, via i serveis (fibra òptica, baixa tensió) amb un control topogràfic final per assegurar l'alineació i les cotes correctes del traçat ferroviari.

7.5. DESCRIPCIÓ DEL PROCEDIMENT DE RETIRADA I MUNTATGE DE VIA

En aquest apartat es detallen les operacions necessàries per a la retirada i posterior muntatge d'una via de travesses de formigó sobre balast en un tram de **via única**. Els treballs es realitzaran **de manera ordenada i seqüencial** per optimitzar els temps d'execució i garantir la qualitat i seguretat de la infraestructura ferroviària.

El procediment s'ha planificat per minimitzar el temps d'afectació del servei ferroviari, **programant les operacions en un cap de setmana de tall total**, de **divendres a les 2:00 h fins dilluns a les 04:00 h**.

8.5.1. Procediment per a la retirada de la via

8.5.1.1. Divisió del tram i tall del carril

La retirada de la via es realitzarà per **trams de 60 metres**, garantint una operació eficient i segura.

- Es tallarà el **carril 54E1** als extrems de cada tram per facilitar la seva extracció i evitar tensions incontrolades.
- El tall es realitzarà mitjançant **serres de carril**, assegurant un tall **net i precís** que permeti una posterior soldadura de qualitat.
- Es retiraran els ancoratges i es desmuntaran les fixacions de les travesses **PR-VE-90**, deixant els carrils lliures per a la seva extracció.

8.5.1.2. Apartat del carril

- Un cop tallats, els **carrils es retiraran lateralment** utilitzant maquinària específica per **evitar danys** i facilitar el seu posterior muntatge.
- Es col·locaran **a un costat de la via**, garantint una posició segura i accessible per a la seva reutilització.
- Es realitzarà una **inspecció visual** per detectar possibles defectes estructurals o desgast que puguin requerir **substitució parcial o total** dels carrils.

8.5.1.3. Extracció de les travesses

- Es retiraran **totes les travesses PR-VE-90** de formigó **una a una** amb l'ajuda de **maquinària específica**, evitant cops o danys que puguin comprometre la seva reutilització.
- Es col·locaran **ordenadament prop de la zona de muntatge**, **seguint la numeració original**, per facilitar la seva posterior recol·locació.
- Es revisaran per detectar possibles **danys o fissures**. Aquelles que no siguin reutilitzables seran apartades per a la seva gestió com a residu de construcció.

8.5.1.4. Retirada de balast i excavació del terreny

- Un cop retirada tota la infraestructura ferroviària, s'iniciarà la **retirada del balast i l'excavació** del terreny fins a la **cota requerida** per a la nova instal·lació.
- Es garantirà que el **terreny base** quedi estable i compacte per evitar assentaments diferencials.
- La capa inferior del balast es retirarà si es detecta material contaminat o desgastat i es reposarà amb **balast net**.

8.5.2. Procediment per al muntatge de la nova via

8.5.2.1. Estesa de balast

- S'estendrà una **primera capa de balast** fins a aproximar-se a la cota definitiva de suport de les travesses.
- La col·locació es farà de manera **uniforme i controlada**, utilitzant maquinària d'extensió de balast per garantir un repartiment homogeni.
- Es compactarà lleugerament per **minimitzar possibles assentaments posteriors**.

8.5.2.2. Col·locació de travesses

- Es procedirà a **recol·locar les travesses PR-VE-90** segons la separació original, seguint els amidaments establerts.
- La col·locació es realitzarà amb **pinces especials** i maquinària per evitar impactes i malmetre les travesses.
- Es respectarà l'espaiat **estàndard entre travesses**, que en la línia Lleida - La Pobla de Segur es **situa entorn de 60 cm** segons la tipologia de via i les càrregues previstes.

8.5.2.3. Instal·lació dels carrils

- Un cop posicionades les travesses, es muntaran els **carrils 54E1** mitjançant una **posicionadora de carril**, garantint un ajustament precís.
- Els carrils es fixaran temporalment per evitar desplaçaments durant el **procés d'anivellament i batonat**.
- S'utilitzaran **fixacions homologades** segons les especificacions tècniques de FGC.

8.5.2.4. Anivellament i batonat de la via

- La via es **compactarà i estabilitzarà** mitjançant **un grup de batonat de Vaiacar**, assegurant la correcta distribució del balast i evitant desnivells.
- L'operació es realitzarà en diverses passades, seguint les toleràncies establertes per **normativa ferroviària**.
- L'última passada garantirà la **cota definitiva de circulació**.

8.5.2.5. Soldadura dels trams i neutralització de tensions

- Es procedirà a la **soldadura dels carrils**, excepte en les zones reservades per a la **neutralització de tensions**.
- La neutralització de tensions és una operació fonamental per garantir que els carrils suportin les **dilatacions tèrmiques** sense deformacions.
- Un cop finalitzat aquest procés, es realitzaran les **soldadures finals** per completar la instal·lació.

8.5.3. Control de qualitat i verificació final

- Es realitzaran **inspeccions finals** per verificar que **carrils, travesses i balast han quedat correctament instal·lats**.
- Es duran a terme **proves de verificació geomètrica**, garantint que la via compleix les **toleràncies establertes** per FGC.
- Es verificarà la correcta realització de **les soldadures** i el bon comportament estructural del conjunt via-balast.
- Una vegada completades totes les verificacions, **es donarà per finalitzada la instal·lació** i es procedirà a la **reobertura del servei ferroviari**.

7.6. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS D'EXECUCIÓ DELS MICROPILONS

El procés constructiu per a l'execució dels micropilots del viaducte utilitzarà el sistema **Spiral Flush de Mincon** o sistema comercial similar, optimitzat per perforar en terrenys complexos amb mínim impacte geotècnic. A continuació es detallen resumidament les fases del procés constructiu previst:

Preparació i posicionament dels equips

- Es prepararan les plataformes de treball per garantir l'estabilitat dels equips i l'accessibilitat a les zones d'actuació.
- S'utilitzaran equips de perforació sobre erugues, com els models **Comacchio MC15** i **MC22**, capaços de treballar en espais confinats i amb alta precisió.
- Es verificarà l'alineació i la verticalitat del màstil amb nivells electrònics per assegurar la correcta direcció de la perforació.

Perforació inicial

- La perforació s'executarà amb martells de fons que utilitzen el sistema **HDI Integrated Ring Bit Small** de Mincon o similar. Aquest sistema permet la perforació i col·locació simultània de la camisa metàl·lica, evitant desviacions i garantint la verticalitat.
- El sistema Spiral Flush assegura que l'aire pressuritzat no s'alliberi al terreny, reduint els riscos de sobreexcavació, subsidència i impacte en estructures adjacents.
- Les escòries es canalitzaran pel conducte anular entre la camisa metàl·lica i el varillatge, minimitzant l'impacte ambiental i facilitant-ne la recollida.

Col·locació de la camisa metàl·lica

- La camisa metàl·lica **tub N80** de diàmetre exterior **219,1 mm** i gruix de paret **12,5 mm** s'introdueix durant la perforació. Aquesta queda perfectament centrada gràcies a l'anell de tall integrat, assegurant una correcta transmissió de càrregues.

- L'anell de perforació es deixa com a element permanent a la punta del micropilot, augmentant la seva capacitat portant.

Injecció de la beurada de ciment

- Un cop col·locada la camisa metàl·lica, es procedirà a la injecció de la beurada de ciment mitjançant un sistema de circuit tancat i controlat, utilitzant una relació aigua/ciment de **0,5**. El ciment utilitzat serà **CEM II 42,5 N**.

- La injecció es durà a terme amb un equip especialitzat (Obermann VS121-E o similar) que garanteix una mescla homogènia i una pressió constant fins a **50 bars**.

- S'utilitzaran vàlvules anti-retorn per assegurar una injecció efectiva i evitar la pèrdua de material al terreny.

Control de qualitat durant l'execució

- El sistema de control **SCORPION** registrarà en temps real els paràmetres de la injecció (volum, pressió, etc.), assegurant la traçabilitat de cada micropilot.

- Es monitorarà la recuperació del ciment al conducte anular, garantint que el micropilot està completament farcit.

Finalització i verificació

- Finalitzada la injecció, es revisarà la verticalitat i profunditat de cada micropilot per assegurar el compliment dels requisits tècnics del projecte.

- Es prepararan les capçaleres dels micropilots per rebre les bigues de fonamentació, completant el procés.

7.6.1. Avantatges del sistema escollit tipus SpiraFlush o sistema comercial similar

El sistema tipus **SpiraFlush** ofereix múltiples avantatges tècnics i ambientals, especialment en entorns geotècnicament complexos com els detectats al tram d'actuació. Aquest sistema ha estat dissenyat per superar les limitacions dels mètodes tradicionals de perforació, aportant millores significatives en seguretat, eficiència i sostenibilitat.

Avantatges principals

1. **Control del flux d'aire i del material extret:**
    - El sistema manté tot el flux d'aire i els materials extrets dins de la camisa metàl·lica, evitant l'escapament al terreny circumdant. Això redueix el risc de col·lapses, subsidències i alteracions del sòl, especialment en zones amb materials al·luvials inestables com les descrites a l'estudi geotècnic.
    - Evita la sobreexcavació i minimitza el moviment de partícules fines cap al subsòl, preservant l'estabilitat del terreny.
2. **Reducció del risc ambiental:**
    - En terrenys saturats o propers a masses d'aigua, el sistema evita la comunicació d'aigua i aire entre estrats, protegint la qualitat de l'aqüífer i el subsòl.
    - La recollida controlada del material extret facilita la seva gestió i transport, minimitzant l'impacte ambiental.
3. **Adaptabilitat en espais confinats:**
    - És ideal per treballar en entorns amb accés limitat o condicions logístiques complexes, gràcies al disseny compacte dels equips i la precisió en la perforació.
4. **Seguretat estructural millorada:**
    - L'anell de perforació i la camisa integrada garanteixen la verticalitat i l'alineació del micropilot, fins i tot en condicions de terreny difícil.
    - La metodologia evita interferències entre micropilots propers, millorant l'eficiència global de la fonamentació.
5. **Eficiència energètica i hídrica:**
    - El sistema opera principalment amb aire, eliminant la necessitat de grans volums d'aigua com a fluid de perforació, un avantatge crític en entorns amb restriccions hídriques.

7.6.2. Funcionament del sistema tipus SpiraFlush o comercial similar

El sistema consisteix en una tecnologia de perforació **concèntrica a rotopercussió amb aire**, on es combina un martell de fons amb el sistema **HDI Integrated Ring Bit Small** de Mincon o similar que inclou un anell de perforació integrat amb la camisa metàl·lica. Les etapes clau del funcionament són les següents:

1. **Perforació amb martell de fons :**
    - La broca està equipada amb un sistema de rentat en espiral que dirigeix l'aire pressuritzat lateralment i cap amunt, evitant la projecció directa al terreny.
    - El material extret es canalitza a través de l'espai anular entre la camisa i el varillatge, arribant a la superfície de forma controlada.
2. **Col·locació simultània de la camisa metàl·lica:**
    - La camisa metàl·lica avança amb el martell i l'anell de perforació, assegurant una posició precisa al llarg de tota la perforació.
    - L'anell de tall queda integrat al micropilot com a part de l'element estructural, millorant la transmissió de càrregues.

3. **Injecció de la beurada de ciment:**
    - La injecció es realitza mitjançant vàlvules anti-retorn, assegurant que el morter ompli completament l'espai entre el terreny i la camisa.
    - La tecnologia d'injecció utilitza un circuit tancat per evitar pèrdues de material i assegurar un farciment homogeni.
4. **Control de desviacions i estabilitat:**
    - El sistema incorpora mecanismes per mantenir la verticalitat, fins i tot en terrenys amb pendents o obstruccions com graves i blocs.

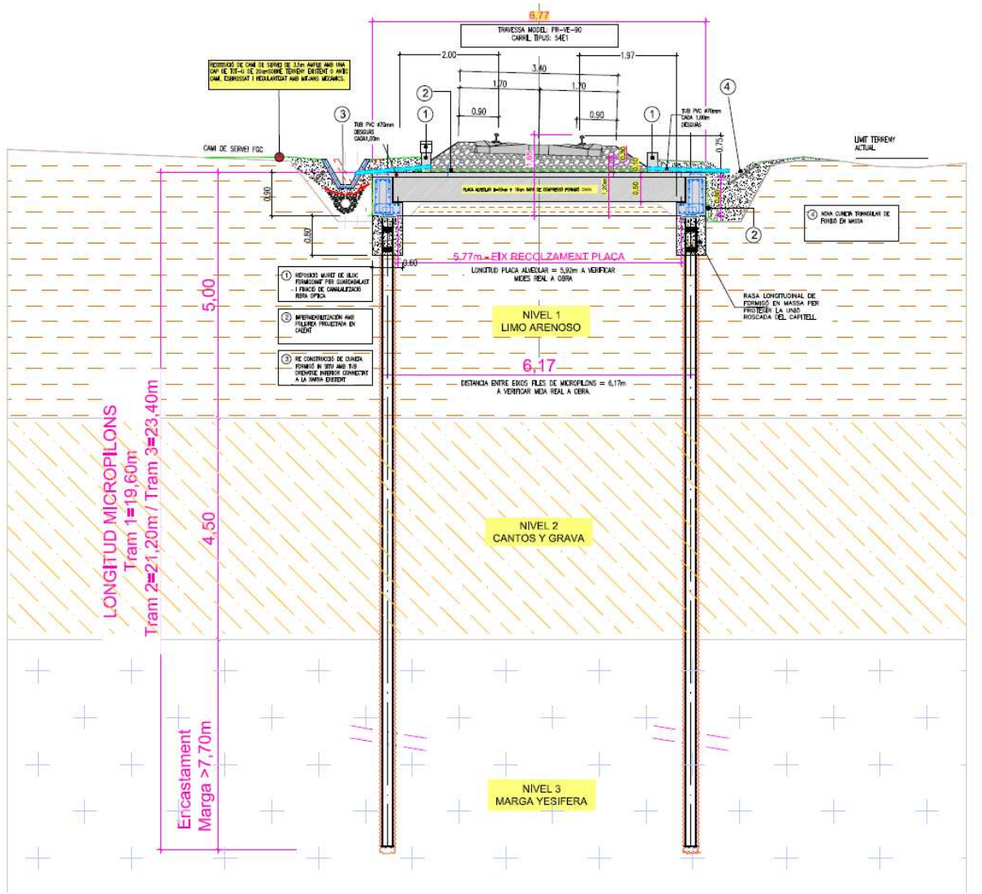
7.6.3. Relació amb les condicions del projecte

Segons l'estudi geotècnic de la zona, la presència de materials al·luvials saturats, combinada amb la proximitat al riu Segre i el seu meandre actiu, representa un risc significatiu per a la seguretat del terreny i les estructures. El sistema tipus **SpiraFlush**, o comercial similar, és especialment adequat per abordar aquestes condicions adverses gràcies a:

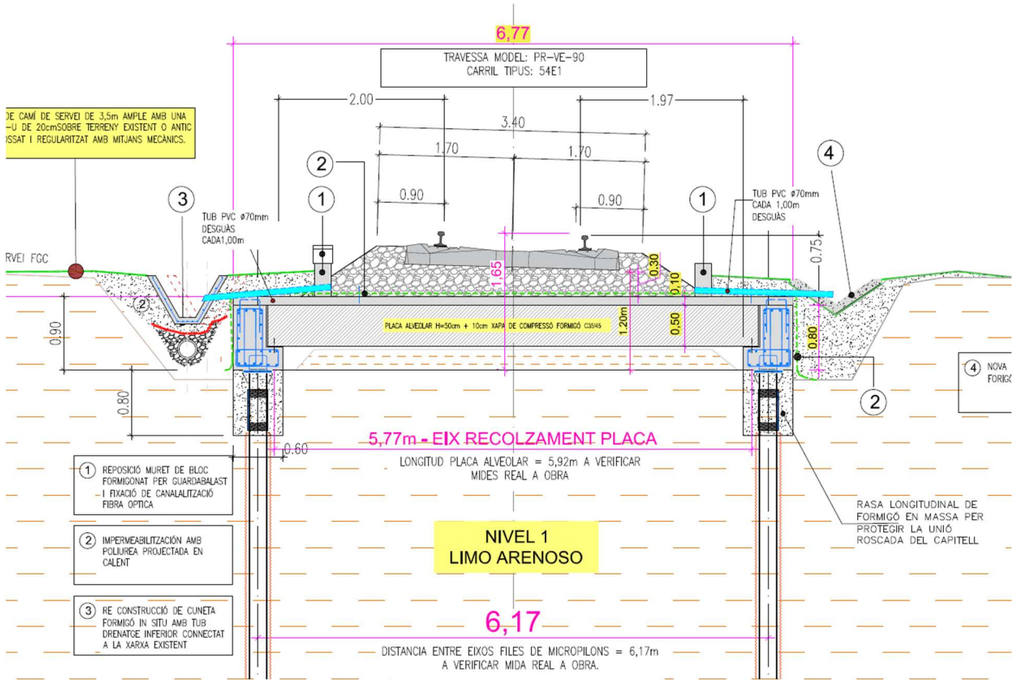
- **Condicions geotècniques del terreny:** A les zones on s'han dissenyat els micropilots es troben materials al·luvials inestables, de gra gruixut i saturats d'aigua, amb gruixos que poden superar els 20 metres en alguns punts.
- **Espais confinats:** Sovint es treballarà en zones amb limitacions de gàlib, mobilitat i accessibilitat per a eines i materials.
- **Proximitat a infraestructures sensibles:** La presència de la via de ferrocarril a menys de 2,00m de l'eix de perfioració fins al carril, infraestructura que estarà en servei mentre es perfora, fa necessari minimitzar el risc geotècnic associat al deteriorament del terreny per sistemes convencionals de perforació amb aire o aigua.
- **Restriccions logístiques:** L'entorn amb la infraestructura ferroviaria en servei dificulta la gestió i transport dels detritus generats durant la perforació on el sistema proposat facilita la concentracio en la boca i la recolida eficiente del detritus.
- **Escassetat hídrica:** A causa de la situació de sequera severa, es desaconsella l'ús de sistemes que requereixin grans volums d'aigua per al barratge.
- **La seva capacitat per evitar l'escapament d'aire** en terrenys saturats i evitar deformacions del terreny.
- **El control precís del flux d'aire en materials argilosos**, evitant bloquejos en l'anell de perforació.
- **La seva eficàcia en perforar capes de graves gruixudes i bolos** sense comprometre la qualitat de l'execució.

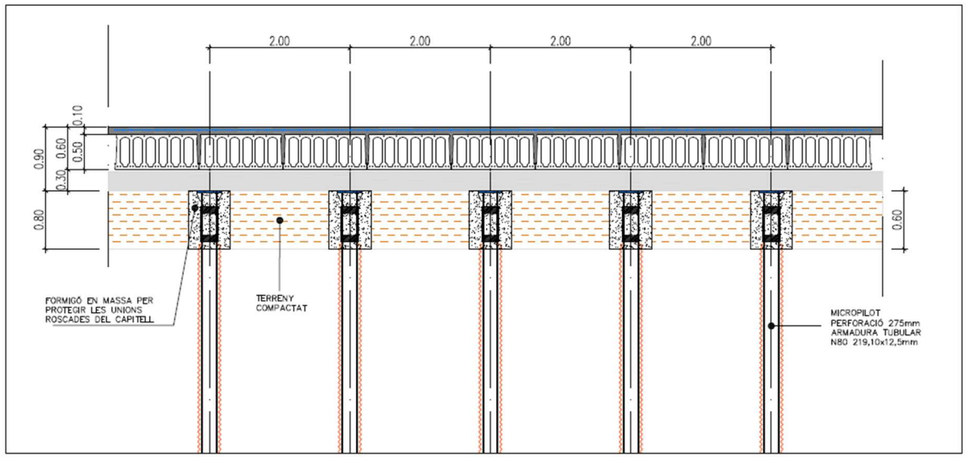
Aquest mètode no només assegura una execució segura i precisa, sinó que també contribueix a la sostenibilitat del projecte, minimitzant l'impacte ambiental i garantint una fonamentació robusta en un context geotècnicament desfavorable.

Es mostren a continuació imatges de la solució proposada i del procés de perforació dels micropilons:

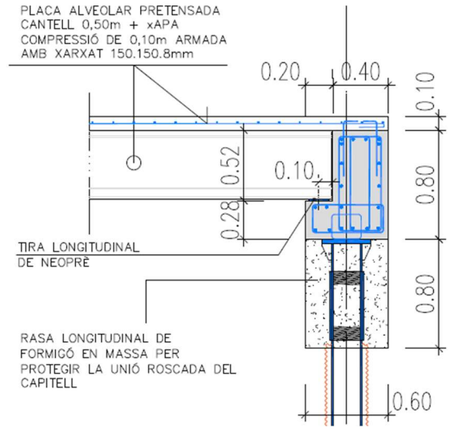


Secció transversal tipus pel tram 1 amb micropilots fins a 19,60m de profunditat.

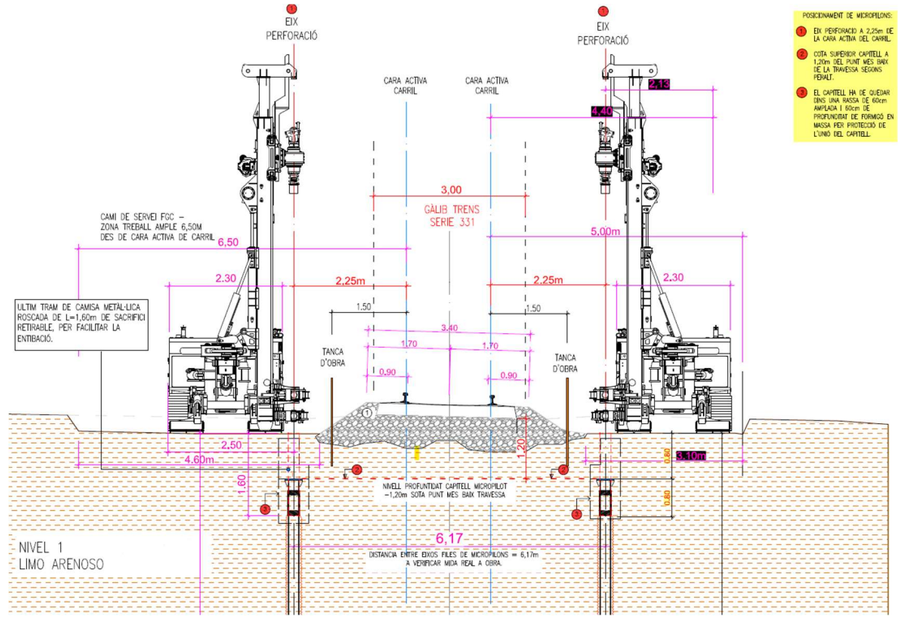




Detalls del recolzament sobre els micropilots del tauler de plaques alveolars pretensades. A dalt la secció transversal del pont. A sota secció longitudinal.



Secció transversal del recolzament de les plaques sobre la biga longitudinal que recolza sobre els micropilots



Detall del procediment de perforació i la inferència amb la circulació ferroviària compatible amb el mètode de perforació previst.

8. TRAÇAT FERROVIARI

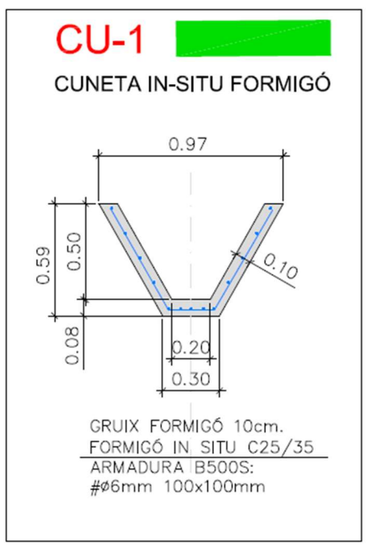
La solució proposada no necessita modificar el traçat ferroviari existent. Durant l'execució del projecte, la via es desmunta temporalment i es torna a muntar mantenint els paràmetres actuals. Això assegura que el projecte no altera cap aspecte de la infraestructura ferroviària existent.

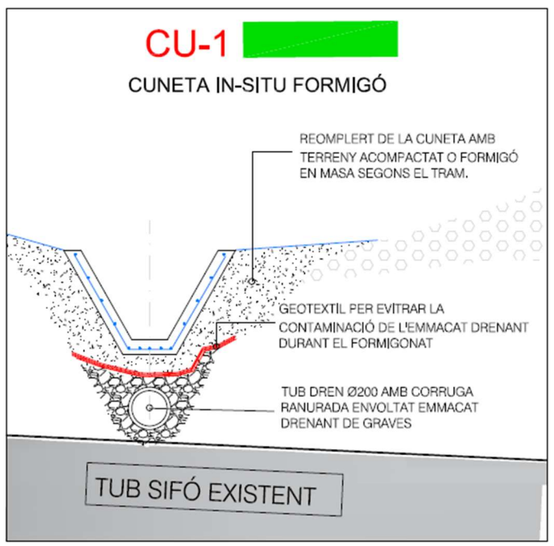
9. DRENATGE

Per tal de dur a terme les actuacions previstes, es procedirà al desmuntatge temporal del sistema de drenatge existent. Durant l'execució de l'obra, es garantirà un sistema de drenatge provisional que asseguri la correcta evacuació de les aigües pluvials.

Un cop completades les obres, es restablirà el sistema de drenatge definitiu, adaptat a la nova configuració estructural, assegurant la seva funcionalitat i eficiència.

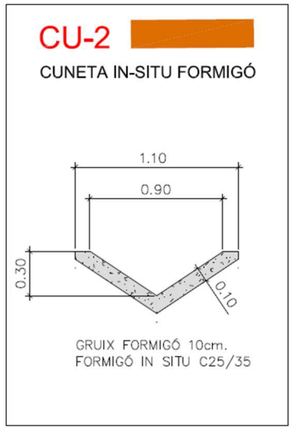
Es preveu la restitució de la cuneta de drenatge longitudinal de via de tipus trapezoidal en el costat muntanya, actualment de peces prefabricades, i es restituirà el tram afectat mitjançant la formació d'una cuneta de igual geometria però executada in-situ.



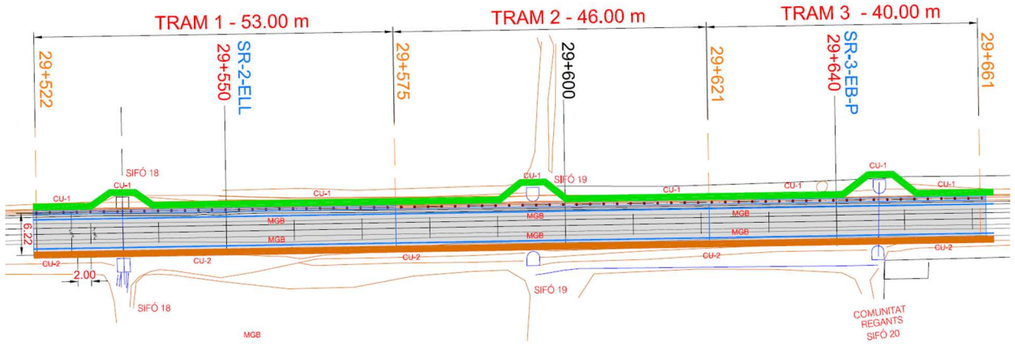


Restitució de la cuneta existents trapezoidal en el tram costat muntanya amb formigó armat executada in-situ.

En el costat del riu, actualment no existeix cuneta de drenatge longitudinal, i es preveu l'execució d'una nova cuneta de formigó en massa de tipus triangular al llarg d ela zona afectada.



El conjunt de cunetes de drenatge longitudinals segons la tipologia indicada es la que es mostra a continuació:



10. INSTAL·LACIONS FERROVIÀRIES. SERVEIS AFECTATS

Al tractar-se d'unes obres de reparació d'un tram de via de 140m de longitud, i on es procedeix a l'aixecament total de la via, s'afecten les instal·lacions ferroviàries existents en el tram tot i que les obres necessàriament s'hauran d'adaptar per donar servei en regim de via única.

En e tram que en ocupa les instal·lacions ferroviàries son:

- **Una balisa:** Caldrà desmuntar, i tornar a muntar en cap de setmana del tall de servei.
- **Un pedal:** Caldrà desmuntar, i tornar a muntar en cap de setmana del tall de servei.

S'han previst diverses partida en la valoració en concepte de protecció, desmuntatge, desplaçament o estintolament i nou muntatge de juntes d'inducció, elements de senyalització de via, grup de cables de

qualsevol naturalesa (fibra Óptica, comunicacions, seguretat, alimentació) i qualsevol instal·lació que dificulti l'execució de la canal central o ampliació de cunetes laterals, en paret de túnel, o en llosa o cunetes laterals, en servei o no, incloent subministrament i col·locació de proteccions, fixacions, p.p. d'armaris, cables auxiliars, connexions i proves. Inclou fase provisional d'obra amb totes les adaptacions necessàries per al seu funcionament, sustentació i proteccions per afecció de les obres en tot moment.

En qualsevol cas, els equips d'instal·lacions de FGC tutelaran qualsevol afecció que pogués haver en el decurs dels treballs tot i que els costos aniran a càrrec del contractista l'obra.

10.1. SERVEIS AFECTATS EN VIA PÚBLICA

No es PREVEU que hi puguin haver interferències amb serveis de diferents companyies, tret d'FGC..

En el cas, però, que sigui necessària l'afecció d'algun servei, el contractista realitzarà els tràmits, permisos i les obres de reposició necessàries, entenent que el seu cost està inclòs sen la partida global de l'execució de pou i no es motiu de reclamació. No s'abonaran partides en concepte d'afecció de serveis en superfície.

11. EXPROPIACIONS I OCUPACIONS TEMPORALS

Per a l'execució del projecte del pont enterrat sota la infraestructura ferroviària de FGC, es preveu la necessitat d'ocupar temporalment espais annexos a la traça ferroviària per a activitats d'acopi de materials, emmagatzematge de maquinària i operacions auxiliars relacionades amb els treballs de perforació i construcció. Aquestes ocupacions es descriuen a continuació:

12. 1. Espais necessaris per a les operacions temporals

- **Zones d'acopi:** S'utilitzaran per emmagatzemar materials com les camises metàl·liques dels micropilons, formigó prefabricat de les plaques alveolars, materials d'armadura i les beurades de ciment necessàries per a les injeccions.
- **Àrees de maquinària:** Es requeriran zones per al posicionament de l'equip de perforació, així com espais per al transport i maniobres de grues i altres equips auxiliars.
- **Àrees de treball auxiliar:** Inclouran zones per a l'equip de soldadura, emmagatzematge temporal de detritus extret durant les perforacions i espais per a vehicles de manteniment i suport tècnic.
- **Accessos i camins de servei:**
    - Actualment, el traçat de FGC disposa d'una via de servei al costat muntanya que podrà ser aprofitada per al pas de maquinària i els accessos a l'obra.
    - Per la banda del riu, no hi ha pista de servei disponible. El projecte inclou l'execució d'un camí de servei de **4,60 metres d'amplada**, dins del domini públic de la infraestructura. Aquest camí es construirà mitjançant **l'esbrossada del terreny existent i l'estesa i compactació d'una capa de tot-u**, que permetrà garantir la mobilitat de la maquinària pesada i el transport dels materials necessaris per a l'obra.

13. 2. Ubicació de les zones d'ocupació

Les zones d'ocupació temporal es localitzaran exclusivament en terrenys dins del domini públic ferroviari de la xarxa de FGC, propietat de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya. Aquests terrenys, annexos a la infraestructura ferroviària, permeten garantir una ocupació segura, eficient i legal sense afectar propietats privades. Això inclou tant les zones d'acopi i treball com el camí de servei projectat.

Així doncs es conclou que:

- **No és necessària cap expropiació de terrenys privats** per a l'execució de les obres.
- Totes les ocupacions temporals requerides per al projecte es gestionaran en terrenys del domini públic ferroviari de FGC, respectant les normatives vigents.

14. ORGANITZACIÓ GENERAL DEL TREBALLS

L'execució del projecte requereix una planificació acurada i una organització detallada dels treballs per tal de garantir el compliment dels terminis establerts i minimitzar els impactes sobre l'explotació ferroviària i l'entorn. Aquest apartat descriu l'organització general de les tasques a realitzar i la seva seqüència d'execució.

14.1. COORDINACIÓ I LOGÍSTICA

- **Planificació prèvia:**
    - Replanteig inicial de l'obra per identificar els punts clau d'actuació.
    - Coordinació amb Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) per garantir l'adequació del pla de treball a les restriccions operatives de la línia.
- **Gestió d'accessos i materials:**
    - S'aprofitarà la via de servei existent al costat muntanya per facilitar l'accés de maquinària i materials.
    - Es construirà un camí de servei al costat del riu per permetre el transport de maquinària pesada i materials a aquesta banda de l'obra. Aquest camí es prepararà mitjançant l'esbrossada del terreny existent i l'estesa d'una capa compactada de tot-u.

14.2. FASES BÀSIQUES D'EXECUCIÓ

L'organització dels treballs es divideix en les següents fases seqüencials:

1. **Preparació inicial:**
    - Replanteig i senyalització de la zona d'obra.
    - Transport i instal·lació de la maquinària de perforació i injecció.
    - Preparació dels camins de servei i zones d'acopi.

2. **Execució dels micropilons:**
    - Perforació amb el sistema SpiraFlush (o similar) per garantir l'estabilitat del terreny.
    - Instal·lació de les camises metàl·liques i injecció de beurada de ciment.
    - Col·locació dels capitells d'acer.
3. **Execució de les bigues longitudinals:**
    - Muntatge d'armadures de les bigues i preparació de la zona de formigonat.
    - Formigonat i curat de les bigues.
4. **Execució del tauler prefabricat: (Tall d'un cap de setmana)**
    - Desmuntatge de la via ferroviària i retirada del balast.
    - Instal·lació de les plaques alveolars i la capa de compressió.
    - Reposició de la via ferroviària.

14.3. RECURSOS NECESSARIS

- **Maquinària:**
    - Maquinària de perforació (MC-15 de Comacchio o similar).
    - Grues per al transport i col·locació de les plaques alveolars.
    - Camions per al transport de materials i retirada de residus.
- **Personal tècnic i operaris:**
    - Un encarregat homologat per FGC present a l'obra durant tot el procés d'execució.
    - Equip especialitzat per a cada tasca: perforació, encofrat, formigonat i reposició de via.

14.4. RESTRICCIONS I MESURES DE SEGURETAT

- Les obres es realitzaran garantint la seguretat dels treballadors i minimitzant les interrupcions del servei ferroviari.
- En el cas del tall total de via per a la instal·lació del tauler, es treballarà en horari continuat de 24 hores durant el cap de setmana, des de divendres a les 23:00h fins dilluns a les 4:00h, per complir els terminis establerts.
- Totes les activitats seguiran estrictament el Pla de Seguretat i Salut, així com les normatives aplicables al domini públic ferroviar

14.5. ANÀLISI DEL PERÍODE D'EXECUCIÓ SEGONS EL CÀLCUL DE RENDIMENTS

- **Micropilons: DIÜRN. Treballs compatibles amb el servei ferroviari**
    - **140 micropilons, 2 micropilons/jornada (10h)**
    - **Durada total:** 3 mesos (1,5 mesos per costat de via).
- **Bigues i camins d'accés: DIÜRN. Treballs compatibles amb el servei ferroviari**
    - **Durada total:** 2 mesos.
- **Tauler i via:** DIÜRN I NOCTURN AMB TALL DE CIRCULACIÓ
    - **Durada total:** Un cap de setmana. **Entre divendres a les 23h i dilluns a les 4h).**

De forma indicativa s'ha suposat dates reals per simular la planificació temporal acuradament en el període entre el 3/3/2025 fins al 8/09/2025 obtenint així les justificacions dels diferents períodes temporals:

Fase 1 i Fase 2: Execució de micropilons i bigues longitudinals:

Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesor...
ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650	145,375 days	**3/03/25 8:00**	**8/09/25 15:20**	
FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA	53 days	**3/03/25 8:00**	**14/05/25 17:00**	
Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days	3/03/25 8:00	12/03/25 17:00	
TRAM 1	30 days	**6/03/25 8:00**	**16/04/25 17:00**	
Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 -	2 days	6/03/25 8:00	7/03/25 17:00	3FS-5 days
Execució de micropilons	13 days	7/03/25 8:00	25/03/25 17:00	5FS-2 days
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	24/03/25 8:00	25/03/25 17:00	6FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	19/03/25 8:00	28/03/25 17:00	7FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	24/03/25 8:00	3/04/25 17:00	8FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	28/03/25 8:00	8/04/25 17:00	9FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	15/04/25 7:00	16/04/25 17:00	10
Final del tram 1	0 days	16/04/25 17:00	16/04/25 17:00	11
TRAM 2	34 days	**27/03/25 8:00**	**13/05/25 17:00**	
Execució de micropilons	13 days	27/03/25 8:00	14/04/25 17:00	6FS+1 day
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	7/04/25 8:00	8/04/25 17:00	14FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	7/04/25 8:00	16/04/25 17:00	15FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	11/04/25 8:00	23/04/25 17:00	16FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	17/04/25 8:00	28/04/25 17:00	17FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	12/05/25 8:00	13/05/25 17:00	18
Final del tram 2	0 days	13/05/25 17:00	13/05/25 17:00	19
TRAM 3	21 days	**16/04/25 8:00**	**14/05/25 17:00**	
Execució de micropilons	13 days	16/04/25 8:00	2/05/25 17:00	14FS+1 day
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	25/04/25 8:00	28/04/25 17:00	22FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	22/04/25 8:00	1/05/25 17:00	23FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	25/04/25 8:00	7/05/25 17:00	24FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	1/05/25 8:00	12/05/25 17:00	25FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	13/05/25 8:00	14/05/25 17:00	26
Finals dels tram 3	0 days	14/05/25 17:00	14/05/25 17:00	27
FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU	47 days	**15/05/25 8:00**	**18/07/25 17:00**	
Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days	15/05/25 8:00	26/05/25 17:00	28
TRAM 1	21 days	**20/05/25 8:00**	**17/06/25 17:00**	
Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 -	2 days	20/05/25 8:00	21/05/25 17:00	30FS-5 days
Execució de micropilons	13 days	20/05/25 8:00	5/06/25 17:00	32FS-2 days
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	29/05/25 8:00	30/05/25 17:00	33FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	26/05/25 8:00	4/06/25 17:00	34FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	29/05/25 8:00	10/06/25 17:00	35FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	4/06/25 8:00	13/06/25 17:00	36FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	16/06/25 8:00	17/06/25 17:00	37
Final del tram 1	0 days	17/06/25 17:00	17/06/25 17:00	38
TRAM 2	21 days	**9/06/25 8:00**	**7/07/25 17:00**	
Execució de micropilons	13 days	9/06/25 8:00	25/06/25 17:00	33FS+1 day
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	18/06/25 8:00	19/06/25 17:00	41FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	13/06/25 8:00	24/06/25 17:00	42FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	18/06/25 8:00	30/06/25 17:00	43FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	24/06/25 8:00	3/07/25 17:00	44FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	4/07/25 8:00	7/07/25 17:00	45
Final del tram 2	0 days	7/07/25 17:00	7/07/25 17:00	46
TRAM 3	16 days	**27/06/25 8:00**	**18/07/25 17:00**	
Execució de micropilons	13 days	27/06/25 8:00	15/07/25 17:00	41FS+1 day
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	8/07/25 8:00	9/07/25 17:00	49FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	3/07/25 8:00	14/07/25 17:00	50FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	7 days	8/07/25 8:00	16/07/25 17:00	51FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	6 days	10/07/25 8:00	17/07/25 17:00	52FS-5 days
Terraplenat de terres	1 day	18/07/25 8:00	18/07/25 17:00	53
Final del tram 3	0 days	18/07/25 17:00	18/07/25 17:00	54
FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA	9,125 days	**19/07/25 2:00**	**21/07/25 3:20**	
FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI	35,75 days	**21/07/25 9:20**	**8/09/25 15:20**	

Fase 3: Aixecament de via, Execució del taulell i reposició de via durant el tall de servei d'un cap de setmana:

Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesor...
ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650	145,375 days	**3/03/25 8:00**	**8/09/25 15:20**	
FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA	53 days	**3/03/25 8:00**	**14/05/25 17:00**	
FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU	47 days	**15/05/25 8:00**	**18/07/25 17:00**	
FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA	9,125 days	**19/07/25 2:00**	**21/07/25 3:20**	
Inici tall de circulació	0 days	19/07/25 2:00	19/07/25 2:00	54
Talla de vies desmuntatge de fixacions	0,375 days	19/07/25 2:00	19/07/25 5:00	57
Retirada de via	0,375 days	19/07/25 3:00	19/07/25 6:00	58FS-2 horas
Retirada de balast	0,375 days	19/07/25 4:00	19/07/25 7:00	59FS-2 horas
Excavació de caixa taulell	0,5 days	19/07/25 5:00	19/07/25 9:05	60FS-2 horas
Muntatge de plaques alveolars	2 days	19/07/25 7:00	19/07/25 23:10	61FS-2 horas
Fomigonat de xapa de compressió	1,5 days	19/07/25 18:10	20/07/25 6:10	62FS-5 horas
Impèrmeabilització del taulell	0,875 days	20/07/25 5:10	20/07/25 12:15	63FS-1 hora
Reblert de cunyes de transició amb grava-ciment	1,25 days	20/07/25 8:15	20/07/25 18:20	63FS+2 horas
Estessa de balast sobre taulell	0,375 days	20/07/25 13:15	20/07/25 16:20	64FS+1 hora
Col·locació de travesses	0,375 days	20/07/25 14:15	20/07/25 17:20	66FS-2 horas
Muntatge de via	0,375 days	20/07/25 15:15	20/07/25 18:20	67FS-2 horas
Anivellació i batonat de via	0,375 days	20/07/25 16:20	20/07/25 19:20	68FS-2 horas
TOT ELS TRAMS: Restitució de les instal·lacions de via	0,5 days	20/07/25 17:20	20/07/25 21:20	69FS-2 horas
TOTS ELS TRAMS: Soldadura dels trams	0,625 days	20/07/25 20:20	21/07/25 1:20	69FS+1 hora
RESTITUCIÓ DEL SERVEI FERROVIARI	0 days	21/07/25 3:20	21/07/25 3:20	71FS+2 horas
FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI	35,75 days	**21/07/25 9:20**	**8/09/25 15:20**	

Fase 4: Execució dels elements de drenatge i restitució de l'entorn:

Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesor...
ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650	145,375 days	**3/03/25 8:00**	**8/09/25 15:20**	
FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA	53 days	**3/03/25 8:00**	**14/05/25 17:00**	
FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU	47 days	**15/05/25 8:00**	**18/07/25 17:00**	
FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA	9,125 days	**19/07/25 2:00**	**21/07/25 3:20**	
FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI	35,75 days	**21/07/25 9:20**	**8/09/25 15:20**	
TOTS ELS TRAMS: Neutralització de tensions	0,5 days	21/07/25 9:20	21/07/25 13:20	72FS+2 horas
Restitució de les parcel·les costat riu	4 days	21/07/25 11:20	25/07/25 10:20	72FS+4 horas
Restitució del cami de servei d'FGC, estesa de TOT-U	4 days	24/07/25 10:20	30/07/25 10:20	75FS-1 day
Execució d'elements de drenatge. Cuneta trapezoidal	9 days	30/07/25 10:20	12/08/25 10:20	76
Execució d'elements de drenatge. Cuneta triangular	9 days	12/08/25 10:20	25/08/25 10:20	77
Execució de muret guardabalast	6 days	25/08/25 10:20	2/09/25 10:20	78
Repasos d'obra	4,5 days	2/09/25 10:20	8/09/25 15:20	79
FINAL DE L'OBRA	0 days	8/09/25 15:20	8/09/25 15:20	80

En base als càlculs temporals anteriors, s'estableix de forma acurada l'estimació del període total de durada de l'obra, i per contrastar la bondat de la metodologia, s'ha utilitzat, de forma indicativa dates reals per simular la planificació temporal considerant els festius i un horari de treball realista, per exemple en el període entre el 3/3/2025 fins al 8/09/2025, obtenien el següent:

Task Information

ID	Nombre	Trabajo	Duracion	Inicio	Terminado
1	ESTRUCTURA PONT GERB PK	2.535 horas	145,375 days	3/03/25 8:00	8/09/25 15:20
2	FASE 1. TREBALL AMB SERVEI	1.088 horas	53 days	3/03/25 8:00	14/05/25 17:00
29	FASE 2. TREBALL AMB SERVEI	1.048 horas	47 days	15/05/25 8:00	18/07/25 17:00
56	FASE 3. TREBALLS AMB TALL	103 horas	9,125 days	19/07/25 2:00	21/07/25 3:20
73	FASE 4. TREBALL AMB SERVEI	296 horas	35,75 days	21/07/25 9:20	8/09/25 15:20

15. ACCÉS A L'OBRA

L'accés a l'obra per part del personal i la maquinària es gestionarà de manera organitzada, aprofitant les infraestructures existents i el camí de servei projectat. Aquesta planificació garanteix l'eficiència operativa i minimitza l'impacte sobre el territori.

15.1.1. Accés de personal

- **Via de servei existent al costat muntanya:**
    - Tot el personal accedirà a l'obra mitjançant la via de servei ja existent al costat muntanya, annexa al traçat ferroviari. Aquesta via permet un accés directe i segur als punts de treball sense necessitat d'habilitar noves rutes.
    - La coordinació i la gestió de les entrades i sortides es farà sota la supervisió d'un encarregat homologat per FGC, que garantirà el compliment de les mesures de seguretat i que no hi hagi interferències amb el servei ferroviari.

- **Camí de servei al costat del riu (nou):**
    - El personal també podrà accedir pel camí de servei projectat al costat del riu, quan es treballi en aquest costat. Aquest camí es construirà específicament per donar accés als micropilons en aquest sector, evitant l'ús de propietats privades o altres infraestructures.

15.1.2. Accés de maquinària

- **Accés principal:**
    - La maquinària pesant, com les perforadores i els camions per al transport de materials i retirada de residus, accedirà per la via de servei existent al costat muntanya. Aquesta via té la capacitat suficient per suportar el trànsit de vehicles pesants i es millorarà si cal per garantir la seva operativitat durant tot el projecte.
- **Accés secundari (camí de servei nou):**
    - La maquinària que treballi al costat del riu accedirà pel camí de servei de 4,60 metres d'amplada que es construirà com a part del projecte. Aquest camí es prepararà amb una capa de tot-u compactada per garantir la seva resistència al trànsit de maquinària pesant com grues i perforadores.
    - Aquest accés es limitarà exclusivament als treballs relacionats amb els micropilons i es clausurarà un cop finalitzats els treballs en aquesta zona.

15.1.3. Gestió i coordinació dels accessos

- **Gestió de fluxos:**

  Els accessos es gestionaran per zones per evitar conflictes entre el personal i la maquinària. Es delimitaran clarament les àrees d'aparcament, maniobra i zones de treball.

- **Mesures de seguretat:**

  Es garantirà que tot el trànsit es realitzi sota estrictes mesures de seguretat. Tots els vehicles i operadors compliran amb la normativa vigent de FGC i les indicacions del Pla de Seguretat i Salut.

  Les zones d'accés i sortida estaran senyalitzades i supervisades per personal qualificat per evitar incidents.

15.2. TREBALLS DE TERCERS

Algunes de les activitats necessàries per a l'execució del present projecte però no incloses en el mateix seran executades directament per FGC o per terceres empreses contractades per FGC. Serà obligació del contractista principal de l'obra la coordinació amb els treballs realitzats per tercers.

També serà obligatòria la prestació de serveis generals de l'obra sense cost addicional. Sense que la relació sigui limitativa aquests serveis inclouen:

- Accessos habilitats a zones de treballs.
- Espai en campa d'obra.
- Mitjans d'elevació presents en l'obra per a actuacions puntuals.
- Mitjans per entrada i sortida de materials.
- Subministra d'aigua i electricitat.
- Casetes d'obra
- Tancament perimetral d'obra en superfície

16. CONSIDERACIONS REGLAMENTÀRIES

16.1. REVISIÓ DE PREUS

Es considera que l'obra s'executarà en una única fase i el termini d'obra NO excedeix els 12 mesos.

En compliment del Reial Decret 1098/2001 de 12 d'octubre de Contractes de les Administracions Públiques (BOE 26/10/2001) i per tractar-se d'un contracte d'obra en què el termini d'execució no excedeix a dotze (12) mesos no es fa necessària una revisió de preus.

16.2. ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

En compliment de l'article 4rt del RD 105/2008 d'1 d'abril, la present memòria valorada inclou un Annex d'Estudi de Gestió de Residus de Construcció i Demolició com annex núm 45, el qual inclou:

- Estimació de la quantitat, expressada en tones i metres cúbics, dels residus de construcció i demolició que generarà l'obra, codificats d'acord amb la llista europea de residus publicada per Ordre MAN/304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus i de la llista europea de residus, o norma que la substitueixi.
- Indicació de les mesures per a la prevenció de residus en l'obra objecte del projecte.
- Proposició de les operacions de reutilització, valorització o eliminació a les quals es destinaran els residus que es generin a l'obra.
- Indicació de les mesures que per a la separació dels residus en obra, en particular, per al compliment per part del posseïdor dels residus, de l'obligació establerta en l'apartat 5 de l'article 5è.

A més de la documentació inclosa a l'Annex de Gestió de Residus, el projecte inclou:

- Les prescripcions en relació amb l'emmagatzematge, manipulació, separació o, si s'escau, altres operacions de gestió dels residus de construcció i demolició de l'obra s'han incorporat en el Plec de Prescripcions Tècniques Particulars del Projecte.
- Al pressupost de la memòria valorada s'ha incorporat la valoració econòmica pel concepte de gestió de residus, desglossat en dues partides, una corresponent als M3 de residus a tractar i una segona partida complementaria en concepte de Partida alçada a justificar que juntes suposen un import total que ascendeix a la quantitat de **15.000,00 € PEM.**

Les partides que desglossant aquest import i que s'incorporen al projecte es mostren a continuació:

Tipologia de Residu	Volum Total (m^3)	Pes Total (Tones)	Cost (€)
Residus inerts i no especials	373,00	671,40	3.000,00
Residus especials	350,00	525,00	2.250,00
Residus d'excavació	3.035,04	4.856,06	6.750,00
Residus d'obra nova	2.964,02	1.085,24	3.000,00
Cost Total (€)	-	-	**15.000,00 €**

16.3. SEGURETAT I SALUT

D'acord amb allò indicat en el Real Decret 1627/1997 de 24 d'octubre s'ha realitzat un Estudi de Seguretat i Salut laboral, que s'adjunta com **annex núm. 3** de la present memòria.

En el estudi es detalla:

a) La normativa aplicable en matèria de Seguretat en el Treball, aplicable al llarg de les diferents unitats d'obra.

b) La metodologia a adoptar a l'obra pel correcte compliment de les normes de seguretat, pel seu desenvolupament i l'organització òptima de les mateixes.

c) L'import del pressupost, que resulta de l'Estudi, i que s'ha incorporat al Pressupost de l'Obra com a partida alçada a justificar que ascendeix a **27.000,00€ PEM.**

A més de les prescripcions detallades en el estudi seran d'aplicació les normes de FGC.

Cal comentar la obligació del contractista a mantenir un encarregat de treballs homologat per FGC, el 100% de l'obra. Haurà de tenir l'acreditació necessària per exercir la seva funció i haurà de comptar amb el vistiplau de la Direcció d'Obra. El seu cost ha de ser inclòs dins de les despeses generals de l'obra.

16.4. TERMINI D'EXECUCIÓ

El termini total previst per a l'execució del projecte és de **26 setmanes**, considerant les característiques de l'obra i la necessitat de minimitzar l'impacte sobre el servei ferroviari. Aquest període inclou les activitats de preparació, execució dels treballs principals i reposició del servei ferroviari.

16.4.1. Justificació del termini d'execució

En base a l'argumentació dels apartats anteriors s'ha pogut establir de forma acurada l'estimació del període total de durada de l'obra, on com en el cas anterior s'utilitzen de **forma indicativa dates reals per simular la planificació temporal considerant els festiu i un horari de treball realista per exemple en el període entre el 3/3/2025 fins al 8/09/2025:**

Task Information

ID	Nombre	Trabajo	Duracion	Inicio	Terminado
1	ESTRUCTURA PONT GERB PK	2.535 horas	145,375 days	3/03/25 8:00	8/09/25 15:20
2	FASE 1. TREBALL AMB SERVEI	1.088 horas	53 days	3/03/25 8:00	14/05/25 17:00
29	FASE 2. TREBALL AMB SERVEI	1.048 horas	47 days	15/05/25 8:00	18/07/25 17:00
56	FASE 3. TREBALLS AMB TALL	103 horas	9,125 days	19/07/25 2:00	21/07/25 3:20
73	FASE 4. TREBALL AMB SERVEI	296 horas	35,75 days	21/07/25 9:20	8/09/25 15:20

1. Data inic de l'obra: **3/03/2025**
2. Data finalització micropilots i biga longitudinal costat muntanya: **14/05/2025 (10 setmanes)**
3. Data inici micropilots i biga longitudinal costat Riu: **15/05/2025**
4. Data finalització micropilots i biga longitudinal costat riu: **18/07/2025 (19 setmanes a origen)**
5. Data tall de circulació: **19/07/2025 00:00h**
6. Data treballs amb tall de circulació el cap de setmana: **Inici 19/07/2025 2:00H fins 21/07/2025 3:20h**
7. Data restitució de la circulació _ **21/07/2025 4:00h**
8. Data inici dels treballs amb circulació restitució de camins, parcel·les, drenatge i entorn: **21/07/2025**
9. Data finalització de l'obra: **8/09/2025 (26 setmanes a origen)**

Tenim per tant que podem constatar que la durada total estimada de l'obra seria:

Durada estimada total de l'obra: 26 SETMANES.

16.5. DESPESES ESPECIALS A CÀRREC DEL CONTRACTISTA

Es considera a càrrec del contractista incloses als preus del Projecte les següents despeses específiques de la present obra i no seran en cap cas susceptibles de compensació econòmica i estaran incloses en els preus de les unitats d'obra.

- Responsable de treballs homologat per FGC.
- Maquinistes homologats per FGC.
- Operadors de Maquinària de infraestructura o homologació equivalent per administració ferroviària.
- Agents d'acompanyament de tren, homologats per FGC
- Agents d'Instal·lacions de Seguretat i de Comunicacions, també homologats
- Tots els equips de personal, de maquinària i de transport necessaris homologats.
- El control de qualitat i assaigs necessaris indicats per la Direcció d'Obra.
- Els treballs de preparació de les zones d'aplec, estacionament i muntatge, mitjans i equips necessaris, personal, construcció de taller, accessos a via, accessos a carretera, explanació, pavimentació, enllumenat, bombament addicional d'aigües, etc.

16.6. PERÍODE DE GARANTIA

El període de garantia de les obres executades serà **d'un any**, a comptar des de la data de finalització de les mateixes, data que s'establirà el dia de la recepció definitiva de les mateixes.

16.7. JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Els preus de l'obra s'han creat a partir de diferents bancs de preus propis contrastats amb obres de similars característiques així com a partir de pressupostos facilitats per diversos industrials especialistes en els treballs a executar.

La major part de l'obra s'executarà amb la via en servei i en un mínim. Els treballs amb servei ferroviari solen representar un augment de cost per la pèrdua de rendiment i les addicionals mesures de seguretat. Per tal de simplificar la valoració de l'obra s'ha considerat de manera general el sobre cost que implica el treball en aquesta situació amb possibles aturades puntuals de l'oberta al pas del tren i les possibles taques a realitzar en horari nocturn quan acabi el tall de servei general. En el seu cas es considera inclòs en els preus de les unitats d'obra la part proporcional de pèrdua de rendiment per les condicions de treball nocturn.

Per a considerar aquesta circumstancia el coeficient per despeses indirectes aplicat als preus per la formació del cost d'Execució Material de cada partida d'obra ha estat del 10%.

També fer notar que la composició del cost d'execució material de les unitat d'obra han estat incrementades per un coeficient de despeses auxiliars depenent de la dificultat de la tasca i els mitjans auxiliars previstos a utilitzar donada la particularitat i el període d'execució de l'obra.

El pressupost que s'inclou en la present memòria valorada no incorpora descomposició de preus ni quadres 1 i 2 de valoració i justificació de preus de cada partida. Només s'incorpora l'amidament de cada partida i el pressupost amb preus unitaris aplicats a cada unitat.

16.8. CONTROL DE QUALITAT

En compliment de la normativa vigent, els treballs definits en la present memòria hauran d'incloure per part del contractista un Pla de control de Qualitat per a l'execució de les obres, amb l'aportació de fitxes de verificació del control de qualitat del fabricant, l'aportació d' assajos i controls in -situ a petició de la direcció de l'obra i qualsevol requeriment documental o de laboratori que s'estimi ha de ser aportat per a garantir tant la qualitat dels materials col·locat a l'obra com dels processos d'execució seguits.

Especialment el contractista redactarà el pla de control de qualitat del formigó estructural de la llosa i del formigó component de la plataforma de via, a fi efecte de controlar la resistència que permeti obrir la via al servei un cop executada. El pla de control haurà de ser aprovat per la D.O.

El cost del control de qualitat necessari per a l'execució de l'obra es considera inclòs en els preus unitaris de les diferents unitats d'obra del projecte.

El contractista realitzarà principalment control de qualitat de la resistència característica del formigó quan sigui així requerit per la D.O i el control documental corresponent de tots el materials col·locats a l'obra.

Per tant es consideren inclosos tots els assajos, rotura de provetes, preses de consistència i actuacions de control de qualitat necessàries, dins el context de les bones pràctiques i del criteri professional pugui requerir la Direcció d'Obra.

16.9. CLASSIFICACIÓ DEL CONTRACTISTA.

D'acord amb el que s'estableix a l'article 77 de la Llei 9/2017, de 8 de novembre, de contractes del sector públic, per la qual es transposen a l'ordenament jurídic espanyol les directives del Parlament Europeu i del Consell 2014/23/UE i 2014/24/UE, de 26 de febrer de 2014, cal incloure un apartat, en el Plec de clàusules administratives de l'obra de referència, on es disposi que les empreses que desitgin optar a la licitació hauran d'estar classificades en els grups, subgrups i categories que s'assenyalen a continuació, aplicables en virtut del Reial decret 1098/2001, de 12 d'octubre, modificat pel RD 773/2015, de 28 d'agost, el qual s'aprova el Reglament general de la Llei de contractes de les administracions públiques, classificacions que podran suplir la solvència sol·licitada en el seu cas:

Grup B	Ponts, viaductes i grans estructures
Subgrup 2	De formigó armat

Grup B	Ponts, viaductes i grans estructures
Subgrup 2	De formigó armat

Grup D	Ferrocarrils
Subgrup 1	Estesa de vies

Després d'analitzar l'execució del projecte i els capítols del pressupost, s'arriba a la conclusió que els contractistes han de complir les següent classificacions:

Grup i subgrup	Nomenclatura	PEM	PEC (Sense IVA)	%	Termini estimat (mesos)
Grup K Subgrup 2	Especials Sondatges, injeccions i estacades	840.680,00 €	1.000.409,20 €	54,21%	<12
Grup B Subgrup 2	Ponts, viaductes i grans estructures De formigó armat	336.877,99 €	400.884,81 €	21,72%	<12
Grup D Subgrup 1	Ferrocarrils Estesa de vies	202.860,97 €	241.404,55 €	13,08%	<12
Total obra		1.380.418,96 €	1.642.698,56 €	89,01%	<12

Per al càlcul de les categories dels diferents grups, s'ha tingut en compte el que estableix el Reial Decret Legislatiu 3/2011, en el que s'indica que "*..los contratos se dividirán en grupos generales y subgrupos, por su peculiar naturaleza, y dentro de estos por categorías, en función de su cuantía. La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al valor íntegro del contrato, cuando la duración de éste sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior*".

Com a criteri general només s'ha de requerir classificació en les parts de l'objecte contractual que tinguin una **significació econòmica superior al 20% del pressupost total** i per tant **NO** es creu convenient, donada la naturalesa de l'obra, exigir al contractista la classificació del grup D Ferrocarrils -Estesa de vies..

Per tant la classificació del contractista que es consideraria preceptiva en les obres que descriu el present document serien:

Grup i subgrup	Nomenclatura	PEC (Sense IVA)	Anualitat mitja	Categoria
Grup K Subgrup 2	Especials Sondatges, injeccions i estacades	1.000.409,20 €	1.000.409,20 €	4
Grup B Subgrup 2	Ponts, viaductes i grans estructures De formigó armat	400.884,81 €	400.884,81 €	3
Total obra		1.401.294,01 €	1.401.294,01 €	75,93%

Categoria 1, Quan l'anualitat mitjana no excedeixi els 150.000 euros.
Categoria 2. Quan l'anualitat mitjana excedeixi els 150.000 euros i no sobrepassi els 360.000 euros.
Categoria 3. Quan l'anualitat mitjana excedeixi els 360.000 euros i no sobrepassi els 840.000 euros.
Categoria 4. Quan l'anualitat mitjana excedeixi els 840.000 euros i no sobrepassi els 2.400.000 euros.
Categoria 5. Quan l'anualitat mitjana excedeixi els 2.400.000 euros i no sobrepassi els 5.000.000 euros.
Categoria 6. Quan l'anualitat mitjana excedeixi els 5.000.000 euros.
(Les categories 5 i 6 no són d'aplicació en els subgrups corresponents als grups I, J i K.)

En resum, per a l'execució del present projecte, els contractistes han de complir les següents classificacions:

CLASSIFICACIONS DEL CONTRACTISTA	
K-2-4	**B-2-3**

17. PRESSUPOST DE L'OBRA

17.1. PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ

El Pressupost d'execució material de la present Memòria Valorada, s'obté aplicant els preus unitaris als amidaments de les partides d'obra segons es desglossa en el corresponent Document Núm.4. Pressupost.

A continuació s'adjunta una taula amb el pressupost d'execució material **PEM** del projecte organitzat per capítols d'obra:

RESUM DE PRESSUPOST Data: 17/02/25 Pàg.: 1

NIVELL 4: Capitulo3			Import
Capitulo3	01.01.01.01	MOVIMENTS DE TERRES	55.446,10
Capitulo3	01.01.01.02	DEMOLICIONS I ENDERROCS	20.710,30
Capitulo2	**01.01.01**	**DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES**	**76.156,40**
Capitulo3	01.01.02.01	AIXECAMENT- REPOSICIÓ DE VIA	202.860,97
Capitulo2	**01.01.02**	**AIXECAMENT I REPOSICIÓ DE VIA**	**202.860,97**
Capitulo3	01.01.03.01	MICROPILOTS	840.680,00
Capitulo3	01.01.03.02	BIGUES I LLOSA ESTRUCTURAL	336.877,99
Capitulo2	**01.01.03**	**ESTRUCTURES**	**1.177.557,99**
Capitulo3	01.01.06.01	IMPERMEABILITZACIÓ I DRENATGE	27.106,56
Capitulo3	01.01.06.02	AUSCULTACIÓ	2.410,00
Capitulo2	**01.01.06**	**OBRES AUXILIARS**	**29.516,56**
			1.486.091,92

NIVELL 3: Capitulo2			Import
Capitulo2	01.01.01	DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES	76.156,40
Capitulo2	01.01.02	AIXECAMENT I REPOSICIÓ DE VIA	202.860,97
Capitulo2	01.01.03	ESTRUCTURES	1.177.557,99
Capitulo2	01.01.06	OBRES AUXILIARS	29.516,56
Capitulo1	**01.01**	**01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3**	**1.486.091,92**
Capitulo2	01.02.01	PARTIDES ALÇADES ABONAMENT INTEGRE	1.800,00
Capitulo2	01.02.02	PARTIDES ALÇADES A JUSTIFICAR	63.000,00
Capitulo1	**01.02**	**PARTIDES ALÇADES**	**64.800,00**
			1.550.891,92

NIVELL 2: Capitulo1			Import
Capitulo1	01.01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3	1.486.091,92
Capitulo1	01.02	PARTIDES ALÇADES	64.800,00
Obra	**01**	**Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550**	**1.550.891,92**
			1.550.891,92

NIVELL 1: Obra			Import
Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550	1.550.891,92
			1.550.891,92

El Pressupost Base de Licitació (PBL), s'obté multiplicant el PEM total anterior pels percentatges de despeses generals (13%), i benefici industrial (6%):

- El Pressupost Base de Licitació coincideix amb el Pressupost d'execució per Contracte **PEC** resulta per l'import sense IVA de **un milió vuit-cents quaranta-cinc mil cinc-cents seixanta-un euros amb trenta-nou cèntims. (1.845.561,39 €)**

el que **representa un rati de 13.182,58 €/ml**, considerant que la intervenció principal representa una longitud total d'execució del nou pont de reforç **140m.**

Cal indicar que a l'import dels preus de la present Memòria Valorada, estan inclosos qualsevol tipus de suplement per treballs nocturns o festius, i no essent per tant objecte d'un possible abonament independent.

17.2. PRESSUPOST PER A CONEIXEMENT DE L'ADMINISTRACIÓ

El pressupost per a coneixement de l'administració es el que es resumeix en el següent quadre:

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE Pàg. 1

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL	1.550.891,92
13 % DESPESES GENERALS SOBRE 1.550.891,92	201.615,95
6 % BENEFICI INDUSTRIAL SOBRE 1.550.891,92	93.053,52
PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE	1.845.561,39
21 % IVA SOBRE 1.845.561,39	387.567,89
TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE AMB IVA INCLÒS	2.233.129,28

Aquest pressupost d'execució per contracte (IVA inclòs) puja a

dos milions dos-cents trenta-tres mil cent vint-i-nou euros amb vint-i-vuit cèntims

Tenint en compte que:

- Totes les obres projectades s'executaran dins de la plataforma ferroviària existent, i que per tant no s'han de considerar despeses d'expropiació i/o ocupacions temporals.

- El Cost dels assaigs de control de qualitat serà assumit pel propi Contractista adjudicatari de les obres, atès que el seu pressupost és inferior a l'1,5% del PEC sense IVA de l'obra.

- El cost inclou inclosos qualsevol tipus de suplement per treballs nocturns o festius, també per moviment de maquinar dins de l'obra i l'adaptació dels procediment d'execució atenent a compatibilitzar amb el servei ferroviari d'FGC, no essent per tant cap d'aquest concepte objecte d'un possible abonament independent.

Així dons, el **Pressupost per a Coneixement de l'Administració** de l'obra, coincideix amb el pressupost d'Execució per Contracte PEC abans indicat mes el valor de l'IVA, pujant per tant a:

Dos milions dos-cents trenta-tres mil cent vint-i-nou euros amb vint-i-vuit cèntims.
***(2.233.129,28€)**.*

18. DOCUMENTS QUE INTEGREN EL PROJECTE

DOCUMENT NÚM. 1: MEMÒRIA I ANNEXOS

- MEMÒRIA
- ANNEXOS
- Annex núm. 1: Geologia i Geotècnia
- Annex núm. 2: Estructures
- Annex núm. 3: Estudi de Seguretat i Salut
- Annex núm. 4: Gestió de Residus
- Annex núm. 5: Pla de treballs

DOCUMENT NÚM. 2: PLÀNOLS

- 01 Ortofotos - Emplaçament i situació de l'actuació
- 02 Planta localització estructura
- 03 Secció longitudinal general
- 04 Detall planta Tram 1
- 05 Detall Planta Tram 2
- 06 Detall planta Tram 3
- 07 Secció transversal tipus Tram 1
- 08 Detall secció transversal llosa via – Secció tipus
- 09 Detalls - Armat bigues longitudinals i capitells micropilots
- 10 Detalls - Armat bigues longitudinals i capitells micropilots
- 11 Detalls - Armat bigues longitudinals i capitells micropilots
- 12 Planta – Cunetes drenatge longitudinal – Muret guarda balast
- 13 Execució dels micropilots – Procés constructiu
- 14 Execució dels micropilots – Procés constructiu
- 15 Procés constructiu perforació micropilots – Planta posicionament maquinaria de perforació
- 16 Procés constructiu perforació micropilots – Secció transversal posicionament de maquinaria
- 17 Secció longitudinal – zona o cunya de transició a la sortida del pont
- 18 Secció tipus – Plataforma de via sobre llosa pont soterrat
- 19 Superestructura de via – Detalls
- 20 Superestructura de via – Detalls
- 21 Superestructura de via – Detalls
- 22 Superestructura de via – Detalls
- 23 Superestructura de via – Detalls
- 24 Planta localització estructura - Parcel·laris

DOCUMENT NÚM. 3: PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS

DOCUMENT NÚM. 4: PRESSUPOST

- Pressupost d'execució material
- Amidaments detallats
- Resum de pressupost per capítols
- Pressupost per contracte.

19. CONCLUSIÓ.

Per tractar-se d'una obra complerta susceptible d'ésser lliurada a l'ús general i donat que comprèn tots els elements per la utilització de les obres, reuneix tot el que demana l'article 125 del Reglament de la llei de contractes de les administracions públiques RDL 2/2000 i RD 1098/2001 constant el present document addenda annexada als projectes de referencia amb els documents preceptius, es considera degudament justificat.

A Barcelona, 19 de Juliol de 2024

L'Enginyer Autor de la memòria valorada

JORDI TORRELLES i RICO

Enginyer de Camins, Canals i Ports
Nº de col·legiat 19.189

ANNEXOS

ANNEX NÚM. 1 GEOLOGIA I GEOTÈCNICA

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ 1
2. ANTECEDENTS 1
2.1. INFORME DE BAC VENTAYOL GEOSERVEIS S.L. 1
2.2. ESTUDI DE L'INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA (ICGC) 2
3. SITUACIÓ GEOLÒGICA 2
4. JUSTIFICACIÓ DE LES MESURES ADOPTADES 2
4.1. FONAMENTACIÓ AMB MICROPILONS INJECTATS: 2
4.2. DISSENY DEL TAULER FERROVIARI AMB REFORÇ ESTRUCTURAL: 2
4.3. CONTROL DE MOVIMENTS DEL TERRENY: 2
5. RESUM DE PARÀMETRES GEOTÈCNICS 3
APÈNDIX NÚM. 01: INFORME GEOTÈCNIC DE BAC VENTAYOL GEOSERVEIS S.L. 4
APÈNDIX NÚM. 02: ESTUDI DE L'INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA (ICGC). 5

ANNEX NÚM. 1 GEOLOGIA I GEOTÈCNIA

1. INTRODUCCIÓ

Per al disseny i execució del pont enterrat destinat al pas del ferrocarril a la línia Lleida – La Pobla de Segur, s'ha realitzat un estudi detallat de les condicions geotècniques del terreny. Amb aquest objectiu, s'han utilitzat dues fonts principals d'informació:

1. **Informe de BAC Ventayol GeoServeis S.L.** (2021).
2. **Estudi de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC)** (2024).

Aquests documents, que proporcionen dades rellevants sobre la caracterització del terreny i els riscos associats a la zona, s'adjunten al projecte com a **apèndix núm. 01 i núm. 02**, respectivament.

2. ANTECEDENTS

2.1. INFORME DE BAC VENTAYOL GEOSERVEIS S.L.

Aquest estudi va ser elaborat com a part d'una campanya prèvia per millorar el pas a nivell núm. 22 a la línia Lleida – La Pobla de Segur. Entre les conclusions clau s'inclou:

- **Estratigrafia identificada**:
  - Estrat de llims arenosos amb poca cohesió, capa mitjana d'entre **5 i 9 metres de gruix**.
  - Subestrat de graves i còdols amb una resistència intermèdia.
  - Estrat final de margues a partir dels **12-15 metres de profunditat**.
- Recomanacions inicials: Utilitzar fonamentacions profundes per garantir l'estabilitat en zones amb terrenys de poca capacitat portant.

2.2. ESTUDI DE L'INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA (ICGC)

Aquest document, més recent, s'ha centrat en l'anàlisi de la problemàtica geotècnica derivada de la presència de dolines i moviments del terreny. Els antecedents es basen en observacions prèvies de deformacions en el tram comprès entre el **PK 29+400 i el PK 29+800**, motivades per:

- Les condicions desfavorables dels estrats superficials de llims arenosos.
- Les fluctuacions del nivell freàtic.
- Existència de **dolines** associades a desplaçaments de materials granulars.
- Augment de la sensibilitat en terrenys saturats d'aigua.
- Reducció de gruixos en el subestrat granular, especialment a prop del **PK 29+600**.

3. SITUACIÓ GEOLÒGICA

Segons l'estudi de l'**ICGC**, la zona d'actuació presenta la següent estratigrafia principal:

1. **Llims arenosos superficials:**
    - Gruix mitjà: **6-9 metres**.
    - Propietats: Material poc consolidat, baixa capacitat portant i susceptible a assentaments diferencials.
    - Problemes associats: Possibilitat de col·lapse en presència d'aigua.
2. **Graves i còdols:**
    - Gruix mitjà: **3-5 metres**.
    - Propietats: Terreny granular amb una millor capacitat portant, però amb espessor limitat a la zona.
    - Problemes associats: Reducció d'espessor en algunes zones.
3. **Margues profundes:**
    - A partir dels **15 metres de profunditat**.
    - Propietats: Elevada cohesió i rigidesa, amb valors de mòdul de deformació superiors als **300 MPa**.
    - Aquest estrat constitueix el terreny de suport principal per als micropilons

Aquestes característiques han estat determinants per al disseny de la fonamentació, ja que asseguren una transmissió segura de les càrregues fins als estrats més competents.

4. JUSTIFICACIÓ DE LES MESURES ADOPTADES

Les mesures proposades per al projecte es basen en les conclusions de l'estudi de l'ICGC i en les recomanacions tècniques associades a les condicions del terreny:

4.1. FONAMENTACIÓ AMB MICROPILONS INJECTATS:

- Es proposa utilitzar micropilons de **19,60 a 23,40 metres de longitud** per garantir l'encastament a l'estrat de margues profundes.
- La injecció amb beurada de ciment augmenta la resistència lateral i evita col·lapses en els estrats superiors.

4.2. DISSENY DEL TAULER FERROVIARI AMB REFORÇ ESTRUCTURAL:

- L'ús de plaques alveolars pretensades i bigues longitudinals de formigó armat proporciona rigidesa al sistema i minimitza la deformació provocada pels assentaments del terreny.
- Placa alveolar pretensada (cantell total 0,50 m amb xapa de compressió de 0,10 m).
- Les bigues longitudinals de formigó armat es dimensionen per suportar els esforços derivats del trànsit ferroviari i transmetre les càrregues de manera uniforme als micropilons.

4.3. CONTROL DE MOVIMENTS DEL TERRENY:

- Durant l'execució i en la fase de servei, es recomana monitoritzar el terreny mitjançant equips de mesura en zones de major risc, com les dolines identificades a prop del PK 29+600.

5. RESUM DE PARÀMETRES GEOTÈCNICS

A partir dels estudis disponibles, els paràmetres clau són:

- **Llims arenosos:**
  - Resistència al tallant: 35-50 kPa.
  - Angle de fricció: 28°-32°.
- **Graves i còdols:**
  - Capacitat portant: 150-200 kPa.
  - Mòdul de deformació: 50-100 MPa.
- **Margues:**
  - Cohesió: 180-200 kPa.
  - Mòdul de deformació: 300-350 MPa.

S’adjunten a continuació els dos estudis mencionats com Apèndix núm.1 i núm. 2:

APÈNDIX NÚM. 1

INFORME GEOTÈCNIC DE BAC VENTAYOL GEOSERVEIS S.L.

ESTUDI GEOTÈCNIC PER A LA SUPRESSIÓ D'UN PAS A NIVELL. LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR. PK 30+185. GERB (LLEIDA).

INFORME:2234P6647 V.2

CLIENT: FERROCARRILS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA

DATA: 9 DE JULIOL DE 2021

SONDEIGS• ENGINYERIA GEOLÒGICA• GEOLOGIA DEL MEDI AMBIENT• HIDROLOGIA• ASSAIGS CPTU

Ávila 138, planta 3. 08018 BARCELONA- Tel. 93 5408542- www.baciventayol.com

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ. 3

2. OBJECTIUS. 3

3. TREBALLS REALITZATS. 4

3.1. Sondeigs a rotació amb extracció de mostra continua. 4

3.2. Campanya d'assaigs de laboratori. 5

4. CONTEXT GEOLÒGIC. 7

5. CARACTERÍSTIQUES GEOTÈCNIQUES. 7

5.1. Rebliments. 7

5.2. Sòls quaternaris. 7

5.3. Substrat eocè-oligocè 9

6. HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA. 10

7. SISMICITAT. 11

8. CONCLUSIONS. 12

8.1.Estudi de fonaments. 12

8.2. Excavació 17

9. ANNEXES

9.1 PLÀNOL DE SITUACIÓ DELS PUNTS DE RECONEIXEMENT

9.2 FOTOGRAFIES

9.3 ACTES DE SONDEIGS

9.4 PERFILS GEOLÒGICS

9.5 ACTES DELS ASSAIGS DE LABORATORI

ESTUDI GEOTÈCNIC PER A LA SUPRESSIÓ D'UN PAS A NIVELL. LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR. PK 30+185. GERB (LLEIDA).

1. INTRODUCCIÓ.

Per encàrrec de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya , s'ha dut a terme el reconeixement geotècnic del subsòl per a la construcció d'un pas a nivell a la línia de ferrocarrils Lleida- La Pobla de Segur, al PK 30+185, al terme municipal de Gerb (Lleida).

Actualment, el pas a nivell està format per unes barreres i semàfors que delimiten el creuament de les línies de ferrocarril amb la Carretera de la Estació de Gerb. Es preveu eliminar aquest pas a nivell i construir un pas aeri o subterrani que creui les línies de ferrocarril. En aquest informe s'estudien ambdues opcions.

2. OBJECTIUS.

Els objectius en què s'ha concretat el present estudi geotècnic són els següents:

- Anàlisis del context de la zona, per tal d'identificar possibles processos geològics que puguin afectar a l'obra.
- Caracterització litològica del subsòl fins a la màxima profunditat assolida. Presència de guixos en el subsòl.
- Identificació de la possible presència de gruixos destacats de reblerts.
- Paràmetres geotècnics d'identificació i resistència de les diferents capes travessades.
- Determinació de la cota del nivell freàtic.
- Sismicitat de la zona.
- Tipologia de fonamentació aconsellada.
- Valoració de la capacitat portant del terreny i dels assentaments previsibles.
- Excavabilitat del terreny. Estabilitat de talussos i dades per al càlcul de les empentes de terres contra possibles murs de contenció.
- Recomanacions constructives globals.

3. TREBALLS REALITZATS.

Els treballs de camp es van efectuar entre els dies 6 i 12 d'abril de 2021, i han consistit en la següent campanya geotècnica:

- Perforació de 3 sondeigs a rotació amb extracció de mostra continua.
- Assaigs de laboratori.

3.1. Sondeigs a rotació amb extracció de mostra continua.

Els sondeigs s'han perforat amb la sonda RL-48. Per la perforació s'ha utilitzat bateria simple (B) de diàmetre de 101 mm i 86 mm.

La perforació del terreny s'ha efectuat preferentment en sec, per no alterar les condicions d'humitat del subsòl.

Els sondeigs s'han dut a terme seguint la norma XP 94-202, i la nostra empresa està degudament registrada en la Generalitat, con a Laboratori d'assaigs de la Construcció, en l'àmbit de la geotècnia, segons Declaració Responsable (R.D. 410/2010 del 31 de març, amb nº de declaració L0600075, i data de presentació 27 de juliol de 2.010).

Tots els testimonis obtinguts han estat descrits in situ per un geòleg, i dipositats temporalment en caixes de mostres, que han estat fotografiades (els documents gràfics s'adjunten a l'annex d'aquesta memòria).

Tots els sondeigs s'han perforat fins els 18.0 m de profunditat. El total de metres perforats ha estat doncs de 54.0 m.

Durant l'execució dels sondeigs s'han realitzat un total de 8 assaigs S.P.T. L'assaig S.P.T consisteix en l'inca d'un aparell normalitzat mitjançant la caiguda automatitzada d'una massa de 63.5 kg de pes, amb una caiguda lliure de 76 cm. L'inca s'efectua en quatre trams de 15 cm cada un, denominant-se valor N a la suma dels dos valors més baixos dels tres darrers trams. L'assaig està regit per la norma UNE 103-800-92.

El valor esmentat de l'assaig SPT, N, queda representat en les gràfiques de sondeig exposades en l'annex, encara que per fer els càlculs de resistència i deformabilitat del terreny s'hauria d'utilitzar el valor $N_{60\%}$, que correspon a multiplicar el valor N per un factor de 1,1 a 1,4. La justificació d'aquest procediment es descriu al final d'aquest capítol.

També s'han extret 14 mostres representatives, i 6 mostres inalterades, utilitzant un aparell pren mostres de paret grossa, amb camisa interior de PVC. Les mostres obtingudes tenen 60 cm de longitud i 6.0 cm de diàmetre. Aquest aparell es clava al

terreny amb el mateix dispositiu automàtic SPT. Donada la diferència d'àrea entre aquest aparell i el del SPT, el colpeig obtingut s'ha de dividir per dos per obtenir una equivalència SPT, i aquest quocient és el que s'introdueix en els registres de sondeig.

A més, en els sondeigs S-1 i S-2, s'ha instal·lat canonada piezomètrica ranurada de PVC fins als 18 m de profunditat i una arqueta i tapa metàl·lica de protecció superficial.

3.2. Campanya d'assaigs de laboratori.

Les mostres obtingudes dels sondeigs i de les cales, han estat traslladades al Laboratori BAC (Laboratori acreditat per la Generalitat de Catalunya sota Declaració Responsable).

En les mostres analitzades dels sondeigs, s'han realitzat els següents assaigs:

- 8 assaigs granulomètrics
- 6 determinacions dels límits d'Atterberg
- 9 assaigs de compressió simple
- 6 assaigs de tall directe consolidat i drenat (CD)
- 7 determinacions del contingut en guix
- 1 determinació quantitativa de sulfats agressius

Annexes:

A l'adjunt d'annexes al final d'aquesta memòria, es recullen les següents dades:

- Plànol de situació dels punts de reconeixement.
- Fotografies de les mostres de testimoni i dels emplaçaments dels sondeigs.
- Actes de sondeigs.
- Perfils geològics.
- Actes dels assaigs de laboratori.

CORRECCIÓ DELS VALORS DE COLPEIG SPT.

El valor N de colpeig SPT, sense cap tipus de correcció, és el valor que apareix en les gràfiques de sondeig. Per tal d'utilitzar les múltiples correlacions existents entre els valors SPT i altres paràmetres geotècnics, s'ha de fer una correcció fonamental.

Aquesta correcció es deu al fet que els sistemes moderns d'execució dels assaigs SPT asseguren una caiguda automàtica i força lliure de la massa, mentre que en els mètodes antics, amb els quals es varen fer les correlacions, la caiguda no era totalment lliure.

Pel càlcul d'aquesta correcció, ens basem en el mètode proposat per A.W. Skempton (1986), Geotecnique 36, nº 3, pp. 425-447 "Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation".

També ens basen en la pròpia normativa de l'assaig: UNE-EN ISO 22476-3:2.006.

Seguint els criteris d'aquests autors, el colpeig observat N s'ha de corregir al valor que s'hauria mesurat utilitzant una energia de colpeig específica.

El valor que es proposa és el d'un 60% de l'energia de caiguda lliure. Inclús en el cas de caiguda automàtica, es produeix una dissipació d'energia, deguda a pèrdues en el colpeig contra l'enclusa, i també per l'absorció a les barnilles. L'energia obtinguda amb els nostres sistemes, seguint el raonament de Skempton, ha de ser pròxima al 70-75%, i per tant la correcció que s'ha d'aplicar és de l'ordre de 1.2.

Recentment hem estat de les primeres empreses de l'estat espanyol en fer mesures concretes de l'energia de l'assaig SPT, en les nostres sondes, mitjançant la instrumentació d'una varilla amb extensímetres i acceleròmetre. Els resultats són de l'ordre del 75-80%, propers als previstos per Skempton.

També s'ha d'aplicar una altra correcció, ja que el prenmostres utilitzat no porta una camisa interior de zenc. Segons la normativa, aquesta correcció és de 1.2, amb la qual cosa la correcció global ha de ser de l'ordre de 1.4-1.5.

Finalment hi ha una altra correcció, en assaigs a menys de 10 m de profunditat, i que oscil·la entre 0.75-1.00.

En definitiva, segons el nostre criteri, els valors obtinguts en els assaigs SPT N, s'han de multiplicar per un factor mínim de 1.4 (1.1 a 1.4 en assaigs a menys de 10 m de fondària), per a obtenir el valor $N_{60\%}$, amb el que es podran realitzar correlacions amb altres paràmetres geotècnics.

Es pot consultar el nostre article: Ventayol, A., Fernàndez Tadeo, C. (2.011): "Medida de la energía del ensayo SPT. Correcciones a aplicar". Ingeopres, nº 208. Madrid.

4. CONTEXT GEOLÒGIC.

La zona d'estudi se situa en el límit sud del tram central de les Serres Marginals Pirinenques, concretament en el nucli de l'anticlinal Balaguer-Barbastre, que està format per margues amb guixos, formades entre l'eocè superior - oligocè inferior.

També ens trobem en el marge dret del riu Segre, concretament sobre una terrassa al·luvial mitja del curs fluvial.

La zona presenta una topografia planera, i les cotes absolutes d'inici de cada sondeig han estat:

S-1: +231.1 m S-2: +230.9 m S-3: +231.0 m

Els sediments quaternaris s'han perforat en tots els sondeigs, i es troben formats per una primera capa de llims, reposant sobre unes graves de terrassa fluvial del Segre d'edat holocena. Sota la cobertera quaternària s'ha perforat el substrat terciari, format a la zona d'estudi per margues amb abundants guixos de l'Eocè - Oligocè.

5. CARACTERÍSTIQUES GEOTÈCNIQUES.

A continuació es fa una modelització del terreny, descrivint les característiques geotècniques de cada capa. Es mostra a l'annex la descripció litològica dels sondeigs i la geometria detallada de les unitats al perfil.

5.1. Rebliments.

En tots els sondeigs s'ha perforat un nivell de terres de conreu format per sorres i graves. El gruix d'aquest nivell en cada sondeig ha estat:

S-1: 0.5 m S-2: 0.8 m S-3: 0.7 m

Es tracta d'un nivell tou i remogut sobre el qual no es recomana recolzar cap fonament.

5.2. Sòls quaternaris.

En tots els sondeigs per sota del terreny de conreu s'ha perforat una cobertera quaternària associada als processos fluvials del riu Segre. Dintre d'aquest grup es diferencien dues unitats:

Informe 2234P6647

Llim argilós

Format per nivells de llims amb contingut variable en argiles de color marró. S'ha detectat a tots els sondeigs, per sota del nivell de rebliment i fins les següents profunditats:

S-1: 4.05 m S-2: 4.2 m S-3: 4.3 m

El percentatge de partícules fines varia entre 51.7 - 97.1% (mitjana en 4 assaigs de 73.7%), es tracta, per tant, de sediments cohesius amb un contingut variable en sorra.

El límit líquid varia entre 19.4 - 28.2 (mitjana de 24.5); el límit plàstic entre 15.4 – 22.0 (mitjana de 18.5); i l'índex de plasticitat entre 2.5 – 11.0 (mitjana de 5.9). Es tracta de sediments amb una plasticitat baixa. La humitat natural varia entre 19.2 i 24.8% (mitjana de 22.4%), sempre per sobre del límit plàstic. La classificació USCS és de sòls ML i en menor grau ML-CL o CL.

La densitat aparent en 4 mostres varia entre 1.98 i 2.08 g/cm^3. La mitjana és de 2.03 g/cm^3.

L'inflament lliure en edòmetre en 3 mostres, varia entre 0-0.25%, per tant no tenen comportament expansiu.

El contingut en guix en 3 mostres és de 0.02 - 0.05 % (mitjana de 0.03%), sense efectes pràctics. El contingut en sulfats agressius és de 600 mg SO_4/kg de sòl sec, per tant es considera no agressiu segons EHE-08.

El colpeig obtingut en 6 assaigs varia entre 2 i 6, sent la mitjana $N'_{60\%}$= 4, es tracta, per tant de materials amb una consistència clarament tova.

En 4 assaigs s'ha obtingut una resistència a la compressió simple de 0.19 a 0.55 kg/cm^2 (mitjana de 0.39 kg/cm^2), confirmant també la consistència tova dels materials.

En 3 assaigs de tall directe (consolidat i drenat), s'ha obtingut una cohesió de 0.09-0.42 kg/cm^2 (mitjana de 0.27 kg/cm^2) i un angle de fregament de 21-29º (promig 24º). Els valors obtinguts de cohesió 0.09 kg/cm^2 i angle de fregament 29º, no es consideren però gaire representatius pel major contingut en sorra de la mostra.

Graves i sorres

Es tracta de graves rodades i sorra mitja a grossa amb matriu argilosa marró. Les graves són poligèniques i presenten un diàmetre de fins 6 cm. Cap a base d'aquesta

unitat, en el sondeig S-3, s'ha detectat un nivell de d'argila llimosa de 0.5 m de potència.

S'ha detectat en tots els sondeigs per sota del nivell de llims fins les següents profunditats:

S-1: 10.0 m S-2: 8.6 m S-3: 8.7 m

En 3 assaigs granulomètrics, el percentatge en fins varia entre 8.0 i 19.7%, amb mitjana de 12.7%. Es tracta per tant de materials no plàstics. Segons la classificació USCS es tracta de sòls de tipus GW-GC.

El colpeig SPT obtingut en 7 assaigs varia entre 6 i rebuig (>50), sent el mitjana de N'=32 ($N'_{60\%}$= 39). El valor N=6 és degut segurament a un nivell amb força matriu argilosa. Es tracta per tant de materials granulars densos.

Respecte l'agressivitat, en presentar nivell freàtic a l'interior de la unitat, es considera que els sulfats quedaran dissolts a l'aigua, i serà aquesta la que determini el grau d'atac, que en aquest cas és atact mig (Q_b).

5.3. Substrat eocè-oligocè

Format per margues grises amb abundants vetes i cristalls de guix, que poden ser predominants. També, s'han observat nivells de guix de fins a 10 cm de potència. En algunes mostres s'intueix una inclinació de l'estratificació entre 30 i 45º respecte l'horitzontal. L'índex RQD varia entre 45 i 100 %. Aquesta unitat s'ha perforat en tots els sondeigs, per sota del nivell de graves i fins la base de les prospeccions.

La profunditat d'inici del substrat ha estat:

S-1: 10.0 m S-2: 8.6 m S-3: 8.7 m

En una mostra assajada, s'ha obtingut un percentatge de fins del 92.1%. El límit plàstic és de 35, el límit líquid de 20.2 i l'índex de plasticitat és 14.8. Es tracta de materials amb una plasticitat mitja. Segons la classificació USCS es tractaria de materials CL, tot i que no es considera gaire representatiu. La humitat natural varia entre 13.9 - 15.7 % (mitjana de 14.7%), inferior al límit plàstic.

La densitat aparent en 5 mostres és de 2.21 a 2.29 g/cm^3. El promig és de 2.24 g/cm^3.

L'inflament lliure en edòmetre obtingut en una mostra és de 0.5%, no són per tant materials expansius.

El contingut en guix en 3 mostres varia entre 52.5 i 82.1% (mitjana de 65.7%). Es un valor clarament alt. Cal per tant remarcar la possibilitat clara de processos de dissolució del guix a causa de l'aigua que hi pugui penetrar i circular.

En 5 assaigs a la resistència a la compressió simple s'ha obtingut uns valors entre 5.9 a 106.2 kg/cm^2 (promig 84.5 kg/cm^2), es tracta de roques de resistència dèbil segons la classificació ISRM (1981), però de compacitat molt densa des del punt de vista dels sòls.

En un assaig de tall directe consolidat i drenat, s'ha obtingut una cohesió de 12 kPa i un angle de fregament de 22º. Són valors baixos per aquest tipus de terreny, per la qual cosa no els considerem representatius.

No s'ha realitzat determinació de l'agressivitat en sòls a la unitat en tractar-se de materials rocosos, amb poca facilitat per l'intercanvi iònic. Tractant-se però de materials amb alt contingut en guixos caldrà preveure un comportament agressiu dels materials.

6. HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA.

En els sondeigs S-1 i S-2, s'ha instal·lat canonada piezomètrica de PVC fins als 18.0 m de profunditat per al control del nivell freàtic. També existeix un altre piezòmetre d'una campanya anterior (S3bis).

A continuació es mostra una taula amb les mesures de periodicitat mensual realitzades fins a data del present informe:

		NIVELL FREÀTIC (m)			
SONDEIG / DATA	COTA (m)	12/04/2021	18/05/2021	17/06/2021	08/07/2021
S-1	231,1	5,79	5,92	5,45	5,38
S-2	231,0	5,67	5,85	5,47	4,98
S-3 bis	230,4	-	5,36	5,47	4,52

S'observen oscil·lacions destacables del nivell als diferents piezòmetres. En general el nivell freàtic ha ascendit, lligat presumiblement al regadiu dels camps de conreu pròxims.

D'altra banda es va procedir a recollir mostra d'aigua del sondeig S1 a data 17/06/2021 per analitzar el grau d'agressivitat al formigó segons EHE-08.

A continuació s'exposa la taula amb els resultats obtinguts i els valors de referència:

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut	Valors de referencia / *Valores de referencia*			
				Ag debil	Ag. mitja *Ac. media*	Ag. forta *Ag. Fuerte*	Pastat *Amasado*
Acidesa (Ph)/ *Acidez (Ph)*	UNE 83952:2008	7		6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5	> = 5
Co² lliure / *Co² libre*	UNE-EN 13577:2008	2.2	mg/ l	15-40	40-100	> 100	
ió amoni (NH_4^+) / *Ión amonio* (NH_4^+)	UNE 83954:2008	0	mg/l	15-30	30-60	> 60	
ió magnesi (Mg^{2+}) / *Ión magnesio* (Mg^{2+})	UNE 83955:2008	224	mg/l	300-1000	1000-3000	> 3000	
ió sulfat (SO_4^{2-}) / *Ión sulfato* (SO_4^{2-})	UNE 83956:2008	1081.68	mg/l	200-600	600-3000	>3000	<= 1000
Residu sec / *Residuo seco*	UNE 83957:2008	1096	mg/l	75-150	50-75	<50	
Substancias disoltes / *Sustancias disueltas*	UNE 83957:2008		g/l.				<= 15
ió clorur (Cl^-) / *Ión cloro* (Cl^-)	UNE 83958:2014		g/l				<=3 g/l (b)
Hidrats de carboni / *Hidratos de carbono*	UNE 83959:2014		--				0
Substancies solubles en eter / *Substancias solubles en eter*	UNE 83960:2014		g/l				<= 15

Es pot concloure per tant que la mostra d'aigua presenta **agressivitat mitja** (Q_b) per contingut en ió sulfat.

7. SISMICITAT.

Gerb se situa en una zona amb valor d'acceleració sísmica bàsica inferior a 0.04*g, amb un coeficient de contribució K=1.

Segons la "Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02", el coeficient del sòl (C), s'obté en funció del tipus de materials que existeixen fins a una profunditat d'uns 30 metres per sota de la cota de rasant, segons la següent taula:

Tipus de terreny	Coeficient C	Característiques bàsiques
Tipus I	1.0	Roca compacta, sòl cimentat o granular molt dens. Velocitat de propagació de les ones elàstiques transversals o de cisalla V_s>750m/s
Tipus II	1.3	Roca molt fracturada, sòl granular dens o cohesiu dur. Velocitat de propagació de les ones elàstiques transversals o de cisalla 750m/s ≥ V_s >400m/s
Tipus III	1.6	Sòl granular de compacitat mitja, o sòl cohesiu de consistència compacta a molt compacta Velocitat de propagació de les ones elàstiques transversals o de cisalla 400m/s ≥ V_s >200m/s
Tipus IV	2.0	Sòl granular fluix, o sòl cohesiu tou. Velocitat de propagació de les ones elàstiques transversals o de cisalla V_s ≤200m/s

En el cas que ens ocupa, el coeficient a adoptar, ponderant en els 30 m sota rasant, és de C=1.39.

8. CONCLUSIONS.

8.1.Estudi de fonaments.

Es preveu la construcció d'un pas aeri o subterrani respecte l'actual línia de ferrocarrils al PK 30+185 a la línia Lleida – La Pobla de Segur. En aquest sector, el terreny està format per un petit reblert antròpic, per sota del qual es troba un nivell quaternari de llims i argiles, que queda recolzat sobre un altre nivell quaternari format per graves i sorres.

En profunditat hi ha margues amb guixos, dures als nostres efectes, però amb problemes de dissolució del guix. De fet, en la zona es coneixen problemàtiques de subsidència i col·lapse deguts a aquest procés.

La resistència del nivell de reblert i de llims quaternaris és molt baixa, per tant, no es recomana cap tipus de fonamentació sobre aquests nivells.

El nivell freàtic es troba entre 5.36 i 5.92 m de profunditat respecte les cotes d'embocadura dels sondeigs.

Estudi d'una fonamentació profunda per a la construcció del pas superior.

Per a l'opció d'un pas superior, es proposa la fonamentació dels estreps mitjançant pilotatge, la base dels quals es situaria sobre la cota +223.6m, és a dir, amb una longitud de 7 m.

A aquesta profunditat, els pilots quedaran encastats uns **3.0 m a la capa de graves** i sorres quaternàries.

Per al càlcul de la capacitat portant dels pilots perforats ens basem en les fórmules del CTE per a materials granulars a partir del valor del SPT.

El valor mitjà de l'SPT es calcula a partir dels resultats obtinguts als sondeigs: 50 (reducció del cantó de la seguretat del valor de N=82 obtingut a SPT de 5.4 a 6.0 m del sondeig 1), 38, 32, 15, 45 i 42, amb el resultat de $N_{mitjà}$= 37. Si apliquem la correcció multiplicant aproximadament per 1.2 obtenim el valor de $N_{60\%}$≈44.

Fricció lateral unitària:

$$Fr = 2.5 * N_{60\%} / F \text{ (en MPa)}$$

F= factor de seguretat -> F=3.

Resistència per fust en el reblert i llims quaternaris: **Menyspreable**.
Resistència per fust a les **graves quaternàries**: **Fr=0.37 kg/cm^2.**

Resistència en punta:

$$Qp = Fn * N_{60\%} / F \text{ (en MPa)}$$

f_N= 0.4 per a pilots clavats i 0.2 per a pilots formigonats in situ.
$N_{60\%}$= valor mitjà corregit dels SPT a la zona activa inferior i SPT a la zona passiva superior.
F= factor de seguretat -> F=3

En el cas de **pilots de 85 cm** de diàmetre s'estableix una zona passiva superior de 5.10 m (6 diàmetres) i una zona activa inferior de 2.55 m (3 diàmetres). Si es consideren 3 m encastats a la unitat de Graves, amb un valor mitjà de $N_{60\%}\approx44$, i la resta (2.10 m) de la zona passiva a la unitat de Llims, amb un valor mitjà de $N_{60\%}=4$, s'obtè un valor ponderat de $N_{60\%}=28$.

La resistència en punta de les graves quaternàries resulta de: **Qp=19 kg/cm^2**.

En el cas de **pilots de 50 cm** de diàmetre s'estableix una zona passiva superior de 3.0 m (6 diàmetres) i una zona activa inferior de 1.5 m (3 diàmetres). Si es consideren 3.0 m encastats a la unitat de Graves, amb un valor mitjà de $N_{60\%}\approx44$ la resistència en punta de les graves quaternàries resulta de: **Qp=30 kg/cm^2**.

D'altra banda, cal tenir en compte que la unitat de llims i argiles quaternaris presenta una consistència molt tova a tova, amb una capacitat portant que no supera els 0.5 kg/cm^2, a partir dels valors obtinguts dels assaigs de trencament a compressió simple (q_u entre 0.19 i 0.47 kg/cm^2).

Per la construcció del terraplè segurament es superaria la tensió admissible del terreny i per tant, es poden produir assentaments de l'ordre de s=12 cm, a partir d'una aproximació mitjançant el mètode de Steinbrenner, considerant un ample del fonament B= 5m, mòdul elàstic E=5·N=20 kg/cm^2 (segons Meigh i Nixon, 1961, on N=4), alçada de terraplè de 5 m i densitat de 2.1 g/cm^3.

Per la construcció del terraplè es recomana un primer abocament de terres que actuï com a precàrrega del terreny, i una vegada el terreny hagi assentat s'hauria de fer un segon abocament de terra per a anivellar el terraplè. Per tal de poder determinar quan el terreny ja ha assentat completament i poder continuar amb el segon abocament de terres, es recomana monitoritzar el terraplè.

Es recomana l'execució dels pilots un cop s'hagi produït l'assentament per evitar un fregament negatiu sobre els fonaments a la unitat de llims i argiles.

Estudi d'una fonamentació profunda per a la construcció del pas inferior.

La magnitud de l'excavació per a la construcció del pas inferior dependrà del gàlib del túnel, en aquest cas es considera una excavació de l'ordre de 5 m. A aquesta profunditat ens situem sobre la unitat de graves quaternàries. També cal tenir present que a aquesta profunditat ens situem aproximadament entre 0.3 i 0.9 m per sobre del nivell freàtic.

La construcció del túnel es pot realitzar mitjançant l'excavació entre pantalles de formigó que es recolzarien en la unitat de graves quaternàries o en el substrat de margues. L'excavació per sota de les vies, es pot realitzar mitjançant calaixos prefabricats i clavats. **Es proposa el recalçament de les vies, previ a l'excavació, mitjançant micropilots encastats a les graves.**

Pantalles

Es suposa unes pantalles de 7.0 m de longitud, per al càlcul de la capacitat portant ens basem en les fórmules del CTE per a materials granulars:

Resistència en punta:

$$Qp = f_N * N_{60\%} / F \text{ (en MPa)}$$

f_N = 0.2
$N_{60\%}$= valor mitjà corregit dels SPT a la zona activa inferior i SPT a la zona passiva superior.
F= factor de seguretat -> F=3

En el cas de pantalles caldrà aplicar el següent factor reductor:

$$f= 0.7 + 0.3 (B/L)$$

On:
B= ample de la secció recta rectangular equivalent.
L= longitud de la secció recta rectangular equivalent.

En previsió de pantalles d'ample inferior als exemples anteriors de pilots, en aquest cas es desestimen els valors de N més superficials de la unitat de Graves, tenint present únicament els valors a partir de 6 m de fondària: N=42, 38, 15 i 6. En aquest cas el valor mitjà de N≈25 i per tant $N_{60\%}$=30.

La resistència en punta de les graves quaternàries, aplicant un factor reductor f≈0.7 resulta de: **Qp=14 kg/cm²**.

Fricció lateral unitària:

$$Fr= 2.5 * N_{60\%} / F$$

$N_{60\%}$= valor mitjà corregit dels SPT a la zona activa inferior i SPT a la zona passiva superior.
F= factor de seguretat, F=3

Resistència per fust en el reblert i llims quaternaris: Menyspreable.
Resistència per fust en les graves quaternàries: **Fr= 0.37 kg/cm²**

En el cas de que la resistència en punta i la resistència per fust no sigui suficient, es proposa baixar les pantalles fins a uns 13.0 m, per tal que quedin encastades a la unitat de margues. Per al càlcul, ens basem en les fórmules del CTE:

Resistència en punta:

$$Q_p = K_{sp} * q_u * d_f$$

K_{sp}: coeficient; en aquest cas K_{sp}=0.3
q_u: resistència a la compressió simple de la roca; valor de càlcul q_u=60 kg/cm²
$d_f = 1 + 0.4 (L_r/d) \leq 3$
L_r: profunditat d'encastament en roca; L_r= 3m.
d: diàmetre real o equivalent (igual àrea) del pilot; d=0.5 m

La resistència en punta de les margues resultant: **30 kg/cm²**

Fricció lateral unitària:

$$Fr=0.2*q_u^{0.5}$$

Resistència per fust de les margues resultant: **0.50 kg/cm²**

Micropilots

Pel càlcul de la resistència de micropilots s'utilitza les recomanacions de la "*Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera*" (Ministerio de Fomento, 2005).

Utilitzant correlacions empíriques, el fregament unitari per fust de càlcul s'obté mitjançant l'expressió:

$$r_{fc,d} = r_{f,lím} / F_r$$

on:
$r_{fc,d}$: Fregament unitari per fust de càlcul enfront esforços de compressió.
$r_{f,lím}$: Fregament unitari límit per fust (s'obté de la figura 1).
F_r : Coeficient de minoració en funció de la durada de la funció estructural del micropilot. En aquest cas s'empra una F_r=1,65 en tractar-se d'una durada superior a sis mesos.

A continuació es mostren dues gràfiques en funció de la naturalesa i composició del sòl analitzat, a partir de la pressió límit i/o la N_{SPT} en el cas de materials granulars o de la pressió límit i/o resistència a la compressió simple en el cas de terrenys cohesius.

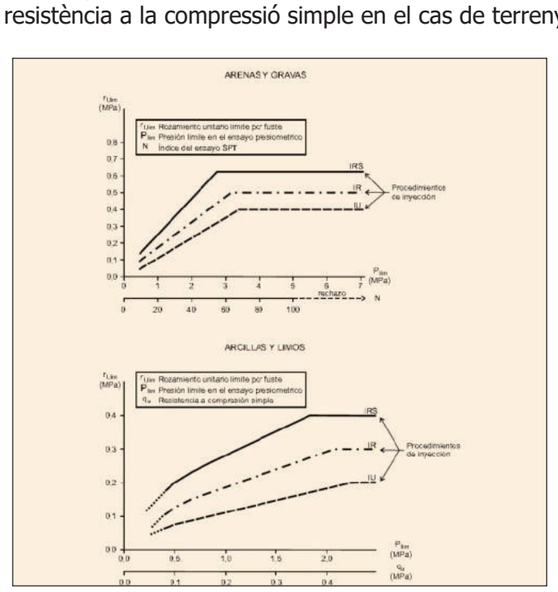


Figura 1. Fregament unitari límit per fust (GMOC, 2005)

Cada gràfica de la figura inclou tres corbes corresponents a cada tipus d'injecció aplicada (IU: injecció unificada, IR: injecció repetitiva, IRS: injecció repetitiva selectiva). En funció de si es tracta de materials cohesius o granulars s'utilitza la gràfica adient.

Per la part del fust que es trobi a una fondària, mesurada verticalment des de la superfície del terreny, inferior a cinc metres (z<5m), s'ha d'adoptar en tot cas, i independentment del procediment d'injecció emprat, el valor $r_{f,lim}$ corresponent al d'una injecció IU.

La resistència per fust de càlcul del micropilot $R_{fc,d}$ serà:

$$R_{c,d} = R_{fc,d} = A_L \cdot r_{fc,d}$$

On:

$R_{c,d}$: Resistència de càlcul enfront el mode de fallida per enfonsament.
$R_{fc,d}$: Resistència por fust de càlcul enfront esforços de compressió, calculat a partir de les estimacions del fregament unitari per fust.
A_L: Àrea lateral del micropilot. S'haurà de determinar a partir del diàmetre nominal, D.
$r_{fc,d}$: Fregament unitari per fust de càlcul enfront esforços de compressió.

Pel càlcul de la resistència no es considera les unitats de Reblert i Llims del cantó de la seguretat. Els valors de fricció a la unitat de Graves i sorres quaternàries es calcula a partir de una $N_{60\%}$= 32.

A continuació es mostra una taula resum amb els valors de fricció o fust obtinguts:

UNITAT	PROFUNDITAT APROXIMADA (m)	MICROPILOTS		
		Resistència unitària admissible per fust (kg/cm2) IU*	Resistència unitària admissible per fust (kg/cm2) IR**	Resistència unitària admissible per fust (kg/cm2) IRS***
Reblert antròpic	0,0 - 1,0	Despreciable	Despreciable	Despreciable
Llims i argiles	1,0 - 4,0	Despreciable	Despreciable	Despreciable
Quaternari granular	4,0 - 9,0	1,11	1,67	2,35

**IU: Injecció unificada; **IR: Injecció repetitiva; ***IRS: Injecció repetitiva selectiva*

A aquests valors se'ls hi ha aplicat un coeficient de seguretat de **F_r = 1.65** en micropilots permanents. S'haurà de comprovar en tot els casos que els valors de resistència resultants no superin el topall estructural del micropilot. S'hauran de considerar també els coeficients de minoració recomanats a la guia en funció del tipus de terreny, injecció o micropilot.

8.2. Excavació

L'excavació de les terres de conreu, la unitat de llims i argiles i les graves i sorres quaternàries podrà ser realitzada amb maquinària convencional de potència mitjana. Cal considerar que el substrat eocè-oligocè, format per margues i guixos, presenta valors de compressió simple variable entre q_u= 6 i 153 kg/cm^2, i per tant amb característiques de resistència rocosa variable entre molt dèbil i dèbil.

Cal tenir present la presència de nivell freàtic entre 5.3 i 5.9 m de fondària en funció de l'excavació prevista a l'opció de pas soterrat.

Si es precisa dels paràmetres pel càlcul d'empentes de les diferents unitats geotècniques es poden adoptar els següents valors:

LLIM ARGILÓS QUATERNARI
Cohesió: 0.10 kg/cm^2
Angle de fricció: 24º
Densitat: 2.03 tn/m^3

GRAVES I SORRES QUATERNÀRIES:
Cohesió: 0.00 kg/cm^2
Angle de fricció: 38º
Densitat: 2.10 tn/m^3

Tot i no haver-se realitzat cap anàlisi d'agressivitat en mostres de sòl i aigua, són de preveure alts continguts en ió sulfat, per tant caldrà preveure un grau d'agressivitat amb atac fort (Q_c) tant a les unitats quaternàries com a l'aigua, lligats a la presència de guixos al substrat rocós.

Bac & Ventayol Geoserveis disposa de mostres de sòls i aigua al laboratori en cas de ser necessari l'anàlisi segons EHE-08.

* * *

Bac i Ventayol Geoserveis SL resta a disposició del client per a tots aquells comentaris o aclariments que es puguin despendre de l'estudi. Quedem també a la seva disposició per a dur a terme una visita de confirmació del terreny un cop iniciada la obra.

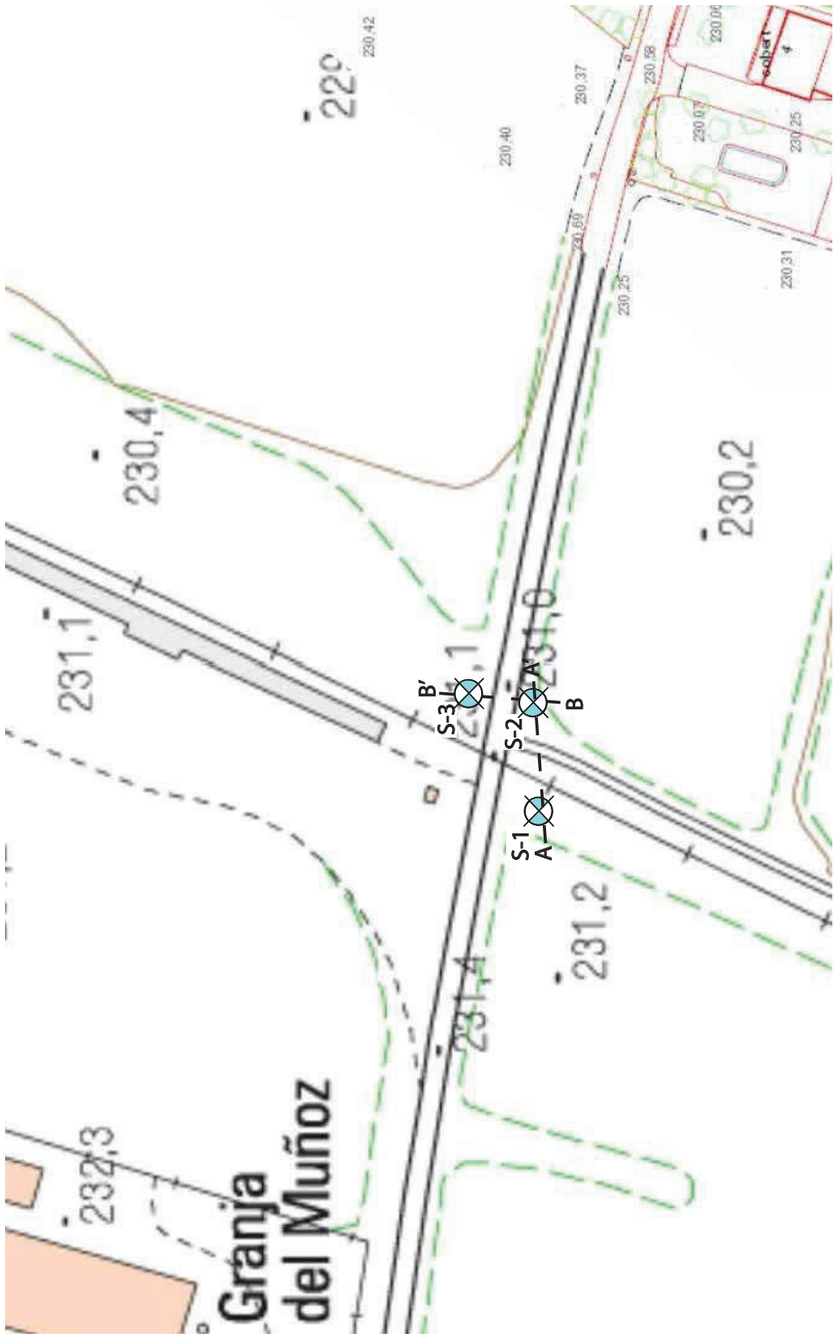
Bac i Ventayol Geoserveis SL és un **Laboratori d'Assaigs per al Control de Qualitat de l´Edificació en assaigs de geotècnia** segons Declaració Responsable a la Generalitat de Catalunya segons el Reial Decret 410/2010.

Barcelona, a 9 de Juliol de 2021

Per Bac i Ventayol Geoserveis S.L:

Paula Senar
Geòloga Col·legiada nº 7.865

Marcos Villarraso García
Geòleg Col·legiat nº 5.101



GEOLOGIA I GEOTÈCNIA:
BAC & VENTAYOL GEOSERVEIS, S.L.

NOM MAPA:
Mapa de situació

PROJECTE:
Estudi geotècnic per al pas nivell 22 a la línia Lleida-La Pobla de Segur dels Ferrocarrils de la Generalitat.

Client:
Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

NUM INFORM:
2234

OBRA: *ESTUDI GEOTÈCNIC AL PAS A NIVELL 22 A LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR. PK 30 + 185.*

SONDEIG: S-1

S-1 de 0.00 a 3.00 m.

S-1 de 3.00 a 6.00 m.

S-1 de 6.00 a 9.00.

S-1 de 9.00 a 12.00.

S-1 de 12.00 a 15.00.

S-1 de 15.00 a 18.00.

OBRA: *ESTUDI GEOTÈCNIC AL PAS A NIVELL 22 A LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR. PK 30 + 185.*

SONDEIG: S-1

S-1 Situació sonda RL-48.

S-1 Situació sonda RL-48.

OBRA: *ESTUDI GEOTÈCNIC AL PAS A NIVELL 22 A LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR. PK 30 + 185.*

SONDEIG: S-2

S-2 de 0.00 a 3.00 m.

S-2 de 3.00 a 6.00 m.

S-2 de 6.00 a 9.00.

S-2 de 9.00 a 12.00.

S-2 de 12.00 a 15.00.

S-2 de 15.00 a 18.00.

OBRA: *ESTUDI GEOTÈCNIC AL PAS A NIVELL 22 A LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR. PK 30 + 185.*

SONDEIG: S-2

S-2 Situació sonda RL-48.

S-2 Situació sonda RL-48.

S-2 Mesura nivel freàtic.

OBRA: *ESTUDI GEOTÈCNIC AL PAS A NIVELL 22 A LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR. PK 30 + 185.*

SONDEIG: S-3

S-3 de 0.00 a 3.00 m.

S-3 de 3.00 a 6.00 m.

S-3 de 6.00 a 9.00.

S-3 de 9.00 a 12.00.

S-3 de 12.00 a 15.00.

S-3 Detall cristalls de guix a 14,4m.

OBRA: *ESTUDI GEOTÈCNIC AL PAS A NIVELL 22 A LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR. PK 30 + 185.*

SONDEIG: S-3

S-3 de 15.00 a 18.00.

S-3 Detall cristalls de guix a 17,9m.

S-3 Situació sonda RL-48.

S-3 Situació sonda RL-48.

PROJECTE: Estudi geotècnic al pas a Nivel 22 a la Línia Lleida - La Pobla de Segur

SITUACIÓ: PK 30+185 — CODI OBRA: 2234

BAC & VENTAYOL GEOSERVEIS

DATA D'INICI: 08/04/2021 — DATA DE FI: 12/04/2021

UTM X: 318266 — UTM Y: 4632415 — Z: + 231.1m

SONDEIG: S-1

TREBALL DE CAMP

T.PERFORACIÓ	NIVELL DE L'AIGUA	U. GEOLÒGICA	PROFUNDITAT (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA	MOSTRES i ASSAIGS "IN SITU"				RECUPERACIÓ (%)
						Profunditat (m)	Tipus Mostra	Resistència: Colpeig	Resistència: Kg/cm2	
B98W		QUATERNARI	0		GRAVES i sorres del propi camí. 0,5 m					
			1		LLIM, una mica sorrenc (sorra molt fina). Marró.					
			2			1.8-2.4		6-6-8-7 N=7		
			3		3,1 m ARGILA llimosa marró.					
			4		4,05 m GRAVES i sorres (sorra mitja i grossa), amb una mica de matriu llimosa marró. Graves poligèniques rodades, de fins 4-5cm de diàmetre. Al sostre, algún bolo de fins 10cm de diàmetre. De 6.6 a 7.0m, el diàmetre de les graves arriva fins als 6-7cm.	3.6-4.2		6-5-5-18 N=5		
			5							
			6			5.4-6		28-49-38-44 N=82		
			7			7.2-7.8		12-16-22-24 N=38		
			8							
			9							
			10		10,0 m Inici del Eocè-Oligocè.	9.6-10.01		5-3-50R		
		EOCÈ-OLIGOCÈ	10		ROCA. Marga gris, amb abundants betes i cristalls de guix. Nivell de guix de 10.1 a 10.3m. RQD=58 de 10-11.5m RQD=25 de 11.5-13m RQD=83 de 13-14.50m RQD=90 de 14.5-16m RQD=50 de 16-17.50m RQD=40 de 17.5-18m	10.45-10.8		Mostra represen.		
			11							
			12							
			13			12.85-13.2		Mostra represen.		
			14							
			15			15-15.6		Mostra represen.		
			16							
			17							
			18		18,0 m Final del sondeig.					
			19							

ASSAIGS DE LABORATORI

GRANULOMETRIA per tamissat (% que passa) UNE				LÍMITS D'ATTERBERG			CLASSIFICACIÓ U.S.C.S	HUMITAT NATURAL %	DENSITAT (g/cm3)		RESISTÈNCIA					COL.LAPSE		EXPANSIVITAT				QUÍMICS				ALTRES
			sediment.								C.Simple		Tall Directe			Índex Colapse I (%)	Pot. porc. col. Ic (%)	Inf.Ll.Edòmetre (%)	LAMBE				SO4 (%)	Sals sol. (%)	M.O. (%)	Baumann-Gully (ml/Kg)	OBSERVACIONS
# 5	# 2	#0.08	#0.002	L.L.	L.P.	I.P.			Apar.	Seca	Cs (Kp/cm2)	Deform. (%)	Tipus de TD	Cohesió (kPa)	A. freg. (°)				Ind. Expansiv. (MPa)	Canvi Pot. Vo	Qualificació					
100	100	97,1		24,2	20,2	4,0	CL-ML	20,5	2,01	1,67	0,47		CD	30	21			0.0								Guix 0.03%
41	33	10,6																								
								13,9	2,29	2,01	153															Guix 80.61%

Llegenda:
- : Ass. Penetració Estàndard S.P.T
- :Mostra Inalterada
- : Mostra representativa
- PB: Penetròmetre de Butxaca Soil Test

OBSERVACIONS:
Instal·lació de piezòmetre fins a 18m, amb arqueta de protecció.

R: Rotació amb mostra
P: Percussió amb mostra
Rv: Revestiment temporal
T: Bateria doble
B: Bateria sencilla
W: Widia D: Diamant
: :Nivell freàtic

Profunditat Nivell freàtic (m)	pH	Residu sec (mg/l)	Clorurs (mg/l)	Sulfats (mg/l)	Nitrats (mg/l)	Amoni (mg/l)	Calci (mg/l)	Magnesi (mg/l)	CO2 (mg/l)	Sulfurs (mg/l)	Agressiv.
5,79 m	7.0	1096		1081		0.0		224	2.2	1081	

ANÀLISI D'AIGUA

Mètode: Rotació amb mostra continua

Supervisor/a: BAC I VENTAYOL — Sonda: RL-48

Sondista: Javi — Fluid de perforació: Agua

PROJECTE: Estudi geotècnic al pas a Nivel 22 a la Línia Lleida - La Pobla de Segur

SITUACIÓ: PK 30+185 — CODI OBRA: 2234

BAC & VENTAYOL GEOSERVEIS

DATA D'INICI: 06/04/2021 — DATA DE FI: 07/04/2021

UTM X: 318277 — UTM Y: 4632414 — Z: + 230.9m

SONDEIG: S-2

TREBALL DE CAMP

T.PERFORACIÓ	NIVELL DE L'AIGUA	U. GEOLÒGICA	PROFUNDITAT (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA	MOSTRES i ASSAIGS "IN SITU"				RECUPERACIÓ (%)
						Profunditat (m)	Tipus Mostra	Resistència: Colpeig	Resistència: Kg/cm2	
B98W		QUATERNARI	0		TERRES de conreu. Sorres i gravetes de diàmetre 1cm, poligèniques i rodades. 0,8 m					
			1		ARGILA marró. Tou.					
			2			2-2.6		2-2-2-2 N=2		
			3		3,3 m LLIM argilós marró. Tou. 4,2 m	3-3.6		1-1-2-3 N=2		
			4		GRAVES i sorres, amb una mica de matriu llimosa al sostre. Graves poligèniques, rodades de diàmetre fins a 3-4cm.					
			5			5-5.6		15-19-17-15 N=32		
			6							
			7			7-7.6		14-9-7-8 N=15		
			8		8,6 m Inici del Eocè-Oligocè.	8-8.5		4-3-3-50 N=6		
		EOCÈ-OLIGOCÈ	9		ROCA. Marga gris, amb moltes betes fibroses i cristalls de guix. Estratificació de 30º respecte a la horitzontal. Nivell de guix de 13.8 a 13.9m, i de 14.3 a 14.4m. De 15.6 a 15.8m marga gris, sense guix.					
			10			9.75-10		Mostra represen.		
			11		RQD=45 de 8.5-10m RQD=48 de 10-11.5m RQD=66 de 11.5-13m RQD=34 13-14.50m RQD=94 de 14.5-16.0m RQD=82 de 16-17.5m RQD=100 de 17.5-18m					
			12			12-12.2		Mostra represen.		
			13							
			14			14.4-14.7		Mostra represen.		
			15							
			16			15.6-15.8		Mostra represen.		
			17			16.5-16.8		Mostra represen.		
			18		18,0 m Final del sondeig.					
			19							

ASSAIGS DE LABORATORI

GRANULOMETRIA per tamissat (% que passa) UNE				LÍMITS D'ATTERBERG			CLASSIFICACIÓ U.S.C.S	HUMITAT NATURAL %	DENSITAT (g/cm3)		RESISTÈNCIA					COL.LAPSE		EXPANSIVITAT				QUÍMICS				ALTRES
			sediment.								C.Simple		Tall Directe			Índex Colapse I (%)	Pot. porc. col. Ic (%)	Inf.Ll.Edòmetre (%)	LAMBE				SO4 (%)	Sals sol. (%)	M.O. (%)	Baumann-Gully (ml/Kg)	OBSERVACIONS
# 5	# 2	#0.08	#0.002	L.L.	L.P.	I.P.			Apar.	Seca	Cs (Kp/cm2)	Deform. (%)	Tipus de TD	Cohesió (kPa)	A. freg. (°)				Ind. Expansiv. (MPa)	Canvi Pot. Vo	Qualificació					
100	100	66,3		26,4	15,4	11,0	CL	24,8	1,98	1,59	0,19											0.06				
100	100	51,7		19,2	16,7	2,5	ML	19,2	2,08	1,75	0,35		CD	9	29º			0,25								Guix 0.05%
38	31	19,7																								
								14,7	2,22	1,94	78,5															Guix 62.69%
95	94	92,1		35	20,2	14,8	CL	15,4	2,21	1,92	5,9		CD	12	22º			0,5								

Llegenda:
- : Ass. Penetració Estàndard S.P.T
- :Mostra Inalterada
- : Mostra representativa
- PB: Penetròmetre de Butxaca Soil Test

OBSERVACIONS:
Instal·lació de piezòmetre fins a 18m, amb arqueta de protecció.

R: Rotació amb mostra
P: Percussió amb mostra
Rv: Revestiment temporal
T: Bateria doble
B: Bateria sencilla
W: Widia D: Diamant
: :Nivell freàtic

Profunditat Nivell freàtic (m)	pH	Residu sec (mg/l)	Clorurs (mg/l)	Sulfats (mg/l)	Nitrats (mg/l)	Amoni (mg/l)	Calci (mg/l)	Magnesi (mg/l)	CO2 (mg/l)	Sulfurs (mg/l)	Agressiv.
5,67 m											

ANÀLISI D'AIGUA

Mètode: Rotació amb mostra continua

Supervisor/a: BAC I VENTAYOL — Sonda: RL-48

Sondista: Javi — Fluid de perforació: Agua

PROJECTE: Estudi geotècnic al pas a Nivel 22 a la Línia Lleida - La Pobla de Segur

SITUACIÓ: PK 30+185 CODI OBRA: 2234

BAC & VENTAYOL GEOSERVEIS

DATA D'INICI: 07/04/2021

DATA DE FI: 08/04/2021

UTM X: 318277

UTM Y: 4632419

Z: + 231.0m

SONDEIG: S-3

TREBALL DE CAMP

ASSAIGS DE LABORATORI

T.PERFORACIÓ	NIVELL DE L'AIGUA	U. GEOLÒGICA	PROFUNDITAT (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA	MOSTRES i ASSAIGS "IN SITU" Profunditat (m)	Tipus Mostra	Resistència Colpeig	Resistència Kg/cm2	RECUPERACIÓ (%)	GRANULOMETRIA per tamissat (% que passa) UNE # 5	# 2	#0.08	sediment. #0.002	LÍMITS D'ATTERBERG L.L.	L.P.	I.P.	CLASSIFICACIÓ U.S.C.S	HUMITAT NATURAL %	DENSITAT (g/cm3) Apar.	Seca	RESISTÈNCIA C.Simple Cs (Kp/cm2)	Deform. (%)	Tall Directe Tipus de TD	Cohesió (kPa)	A. freg. (°)	COL.LAPSE Índex Colapse I (%)	Pot. porc. col. Ic (%)	EXPANSIVITAT Inf.Ll.Edòmetre (%)	LAMBE Ind. Expansiv. (MPa)	Canvi Pot. Vo	Qualificació	QUÍMICS SO4 (%)	Sals sol. (%)	M.O. (%)	Baumann-Gully (ml/Kg)	ALTRES OBSERVACIONS
B98W		QUATERNARI	0		TERRES de conreu. Sorres i graves. 0,7 m																																	
			1		ARGILA marró. Tou.																																		
			2			1.8-2.4		5-4-4-3 N=4																														
			3		3,3 m																																	
			4		LLIM argilós marró. Tou. 4,3 m	3.6-4.2		4-4-8-7 N=6			100	100	79,9		28,2	22	6,2	CL-ML	25,2	2,05	1,64	0,55		CD	41	24			0,0								Guix 0.02%
			5		GRAVES i sorres, amb matriu argilosa marró. Graves rodades, poligèniques, de diàmetre que arriva fins als 5-6cm. A partir de 7.9m amb matriu llimosa argilosa.																																	
			6			5.4-6		18-25-34-20 N=45																														
			7																																	
			8			7.2-7.8		41-32-21-21 N=42			100	28	8,0				NP	GW-GM																		
					8,2 m																																	
					ARGILA llimosa gris amb alguna graveta rodada dispersa. 8,7 m Inici del Eocè-Oligocè																																	
		EOCÈ-OLIGOCÈ	9		ROCA. Marga gris, amb abundants betes i cristalls de guix. Es pot intuir una estratificació d'uns 30º respecte l'horitzontal. Nivells de guix de 11.1 a 11.15m, de 11.4 a 11.46m, de 14.35 a 14.40m i de 17.9 a 18m. Diaclasa a 45º respecte de l'horitzontal a 11.8m.																																		
			10		RQD= 57 de 9-10.5m	9.6-9.9		Mostra represen.																														
			11		RQD=51 de 10.5-12m	11.05-11.3		Mostra represen.																														
			12		RQD=85 de 12-13.5m RQD=90 de 13.5-15m RQD=62 de 15-16.5m RQD=100 de 16.5-18m	12.2-12.6		Mostra represen.																														
			13																																	
			14			14.1-14.35		Mostra represen.											15,7	2,24	1,93	79,3														Guix 82.12%
			15																																	
			16			15.4-15.6		Mostra represen.																														
			17																																	
			18		18,0 m Final del sondeig.	17.6-17.9		Mostra represen.											13.7	2.23	1.96	108,2														Guix 52.5%
			19																																	
			20																																	

R: Rotació amb mostra
P: Percussió amb mostra
Rv: Revestiment temporal
T: Bateria doble
B: Bateria sencilla
W: Widia D: Diamant
▪ :Nivell freàtic

OBSERVACIONS:

Llegenda:
▪ : Ass. Penetració Estàndard S.P.T
▪ :Mostra Inalterada
▪ : Mostra representativa
PB: Penetròmetre de Butxaca Soil Test

ANÀLISI D'AIGUA

Profunditat Nivell freàtic (m)	pH	Residu sec (mg/l)	Clorurs (mg/l)	Sulfats (mg/l)	Nitrats (mg/l)	Amoni (mg/l)	Calci (mg/l)	Magnesi (mg/l)	CO2 (mg/l)	Sulfurs (mg/l)	Agressiv.

Mètode: Rotació amb mostra continua

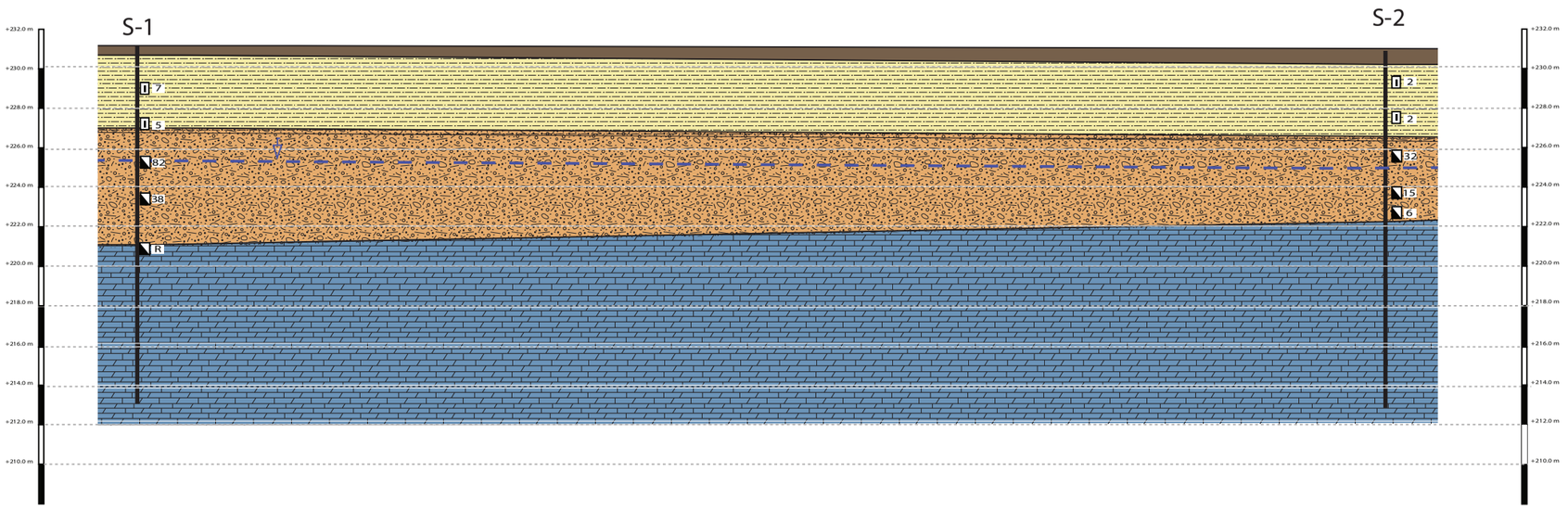
Supervisor/a: BAC I VENTAYOL

Sonda: RL-48

Sondista: Javi

Fluid de perforació: Agua

PERFILA-A'



REBLIMENT ANTRÒPIC

TV — Terres vegetals

QUATERNARI

S_Qt1 — LLIM argilós marró. Tou

S_Qt2 — GRAVES i sorres amb una mica de matriu llimosa marró. Graves rodades poligèniques de entre 3-5 cm. Mitjanament denses a denses.

S_Qt2 — ARGILA llimosa gris amb alguna graveta rodada dispersa.

EOCÈ -OLIGOCÈ

PEOx — ROCA. Marga gris amb abundants betes i cristalls de guix.

Nivell Freàtic

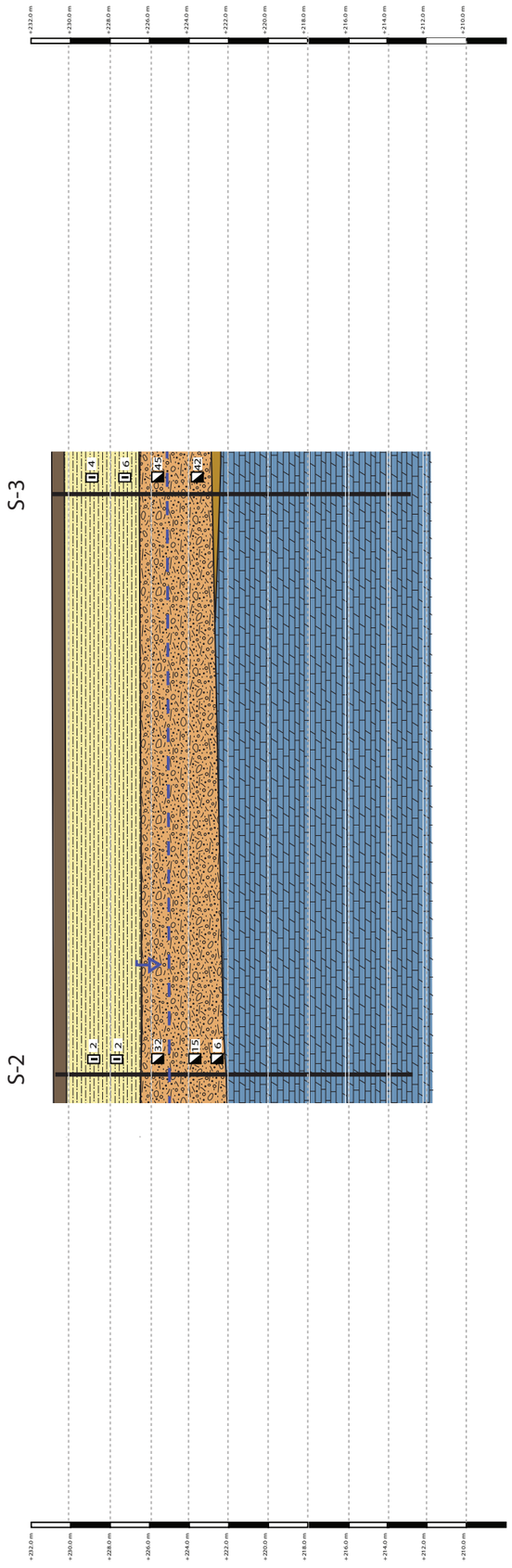
S-Sondeig

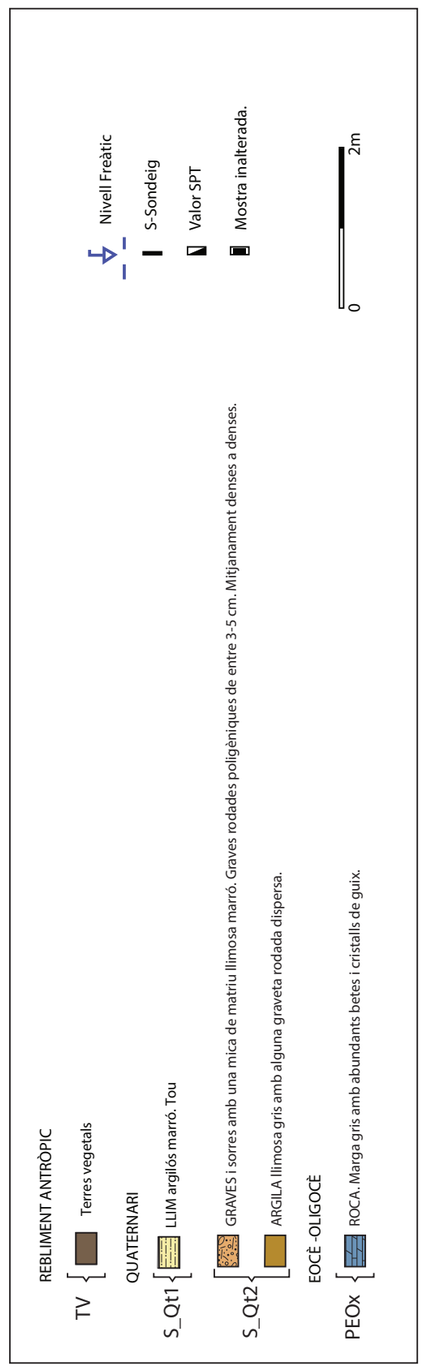
Valor SPT

Mostra inalterada.

0 2m

CLIENT: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya NUM INFORME: 2234	PROJECTE: Estudi geotècnic per al pas nivell 22 a la linia Lleida-La Pobla de Segur dels Ferrocarrils de la Generalitat.	TÍTOL DEL MAPA: Perfil geològic A-A'	GEOLOGIA-GEOTÈCNIA: BAC & VENTAYOL GEOSERVEIS, S.L ESTEFANIA JIMÉNEZ MARTÍNEZ Maig2021





GEOLOGIA-GEOTÈCNIA:
BAC & VENTAYOL GEOSERVEIS, S.L.

ESTEFANIA JIMÉNEZ MARTÍNEZ
Maig2021

TÍTOL DEL MAPA:
Perfil geològic B-B'

PROJECTE:
Estudi geotècnic per al pas nivell 22 a la línia Lleida-La Pobla de Segur dels Ferrocarrils de la Generalitat.

CLIENT: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
NUM INFORME: 2234

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25950	1	55909	LV.2021/318	**19/04/2021**

DESTINATARI / Destinatario

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Carrer dels Vergós, 44
08017-BARCELONA

CLIENT/ Cliente: 7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

Nº OBRA / Num. obra: 22120

TITOL OBRA / Titulo obra: **ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-**

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA INALTERADA
DESCRIPCIÓ / Descripción: LLIMS SORRENCS
PROCEDENCIA: S-1 MI PROF: 3,60-4,20m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de sòl, segons la norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)
Determinació dels límits d'Atterberg (límit líquid i límit plàstic) d'una mostra de sòl, segons la norma UNE-EN ISO 17892-12:2019
Determinació del contingut de guix d'un sòl, segons la norma NLT 115/99 i/o UNE 103206:2019
Determinació de l'inflament lliure pel mètode de l'edòmetre d'una mostra de sòl, segons la norma UNE 103601:1996
Determinació dels paràmetres resistents a l'esforç tallant d'una mostra de sòl a la caixa de tall directe. UNE 103401:1998
Assaig de compresió no confinada d'una mostra de sol , segons la norma UNE-EN ISO 17892-7:2019

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25950	1	55909	LV.2021/318	**19/04/2021**

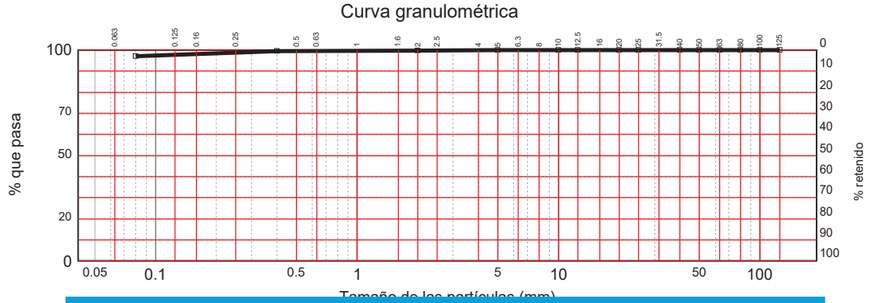
ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995

Sòls: Anàlisi granulomètrica per tamisatge S/UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)														
Tamiz (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97,1

Curva granulométrica



DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

En base a la anteriormente expuesta curva granulométrica se obtiene la siguiente distribución granulométrica s/ASTM y los correspondientes Coeficientes de Uniformidad (Cu) y de Curvatura (Cc)

El coeficiente de uniformidad, definido originalmente por Terzaghi y Peck, se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo. Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D10 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Un suelo con un Coeficiente de uniformidad menor de 3, se considera muy uniforme. En el límite, si un terreno estuviera formado por esferas perfectamente iguales, su coeficiente de uniformidad sería 1.

El Coeficiente de concavidad Cc o de curvatura es una medida de la forma de la curva entre el D60 y el D10,

Valores de Cc muy diferentes de 1,0 indican que faltan una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y al D60

Distribución granulométrica S/ASTM (% en peso)				Coeficiente de Uniformidad	Cu = D60/D10 =	
Bolos	Arena fina	De 0,5 a 0,25 mm.	%	Coeficiente de Curvatura	Cc = (D30)^2/(D10 x D60) =	
Gravas	Arena muy fina	De 0,25 a 0,125 mm.	%			
Gravas (2 - 75)	Arenas	De 2 a 0,5 mm.	%			
	Finos	De 0,5 a 0,063 mm.	%			
Arenas (0,063 - 2)	Arenas	De 2 a 0,063 mm.	%			
	Finos	De 0,5 a 0,063 mm.	%			
Gravas y arenas	Arenas de 2 a 0,063 mm.		%			

CLASIFICACION U.C.S.C

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25950	1	55909	LV.2021/318	**19/04/2021**

ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Plasticitat / *Plasticidad*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE 17892-12:2019	24.2	
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE 17892-12:2019	20.2	
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP	4.0	

Densitat i humitat natural / *Densidad y humedad natural*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Densitat relativa de un sol / *Densidad relativa de un suelo*	UNE 103302:1994		g/cm³
Densitat humida de un sol / *Densidad humeda de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Densitat seca de un sol / *Densidad seca de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Humitat natural / *Humedad natural*	UNE-EN ISO 17892:2015		%

Parámetres químics/ *Parámetros químicos*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	UNE 103206:2019	**0.03**	%
Sals solubles / *Sales solubles*	UNE 103205:2019		%
Sulfats solubles (Det. quantitativa) / *Sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103202:2019		%
Acidesa Bauman-Gully (Agresivitat) / *Acidez Bauman-Gully (Agresividad)*	UNE-EN 16502:2015		ml/kg
Sulfats solubles (Agresivitat) / *Sulfatos solubles (Agresividad)*	UNE 83963:2008 Err:2011	/	% / mg/kg

Expansivitat i col.lapse/ *Expansividad y colapso*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Inflament lliure / *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996	0.00	%
Index de col.lapse/ *Índice de colapso*	UNE 103406:2006		%
Presió d'inflament / *Presión de hinchamiento*	UNE 103602:1996		kPa
Index d'expansivitat (Lambe) / *Índice de expansividad (Lambe)*	UNE 103600:1996		Mpa
Canvi potencial de volum (Lambe) / *Cambio potencial de volumen (Lambe)*	UNE 103600:1996		
Qualificació (Lambe) / *Calificación (Lambe)*	UNE 103600:1996		

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

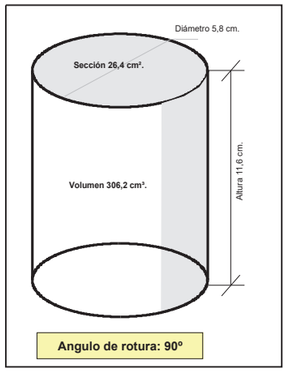
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25950	1	55909	LV.2021/318	**19/04/2021**

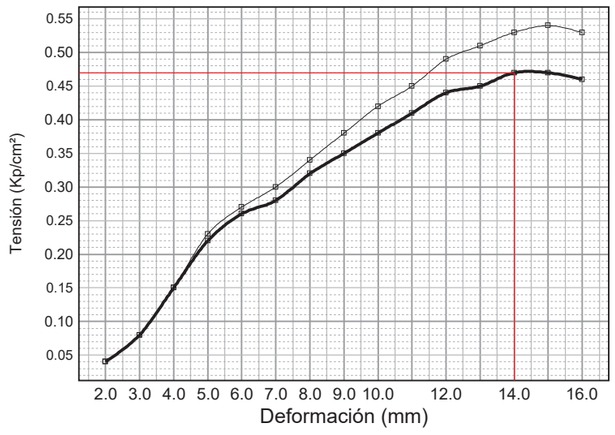
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Compresió simple) / ***Resistencia (Compresión simple)***

DIMENSIONS DE LA PROVETA / *Dimensiones de la probeta*		
Alçada / *Altura*	cm	11,6
Diametre / *Diámetro*	cm	5,8
Secció / *Sección*	cm²	26,4
Volum / *Volumen*	cm³	306,2
HUMITAT / *Humedad*		
Humitat proveta / *Humedad probeta*	%	20,54
RESISTENCIA A COMPRESSIO CORREGIDA / *Resistencia a compresión corregida*		
Carrega / *Carga*	Kp	0,14
Resistencia / *Resistencia*	Kp/cm²	0,47
Deformació / *Deformación*	mm	14,00
DENSITAT / *Densidad*		
Densitat humida / *Densidad húmeda*	gr/cm³	2,01
Densitat seca / *Densidad seca*	gr/cm³	1,67





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

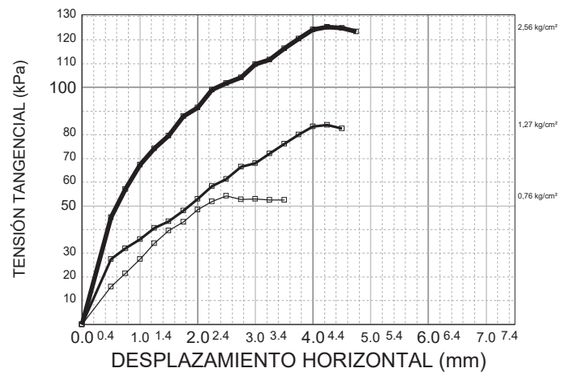
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25950	1	55909	LV.2021/318	**19/04/2021**

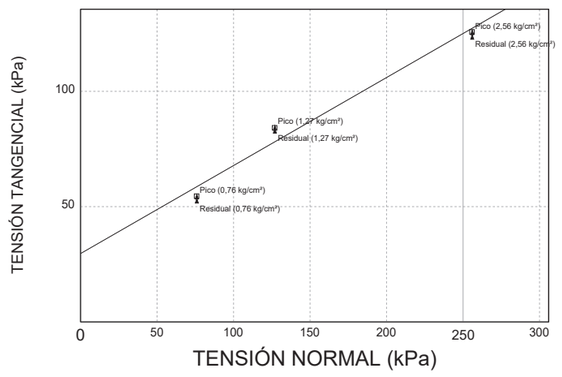
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Tall directe) / ***Resistencia (Corte directo)***

Tall directe S/UNE 103401:1998				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Tensió normal / *Tensión normal*	kPa	76,00	127,00	256,00
Tensió tangencial / *Tensión tangencial*	kPa	54,30	84,10	125,50
Humitat inicial / *Humedad inicial*	%	19,69	18,66	19,75
Humitat final / *Humedad final*	%	20,41	20,00	20,88
Velocitat / *Velocidad*	mm/min	0,060	0,060	0,060
Diametre pastilla / *Diámetro de la pastilla*	mm	50,0	50,0	50,0
Densitat de les particules / *Diámetro de las partículas*	g/cm²	2,65	2,65	2,65
Densitat aparent / *Densidad aparente*	g/cm²	1,92	1,89	1,92
Densitat seca / *Densidad seca*	g/cm²	1,60	1,59	1,61
Index de buits inicia / *Índice de huecos inicial*		0,66	0,67	0,65
Index de buits final / *Índice de huecos final*		0,00	0,67	0,00
Grau de saturació / *Grado de saturación*	%	79,06	73,80	80,52
Cohesió / *Cohesión*	kPa	29,67		
Angle de fregament intern / *Ángulo de rozamiento interno*	º	21º		





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

CLIENT / *Cliente*

7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

DOCUMENT/ *Documento*

Acta de resultats dels assajos realitzats a la mostra presa en data, 19/04/2021 i amb les següents dades d'identificació
Acta de resultados dels ensayos realizados a la muestra tomada en fecha 19/04/2021 y con los siguientes datos de identificación

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: SOLS_ESP
DESCRIPCIÓ / Descripción: GRAVES
PROCEDENCIA: S-1 SPT PROF: 5,40-6,00m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de sòl, segons la norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995), s/norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)

EXPEDIENT / *Expediente* 22120 / 17244

ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25951	2	55909	LV.2021/319	**19/04/2021**

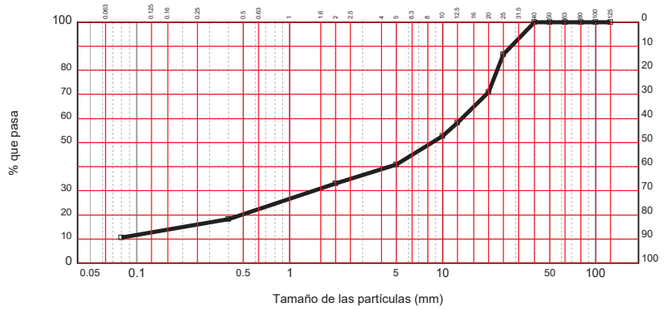
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos* UNE 103101:1995

Sòls: Anàlisi granulomètrica per tamisatge S/UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)														
Tamiz (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	87	71	58	53	41	33	18	10,6

Curva granulométrica



Clasificación USCS S/ASTM D2487

Tipo de suelo según PG-3

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE-17892-12:2019		%
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE-17892-12:2019		%
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP		
Densitat máxima (P.M.) / *Densidad máxima (P.M.)*	UNE 103501:1994		g/cm^3
Humitat óptima (P.M.)/ *Humedad óptima (P.M.)*	UNE 103501:1994		%
Densitat máxima (P.N.)/ *Densidad máxima (P.N.)*	UNE 103500:1994		g/cm^3
Humitat óptima (P.N.)/ *Humedad óptima (P.N.)*	UNE 103500:1994		%
Humitat natural/ *Humedad natural*	UNE 103300:1993		%
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	NLT-115		%
Sals solubles en sols / *Sales solubles en suelos*	UNE103205:2019		%
Contingut en sulfats solubles (Det. qualntitativa)/ *Contenido en sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103201:2019		%
Determinació del Ph en sols/ *Determinación del Ph en suelos*	UNE-ISO 10390:2012		
Inflamen lliure/ *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996		%
Index de col.lapse / *Indice de colapso*	UNE 103406:2019		%
Reactivitat alcali-silice / *Reactividad alcali-silice*	UNE 146507-1:1999		--
--			--

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

ROLDAN GUAMIS, LLUIS

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)

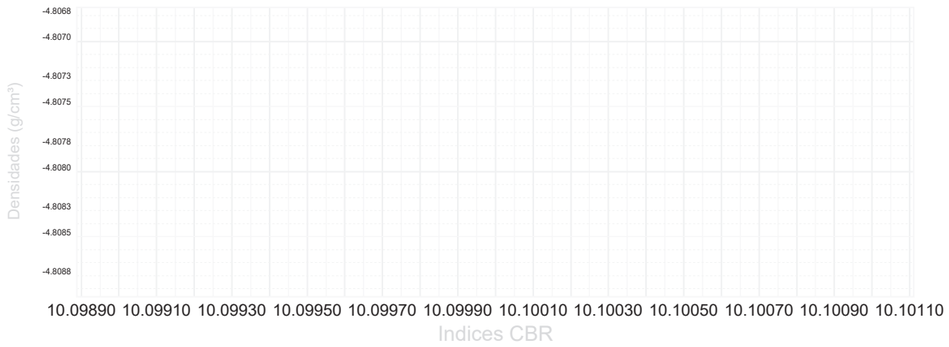
RISCO CENDRERO, SANTIAGO
ITOP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Assaig C.B.R. / *Ensayo C.B.R.*
UNE 103102:1995

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 0,0 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Grafica Indice CBR/Densidad



Compactación	Densidad	Indice CBR
— %	- - -	- - -
— %	- - -	- - -
— %	- - -	- - -

Indice CBR (—%)	- - -
Hinchamiento (—%)	- - -
Absorción (—%)	- - -

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE
Energía compactación	- - -	- - -	- - -
Densidad	- - -	- - -	- - -
Humedad	- - -	- - -	- - -
Absorción	- - -	- - -	- - -
Hinchamiento	- - -	- - -	- - -
Indice C.B.R.	- - -	- - -	- - -

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DESTINATARI / Destinatario

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Carrer dels Vergós, 44
08017-BARCELONA

CLIENT/ Cliente: 7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

Nº OBRA / Num. obra: 22120

TITOL OBRA / Titulo obra: **ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-**

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA INALTERADA
DESCRIPCIÓ / Descripción: ROCA AMB GUIXOS
PROCEDENCIA: S-1 TP PROF: 10,45-10,80m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Assaig de compresió no confinada d'una mostra de sol , segons la norma UNE-EN ISO 17892-7:2019
Determinació del contingut de guix d'un sòl, segons la norma NLT 115/99 i/o UNE 103206:2019

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

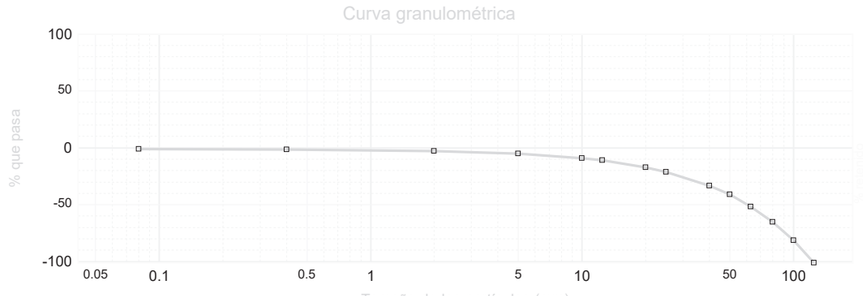
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25952	3	55909	LV.2021/320	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995

Tamiz (mm)	---	---	--	--	--	--	--	--	--,-	--	-	-	-,--	-,---
Pasa (%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

En base a la anteriormente expuesta curva granulométrica se obtiene la siguiente distribución granulométrica s/ASTM y los correspondientes Coeficientes de Uniformidad (Cu) y de Curvatura (Cc)

El coeficiente de uniformidad, definido originalmente por Terzaghi y Peck, se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo. Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D10 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Un suelo con un Coeficiente de uniformidad menor de 3, se considera muy uniforme. En el límite, si un terreno estuviera formado por esferas perfectamente iguales, su coeficiente de uniformidad sería 1.

El Coeficiente de concavidad Cc o de curvatura es una medida de la forma de la curva entre el D60 y el D10,

Valores de Cc muy diferentes de 1,0 indican que faltan una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y al D60

Distribución granulométrica s/ASTM (% en peso)			
Bolos	Arena fina (--- mm)	---	--- %
Gravas	Arena media (--- mm)	---	--- %
Gravas (--- mm)	Arena gruesa (--- mm)	---	--- %
	Gravas (--- mm)	---	--- %
Arenas (--- mm)	Arena fina (--- mm)	---	--- %
	Arena media (--- mm)	---	--- %
	Arena gruesa (--- mm)	---	--- %
Gravas y arenas	Material fino (--- mm)	---	--- %

Coeficiente de uniformidad	Cu = D60/D10 =
Coeficiente de concavidad	Cc = (D30)²/(D60 x D10) =

CLASIFICACION U.C.S.C

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25952	3	55909	LV.2021/320	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Plasticitat / *Plasticidad*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE 17892-12:2019		
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE 17892-12:2019		
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP		

Densitat i humitat natural / *Densidad y humedad natural*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Densitat relativa de un sol / *Densidad relativa de un suelo*	UNE 103302:1994		g/cm³
Densitat humida de un sol / *Densidad humeda de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Densitat seca de un sol / *Densidad seca de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Humitat natural / *Humedad natural*	UNE-EN ISO 17892:2015		%

Parámetres químics/ *Parámetros químicos*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	UNE 103206:2019	**80.61**	%
Sals solubles / *Sales solubles*	UNE 103205:2019		%
Sulfats solubles (Det. quantitativa) / *Sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103202:2019		%
Acidesa Bauman-Gully (Agresivitat) / *Acidez Bauman-Gully (Agresividad)*	UNE-EN 16502:2015		ml/kg
Sulfats solubles (Agresivitat) / *Sulfatos solubles (Agresividad)*	UNE 83963:2008 Err:2011	/	% / mg/kg

Expansivitat i col.lapse/ *Expansividad y colapso*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Inflament lliure / *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996		%
Index de col.lapse/ *Índice de colapso*	UNE 103406:2006		%
Presió d'inflament / *Presión de hinchamiento*	UNE 103602:1996		kPa
Index d'expansivitat (Lambe) / *Índice de expansividad (Lambe)*	UNE 103600:1996		Mpa
Canvi potencial de volum (Lambe) / *Cambio potencial de volumen (Lambe)*	UNE 103600:1996		
Qualificació (Lambe) / *Calificación (Lambe)*	UNE 103600:1996		

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

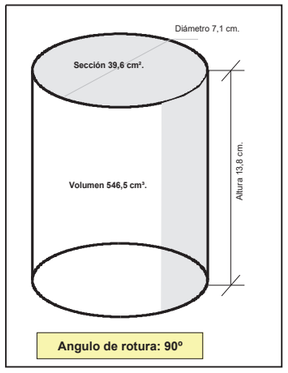
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25952	3	55909	LV.2021/320	**19/04/2021**

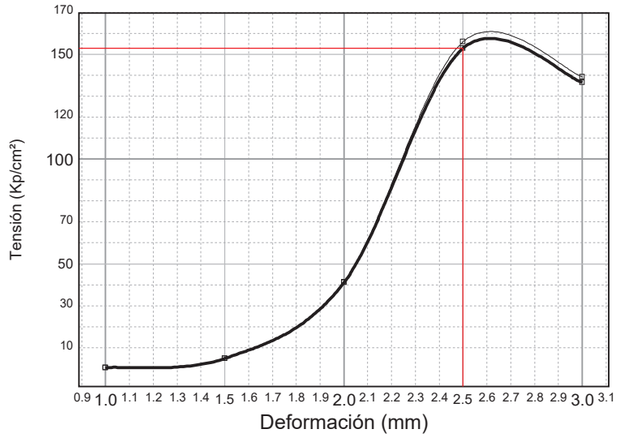
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Compresió simple) / ***Resistencia (Compresión simple)***

DIMENSIONS DE LA PROVETA / *Dimensiones de la probeta*		
Alçada / *Altura*	cm	13,8
Diametre / *Diámetro*	cm	7,1
Secció / *Sección*	cm²	39,6
Volum / *Volumen*	cm³	546,5
HUMITAT / *Humedad*		
Humitat proveta / *Humedad probeta*	%	13,94
RESISTENCIA A COMPRESSIO CORREGIDA / *Resistencia a compresión corregida*		
Carrega / *Carga*	Kp	61,80
Resistencia / *Resistencia*	Kp/cm²	152,94
Deformació / *Deformación*	mm	2,50
DENSITAT / *Densidad*		
Densitat humida / *Densidad húmeda*	gr/cm³	2,29
Densitat seca / *Densidad seca*	gr/cm³	2,01





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

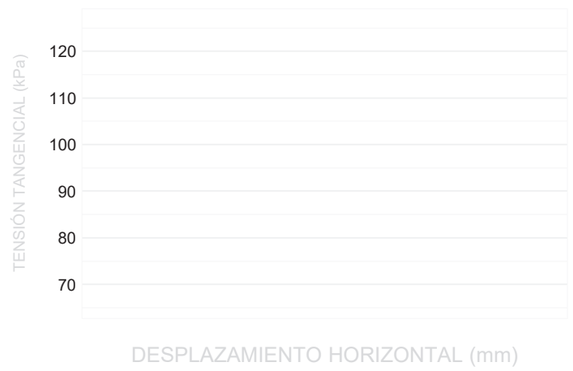
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25952	3	55909	LV.2021/320	**19/04/2021**

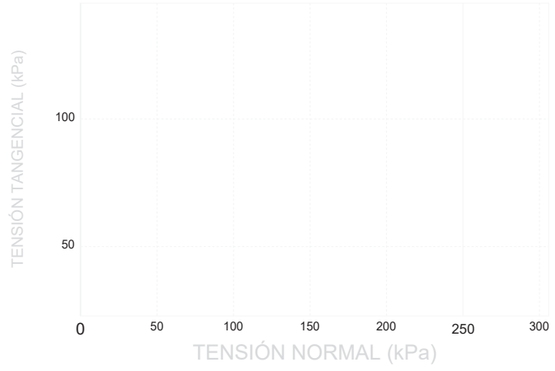
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Tall directe) / ***Resistencia (Corte directo)***

Tall directe (tots el tipus) S/UNE 103401:1998				
		PUNTO -	PUNTO -	PUNTO -
Tensió normal	kPa			
Tensió tangencial	kPa			
Humitat inicial	%			
Humitat final	%			
Velocitat	mm/min			
Diametre pastilla	mm			
Densitat de les particules	g/cm²			
Densitat aparent	g/cm²			
Densitat seca	g/cm²			
Index de buits inicia				
Index de buits final				
Grau de saturació	%			
Cohesió	kPa			
Angle de fregament intern	º			





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DESTINATARI / Destinatario

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Carrer dels Vergós, 44
08017-BARCELONA

CLIENT/ Cliente: 7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

Nº OBRA / Num. obra: 22120

TITOL OBRA / Titulo obra: **ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-**

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA INALTERADA
DESCRIPCIÓ / Descripción: LLIMS
PROCEDENCIA: S-2 MI PROF: 2,00-2,50m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de sòl, segons la norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)
Determinació dels límits d'Atterberg (límit líquid i límit plàstic) d'una mostra de sòl, segons la norma UNE-EN ISO 17892-12:2019
Assaig de compresió no confinada d'una mostra de sol , segons la norma UNE-EN ISO 17892-7:2019

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25953	4	55909	LV.2021/321	**19/04/2021**

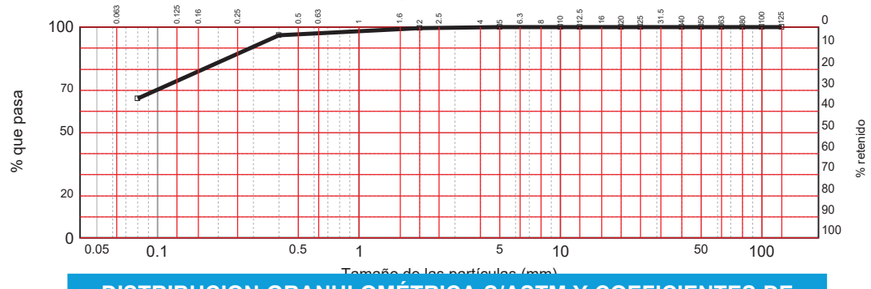
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995

Sòls: Anàlisi granulomètrica per tamisatge S/UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)														
Tamiz (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	66,3

Curva granulométrica



DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

En base a la anteriormente expuesta curva granulométrica se obtiene la siguiente distribución granulométrica s/ASTM y los correspondientes Coeficientes de Uniformidad (Cu) y de Curvatura (Cc)

El coeficiente de uniformidad, definido originalmente por Terzaghi y Peck, se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo. Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D10 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Un suelo con un Coeficiente de uniformidad menor de 3, se considera muy uniforme. En el límite, si un terreno estuviera formado por esferas perfectamente iguales, su coeficiente de uniformidad sería 1.

El Coeficiente de concavidad Cc o de curvatura es una medida de la forma de la curva entre el D60 y el D10,

Valores de Cc muy diferentes de 1,0 indican que faltan una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y al D60

CLASIFICACION U.C.S.C

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25953	4	55909	LV.2021/321	**19/04/2021**

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Plasticitat / *Plasticidad*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE 17892-12:2019	26.4	
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE 17892-12:2019	15.4	
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP	11.0	

Densitat i humitat natural / *Densidad y humedad natural*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Densitat relativa de un sol / *Densidad relativa de un suelo*	UNE 103302:1994		g/cm³
Densitat humida de un sol / *Densidad humeda de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Densitat seca de un sol / *Densidad seca de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Humitat natural / *Humedad natural*	UNE-EN ISO 17892:2015		%

Parámetres químics/ *Parámetros químicos*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	UNE 103206:2019		%
Sals solubles / *Sales solubles*	UNE 103205:2019		%
Sulfats solubles (Det. quantitativa) / *Sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103202:2019		%
Acidesa Bauman-Gully (Agresivitat) / *Acidez Bauman-Gully (Agresividad)*	UNE-EN 16502:2015		ml/kg
Sulfats solubles (Agresivitat) / *Sulfatos solubles (Agresividad)*	UNE 83963:2008 Err:2011	/	% / mg/kg

Expansivitat i col.lapse/ *Expansividad y colapso*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Inflament lliure / *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996		%
Index de col.lapse/ *Índice de colapso*	UNE 103406:2006		%
Presió d'inflament / *Presión de hinchamiento*	UNE 103602:1996		kPa
Index d'expansivitat (Lambe) / *Índice de expansividad (Lambe)*	UNE 103600:1996		Mpa
Canvi potencial de volum (Lambe) / *Cambio potencial de volumen (Lambe)*	UNE 103600:1996		
Qualificació (Lambe) / *Calificación (Lambe)*	UNE 103600:1996		

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

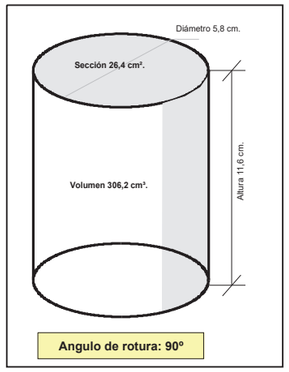
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25953	4	55909	LV.2021/321	**19/04/2021**

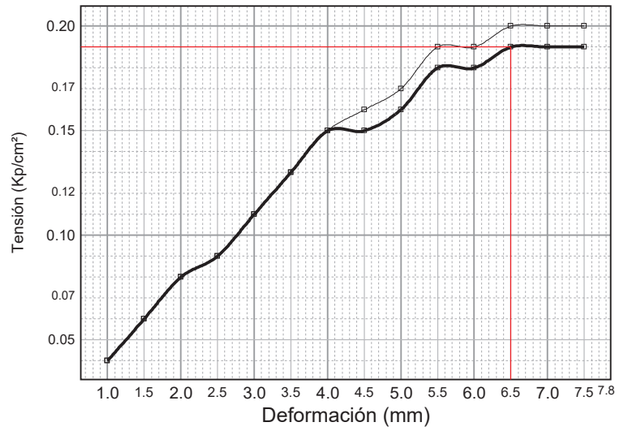
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Compresió simple) / *Resistencia (Compresión simple)*

DIMENSIONS DE LA PROVETA / *Dimensiones de la probeta*		
Alçada / *Altura*	cm	11,6
Diametre / *Diámetro*	cm	5,8
Secció / *Sección*	cm²	26,4
Volum / *Volumen*	cm³	306,2
HUMITAT / *Humedad*		
Humitat proveta / *Humedad probeta*	%	24,76
RESISTENCIA A COMPRESSIO CORREGIDA / *Resistencia a compresión corregida*		
Carrega / *Carga*	Kp	0,05
Resistencia / *Resistencia*	Kp/cm²	0,19
Deformació / *Deformación*	mm	6,50
DENSITAT / *Densidad*		
Densitat humida / *Densidad húmeda*	gr/cm³	1,98
Densitat seca / *Densidad seca*	gr/cm³	1,59





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

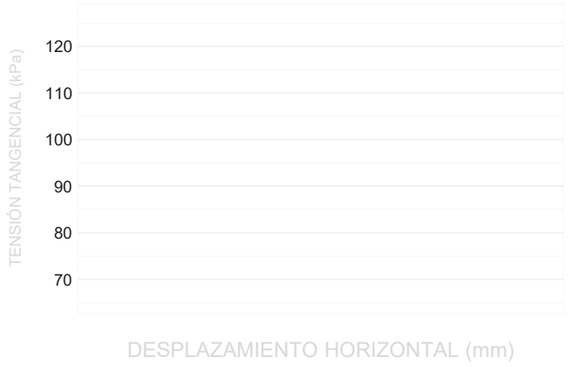
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

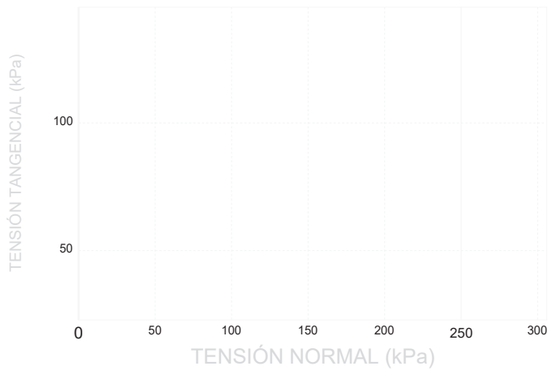
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25953	4	55909	LV.2021/321	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Tall directe) / ***Resistencia (Corte directo)***

Tall directe (tots el tipus) S/UNE 103401:1998				
		PUNTO -	PUNTO -	PUNTO -
Tensió normal	kPa	--,--	--,--	--,--
Tensió tangencial	kPa	--,--	--,--	--,--
Humitat inicial	%	--,--	--,--	--,--
Humitat final	%	--,--	--,--	--,--
Velocitat	mm/min	-,---	-,---	-,---
Diametre pastilla	mm	--,-	--,-	--,-
Densitat de les particules	g/cm³	-,--	-,--	-,--
Densitat aparent	g/cm³	-,--	-,--	-,--
Densitat seca	g/cm³	-,--	-,--	-,--
Index de buits inicia		-,--	-,--	-,--
Index de buits final		-,--	-,--	-,--
Grau de saturació	%	--,--	--,--	--,--
Cohesió	kPa	-,--		
Angle de fregament intern	º	--º		





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25954	5	55909	LV.2021/322	**19/04/2021**

DESTINATARI / Destinatario

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Carrer dels Vergós, 44
08017-BARCELONA

CLIENT/ Cliente: 7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

Nº OBRA / Num. obra: 22120

TITOL OBRA / Titulo obra: **ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-**

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA INALTERADA
DESCRIPCIÓ / Descripción: LLIMS SORRENCS
PROCEDENCIA: S-2 MI PROF: 3,00-3,60m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de sòl, segons la norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)
Determinació dels límits d'Atterberg (límit líquid i límit plàstic) d'una mostra de sòl, segons la norma UNE-EN ISO 17892-12:2019
Assaig de compresió no confinada d'una mostra de sol , segons la norma UNE-EN ISO 17892-7:2019
Determinació del contingut de guix d'un sòl, segons la norma NLT 115/99 i/o UNE 103206:2019
Determinació de l'inflament lliure pel mètode de l'edòmetre d'una mostra de sòl, segons la norma UNE 103601:1996
Determinació dels paràmetres resistents a l'esforç tallant d'una mostra de sòl a la caixa de tall directe. UNE 103401:1998

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

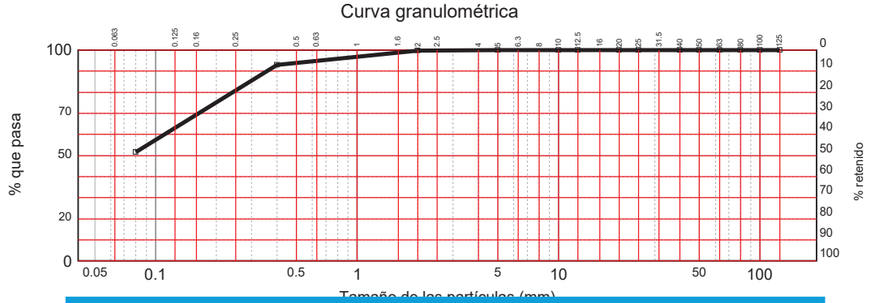
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995

Sòls: Anàlisi granulomètrica per tamisatge S/UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)														
Tamiz (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93	51,7

Curva granulométrica



DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

En base a la anteriormente expuesta curva granulométrica se obtiene la siguiente distribución granulométrica s/ASTM y los correspondientes Coeficientes de Uniformidad (Cu) y de Curvatura (Cc)

El coeficiente de uniformidad, definido originalmente por Terzaghi y Peck, se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo. Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D10 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Un suelo con un Coeficiente de uniformidad menor de 3, se considera muy uniforme. En el límite, si un terreno estuviera formado por esferas perfectamente iguales, su coeficiente de uniformidad sería 1.

El Coeficiente de concavidad Cc o de curvatura es una medida de la forma de la curva entre el D60 y el D10,

Valores de Cc muy diferentes de 1,0 indican que faltan una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y al D60

Distribución granulométrica S/ASTM (% en peso)				Coeficiente de Uniformidad	Cu = D60/D10 =	
Bolos	Arena fina	D60 =	mm	Coeficiente de Curvatura	Cc = (D30)^2/D10*D60 =	
Cantos	Arena media	D30 =	mm			
Gravas (2 - 75)	Arena gruesa	D10 =	mm			
	Arenas (0,08 - 2)	Gravas	D0 =	mm		
		Arenas	D0 =	mm		
		Finos	D0 =	mm		

CLASIFICACION U.C.S.C

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25954	5	55909	LV.2021/322	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Plasticitat / *Plasticidad*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE 17892-12:2019	19.2	
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE 17892-12:2019	16.7	
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP	2.5	

Densitat i humitat natural / *Densidad y humedad natural*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Densitat relativa de un sol / *Densidad relativa de un suelo*	UNE 103302:1994		g/cm³
Densitat humida de un sol / *Densidad humeda de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Densitat seca de un sol / *Densidad seca de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Humitat natural / *Humedad natural*	UNE-EN ISO 17892:2015		%

Parámetres químics/ *Parámetros químicos*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	UNE 103206:2019	**0.05**	%
Sals solubles / *Sales solubles*	UNE 103205:2019		%
Sulfats solubles (Det. quantitativa) / *Sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103202:2019		%
Acidesa Bauman-Gully (Agresivitat) / *Acidez Bauman-Gully (Agresividad)*	UNE-EN 16502:2015		ml/kg
Sulfats solubles (Agresivitat) / *Sulfatos solubles (Agresividad)*	UNE 83963:2008 Err:2011	/	% / mg/kg

Expansivitat i col.lapse/ *Expansividad y colapso*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Inflament lliure / *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996	0.25	%
Index de col.lapse/ *Índice de colapso*	UNE 103406:2006		%
Presió d'inflament / *Presión de hinchamiento*	UNE 103602:1996		kPa
Index d'expansivitat (Lambe) / *Índice de expansividad (Lambe)*	UNE 103600:1996		Mpa
Canvi potencial de volum (Lambe) / *Cambio potencial de volumen (Lambe)*	UNE 103600:1996		
Qualificació (Lambe) / *Calificación (Lambe)*	UNE 103600:1996		

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

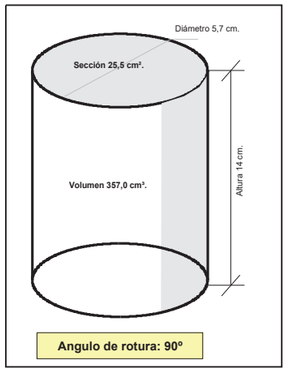
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25954	5	55909	LV.2021/322	**19/04/2021**

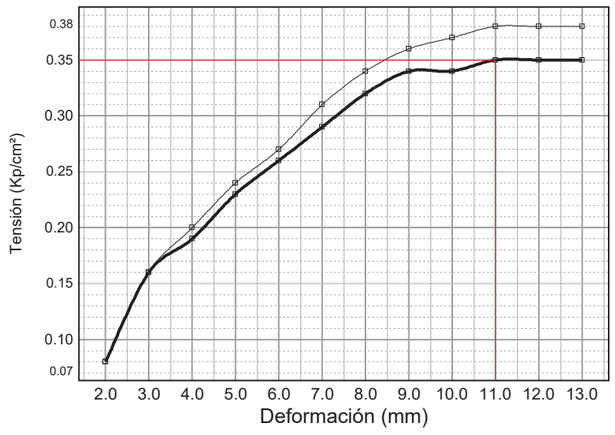
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Compresió simple) / *Resistencia (Compresión simple)*

DIMENSIONS DE LA PROVETA / *Dimensiones de la probeta*		
Alçada / *Altura*	cm	14
Diametre / *Diámetro*	cm	5,7
Secció / *Sección*	cm²	25,5
Volum / *Volumen*	cm³	357,0
HUMITAT / *Humedad*		
Humitat proveta / *Humedad probeta*	%	19,21
RESISTENCIA A COMPRESSIO CORREGIDA / *Resistencia a compresión corregida*		
Carrega / *Carga*	Kp	0,10
Resistencia / *Resistencia*	Kp/cm²	0,35
Deformació / *Deformación*	mm	11,00
DENSITAT / *Densidad*		
Densitat humida / *Densidad húmeda*	gr/cm³	2,08
Densitat seca / *Densidad seca*	gr/cm³	1,75





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

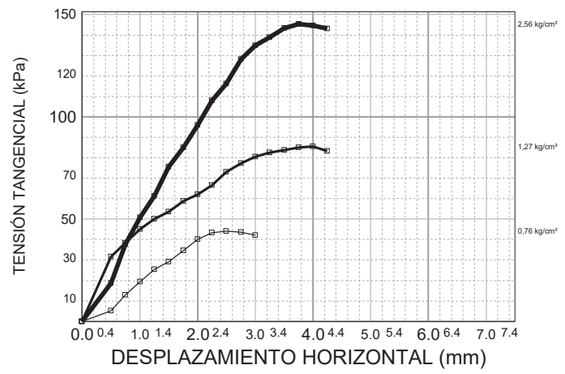
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25954	5	55909	LV.2021/322	**19/04/2021**

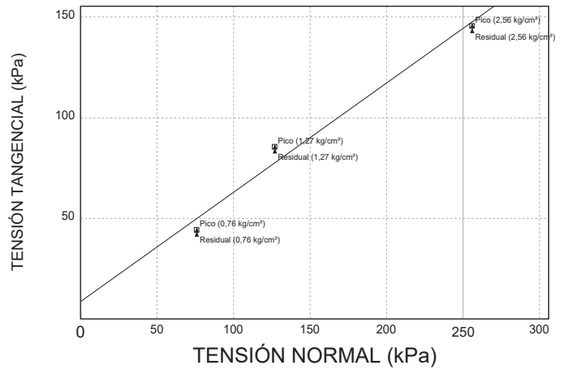
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Tall directe) / *Resistencia (Corte directo)*

Tall directe S/UNE 103401:1998				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Tensió normal / *Tensión normal*	kPa	76,00	127,00	256,00
Tensió tangencial / *Tensión tangencial*	kPa	44,20	85,40	145,40
Humitat inicial / *Humedad inicial*	%	20,22	20,40	21,39
Humitat final / *Humedad final*	%	19,21	19,60	18,91
Velocitat / *Velocidad*	mm/min	0,060	0,060	0,060
Diametre pastilla / *Diámetro de la pastilla*	mm	50,0	50,0	50,0
Densitat de les particules / *Diámetro de las partículas*	g/cm²	2,65	2,65	2,65
Densitat aparent / *Densidad aparente*	g/cm²	1,95	1,96	2,00
Densitat seca / *Densidad seca*	g/cm²	1,62	1,63	1,65
Index de buits inicia / *Índice de huecos inicial*		0,64	0,63	0,61
Index de buits final / *Índice de huecos final*		0,64	0,00	0,61
Grau de saturació / *Grado de saturación*	%	83,72	85,81	92,92
Cohesió / *Cohesión*	kPa	8,54		
Angle de fregament intern / *Ángulo de rozamiento interno*	º	29º		





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25955	6	55909	LV.2021/323	**19/04/2021**

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

CLIENT / *Cliente*

7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

DOCUMENT/ *Documento*

Acta de resultats dels assajos realitzats a la mostra presa en data, 19/04/2021 i amb les següents dades d'identificació
Acta de resultados dels ensayos realizados a la muestra tomada en fecha 19/04/2021 y con los siguientes datos de identificación

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: SOLS_ESP
DESCRIPCIÓ / Descripción: GRAVES
PROCEDENCIA: S-2 SPT PROF: 8,00-8,50m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de sòl, segons la norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995), s/norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)

EXPEDIENT / *Expediente* 22120 / 17244

ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22
LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25955	6	55909	LV.2021/323	**19/04/2021**

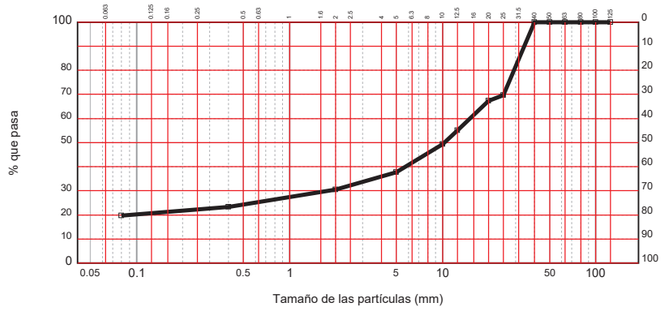
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos* UNE 103101:1995

Sòls: Anàlisi granulomètrica per tamisatge S/UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)														
Tamiz (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	70	67	55	49	38	31	23	19,7

Curva granulométrica



Clasificación USCS S/ASTM D2487

Tipo de suelo según PG-3

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE-17892-12:2019		%
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE-17892-12:2019		%
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP		
Densitat máxima (P.M.) / *Densidad máxima (P.M.)*	UNE 103501:1994		g/cm^3
Humitat óptima (P.M.)/ *Humedad óptima (P.M.)*	UNE 103501:1994		%
Densitat máxima (P.N.)/ *Densidad máxima (P.N.)*	UNE 103500:1994		g/cm^3
Humitat óptima (P.N.)/ *Humedad óptima (P.N.)*	UNE 103500:1994		%
Humitat natural/ *Humedad natural*	UNE 103300:1993		%
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	NLT-115		%
Sals solubles en sols / *Sales solubles en suelos*	UNE103205:2019		%
Contingut en sulfats solubles (Det. qualntitativa)/ *Contenido en sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103201:2019		%
Determinació del Ph en sols/ *Determinación del Ph en suelos*	UNE-ISO 10390:2012		
Inflamen lliure/ *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996		%
Index de col.lapse / *Indice de colapso*	UNE 103406:2019		%
Reactivitat alcali-silice / *Reactividad alcali-silice*	UNE 146507-1:1999		--
--			--

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

ROLDAN GUAMIS, LLUIS

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)

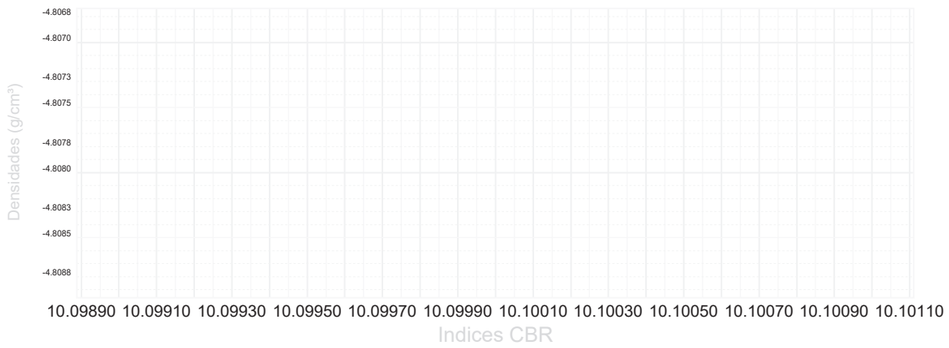
RISCO CENDRERO, SANTIAGO
ITOP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Assaig C.B.R. / *Ensayo C.B.R.*
UNE 103102:1995

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 0,0 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Grafica Indice CBR/Densidad



Compactación	Densidad	Indice CBR
— %	- - -	- - -
— %	- - -	- - -
— %	- - -	- - -

Indice CBR (—%)	- - -
Hinchamiento (—%)	- - -
Absorción (—%)	- - -

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE
Energía compactación	- - -	- - -	- - -
Densidad	- - -	- - -	- - -
Humedad	- - -	- - -	- - -
Absorción	- - -	- - -	- - -
Hinchamiento	- - -	- - -	- - -
Indice C.B.R.	- - -	- - -	- - -

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DESTINATARI / Destinatario

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Carrer dels Vergós, 44
08017-BARCELONA

CLIENT/ Cliente: 7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

Nº OBRA / Num. obra: 22120

TITOL OBRA / Titulo obra: **ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-**

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA INALTERADA
DESCRIPCIÓ / Descripción: ROCA AMB GUIXOS
PROCEDENCIA: S-2 TP PROF: 9,75-10,00m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Assaig de compresió no confinada d'una mostra de sol , segons la norma UNE-EN ISO 17892-7:2019
Determinació del contingut de guix d'un sòl, segons la norma NLT 115/99 i/o UNE 103206:2019

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

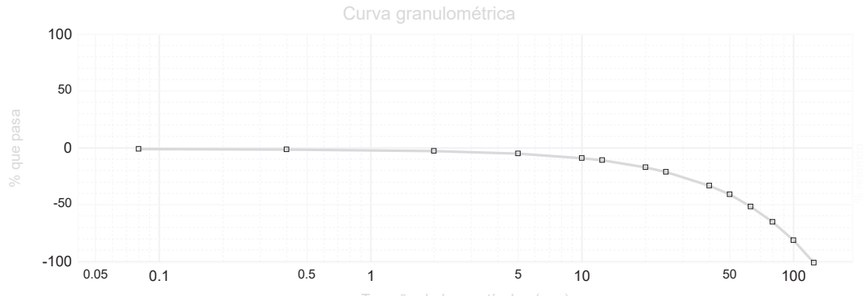
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25956	7	55909	LV.2021/324	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995

Tamiz (mm)	---	---	--	--	--	--	--	--	--,-	--	-	-	-,--	-,---
Pasa (%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

En base a la anteriormente expuesta curva granulométrica se obtiene la siguiente distribución granulométrica s/ASTM y los correspondientes Coeficientes de Uniformidad (Cu) y de Curvatura (Cc)

El coeficiente de uniformidad, definido originalmente por Terzaghi y Peck, se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo. Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D10 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Un suelo con un Coeficiente de uniformidad menor de 3, se considera muy uniforme. En el límite, si un terreno estuviera formado por esferas perfectamente iguales, su coeficiente de uniformidad sería 1.

El Coeficiente de concavidad Cc o de curvatura es una medida de la forma de la curva entre el D60 y el D10,

Valores de Cc muy diferentes de 1,0 indican que faltan una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y al D60

Distribución granulométrica s/ASTM (% en peso)			
Bolos	Arena fina (---, ---)	---	--%
Gravas	Arena media (---, ---)	---	--%
Gravas (---, ---)	Arena gruesa (---, ---)	---	--%
	Arenas (---, ---)	---	--%
Arenas (---, ---)	Arena fina (---, ---)	---	--%
	Arena media (---, ---)	---	--%
Finos y arcillas	Arena gruesa (---, ---)	---	--%

Coeficiente de uniformidad	Cu = ---,--
Coeficiente de curvatura	Cc = ---,---

CLASIFICACION U.C.S.C

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25956	7	55909	LV.2021/324	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Plasticitat / *Plasticidad*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE 17892-12:2019		
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE 17892-12:2019		
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP		

Densitat i humitat natural / *Densidad y humedad natural*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Densitat relativa de un sol / *Densidad relativa de un suelo*	UNE 103302:1994		g/cm³
Densitat humida de un sol / *Densidad humeda de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Densitat seca de un sol / *Densidad seca de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Humitat natural / *Humedad natural*	UNE-EN ISO 17892:2015		%

Parámetres químics/ *Parámetros químicos*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	UNE 103206:2019	**62.69**	%
Sals solubles / *Sales solubles*	UNE 103205:2019		%
Sulfats solubles (Det. quantitativa) / *Sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103202:2019		%
Acidesa Bauman-Gully (Agresivitat) / *Acidez Bauman-Gully (Agresividad)*	UNE-EN 16502:2015		ml/kg
Sulfats solubles (Agresivitat) / *Sulfatos solubles (Agresividad)*	UNE 83963:2008 Err:2011	/	% / mg/kg

Expansivitat i col.lapse/ *Expansividad y colapso*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Inflament lliure / *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996		%
Index de col.lapse/ *Índice de colapso*	UNE 103406:2006		%
Presió d'inflament / *Presión de hinchamiento*	UNE 103602:1996		kPa
Index d'expansivitat (Lambe) / *Índice de expansividad (Lambe)*	UNE 103600:1996		Mpa
Canvi potencial de volum (Lambe) / *Cambio potencial de volumen (Lambe)*	UNE 103600:1996		
Qualificació (Lambe) / *Calificación (Lambe)*	UNE 103600:1996		

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

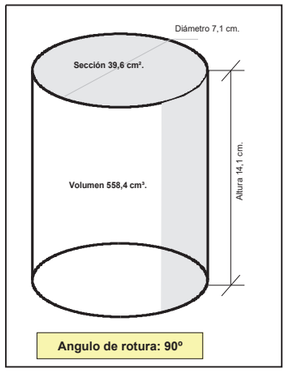
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25956	7	55909	LV.2021/324	**19/04/2021**

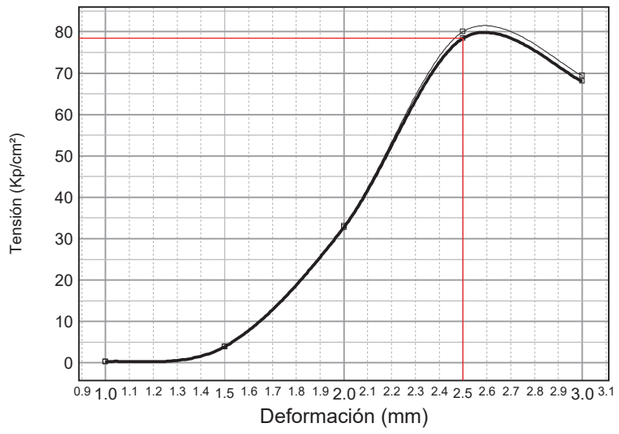
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Compresió simple) / ***Resistencia (Compresión simple)***

DIMENSIONS DE LA PROVETA / *Dimensiones de la probeta*		
Alçada / *Altura*	cm	14,1
Diametre / *Diámetro*	cm	7,1
Secció / *Sección*	cm²	39,6
Volum / *Volumen*	cm³	558,4
HUMITAT / *Humedad*		
Humitat proveta / *Humedad probeta*	%	14,66
RESISTENCIA A COMPRESSIO CORREGIDA / *Resistencia a compresión corregida*		
Carrega / *Carga*	Kp	31,70
Resistencia / *Resistencia*	Kp/cm²	78,45
Deformació / *Deformación*	mm	2,50
DENSITAT / *Densidad*		
Densitat humida / *Densidad húmeda*	gr/cm³	2,22
Densitat seca / *Densidad seca*	gr/cm³	1,94





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

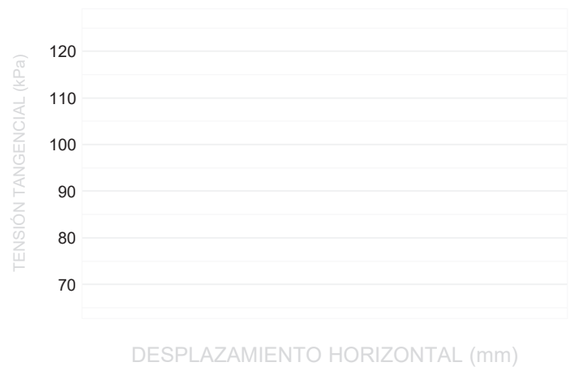
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25956	7	55909	LV.2021/324	**19/04/2021**

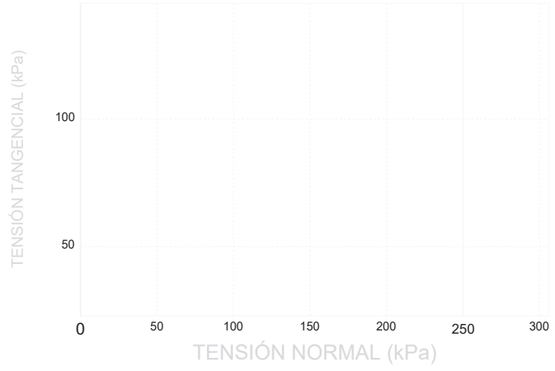
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Tall directe) / ***Resistencia (Corte directo)***

Tall directe (tots el tipus) S/UNE 103401:1998				
		PUNTO -	PUNTO -	PUNTO -
Tensió normal	kPa			
Tensió tangencial	kPa			
Humitat inicial	%			
Humitat final	%			
Velocitat	mm/min			
Diametre pastilla	mm			
Densitat de les particules	g/cm²			
Densitat aparent	g/cm²			
Densitat seca	g/cm²			
Index de buits inicia				
Index de buits final				
Grau de saturació	%			
Cohesió	kPa			
Angle de fregament intern	º			





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DESTINATARI / Destinatario

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Carrer dels Vergós, 44
08017-BARCELONA

CLIENT/ Cliente: 7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

Nº OBRA / Num. obra: 22120

TITOL OBRA / Titulo obra: **ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-**

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA INALTERADA
DESCRIPCIÓ / Descripción: LLIMS ARGIL.LOSOS
PROCEDENCIA: S-2 TP PROF: 15,60-15,80m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de sòl, segons la norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)
Determinació dels límits d'Atterberg (límit líquid i límit plàstic) d'una mostra de sòl, segons la norma UNE-EN ISO 17892-12:2019
Determinació de l'inflament lliure pel mètode de l'edòmetre d'una mostra de sòl, segons la norma UNE 103601:1996
Determinació dels paràmetres resistents a l'esforç tallant d'una mostra de sòl a la caixa de tall directe. UNE 103401:1998
Assaig de compresió no confinada d'una mostra de sol , segons la norma UNE-EN ISO 17892-7:2019

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25957	8	55909	LV.2021/325	**19/04/2021**

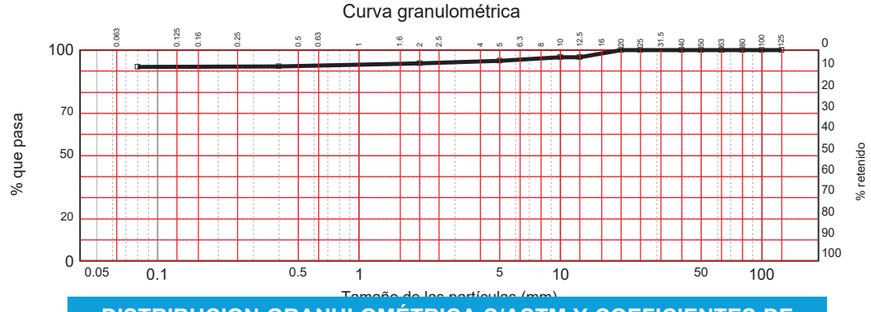
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995

Sòls: Anàlisi granulomètrica per tamisatge S/UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)														
Tamiz (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	97	97	95	94	92	92,1

Curva granulométrica



DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

En base a la anteriormente expuesta curva granulométrica se obtiene la siguiente distribución granulométrica s/ASTM y los correspondientes Coeficientes de Uniformidad (Cu) y de Curvatura (Cc)

El coeficiente de uniformidad, definido originalmente por Terzaghi y Peck, se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo. Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D10 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Un suelo con un Coeficiente de uniformidad menor de 3, se considera muy uniforme. En el límite, si un terreno estuviera formado por esferas perfectamente iguales, su coeficiente de uniformidad sería 1.

El Coeficiente de concavidad Cc o de curvatura es una medida de la forma de la curva entre el D60 y el D10,

Valores de Cc muy diferentes de 1,0 indican que faltan una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y al D60

CLASIFICACION U.C.S.C

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25957	8	55909	LV.2021/325	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Plasticitat / *Plasticidad*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE 17892-12:2019	35.0	
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE 17892-12:2019	20.2	
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP	14.8	

Densitat i humitat natural / *Densidad y humedad natural*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Densitat relativa de un sol / *Densidad relativa de un suelo*	UNE 103302:1994		g/cm³
Densitat humida de un sol / *Densidad humeda de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Densitat seca de un sol / *Densidad seca de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Humitat natural / *Humedad natural*	UNE-EN ISO 17892:2015		%

Parámetres químics/ *Parámetros químicos*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	UNE 103206:2019		%
Sals solubles / *Sales solubles*	UNE 103205:2019		%
Sulfats solubles (Det. quantitativa) / *Sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103202:2019		%
Acidesa Bauman-Gully (Agresivitat) / *Acidez Bauman-Gully (Agresividad)*	UNE-EN 16502:2015		ml/kg
Sulfats solubles (Agresivitat) / *Sulfatos solubles (Agresividad)*	UNE 83963:2008 Err:2011	/	% / mg/kg

Expansivitat i col.lapse/ *Expansividad y colapso*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Inflament lliure / *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996	0.50	%
Index de col.lapse/ *Índice de colapso*	UNE 103406:2006		%
Presió d'inflament / *Presión de hinchamiento*	UNE 103602:1996		kPa
Index d'expansivitat (Lambe) / *Índice de expansividad (Lambe)*	UNE 103600:1996		Mpa
Canvi potencial de volum (Lambe) / *Cambio potencial de volumen (Lambe)*	UNE 103600:1996		
Qualificació (Lambe) / *Calificación (Lambe)*	UNE 103600:1996		

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

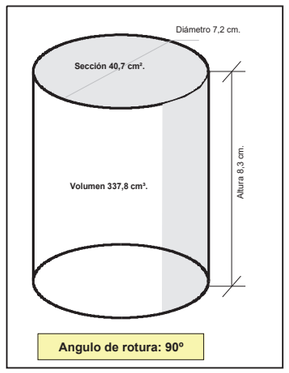
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

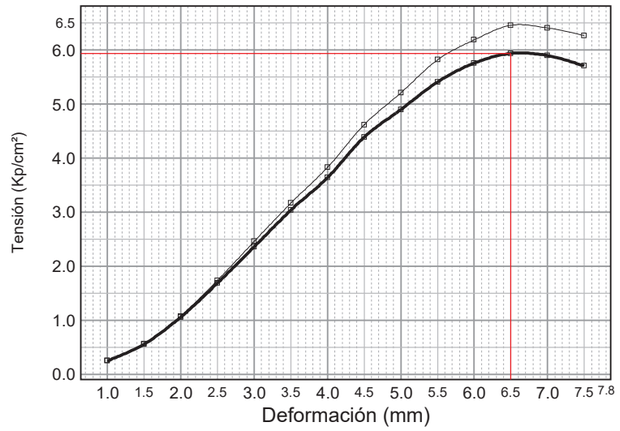
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25957	8	55909	LV.2021/325	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Compresió simple) / *Resistencia (Compresión simple)*

DIMENSIONS DE LA PROVETA / *Dimensiones de la probeta*		
Alçada / *Altura*	cm	8,3
Diametre / *Diámetro*	cm	7,2
Secció / *Sección*	cm²	40,7
Volum / *Volumen*	cm³	337,8
HUMITAT / *Humedad*		
Humitat proveta / *Humedad probeta*	%	15,43
RESISTENCIA A COMPRESSIO CORREGIDA / *Resistencia a compresión corregida*		
Carrega / *Carga*	Kp	2,63
Resistencia / *Resistencia*	Kp/cm²	5,94
Deformació / *Deformación*	mm	6,50
DENSITAT / *Densidad*		
Densitat humida / *Densidad húmeda*	gr/cm³	2,21
Densitat seca / *Densidad seca*	gr/cm³	1,92





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

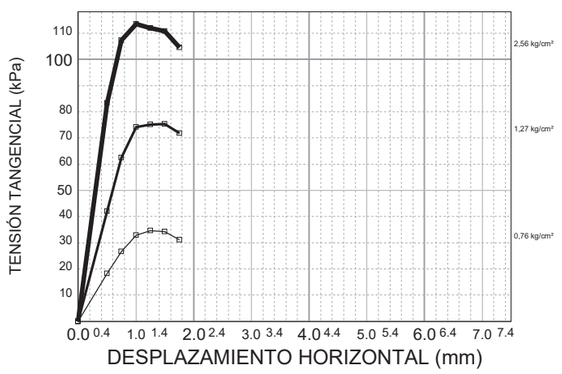
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25957	8	55909	LV.2021/325	**19/04/2021**

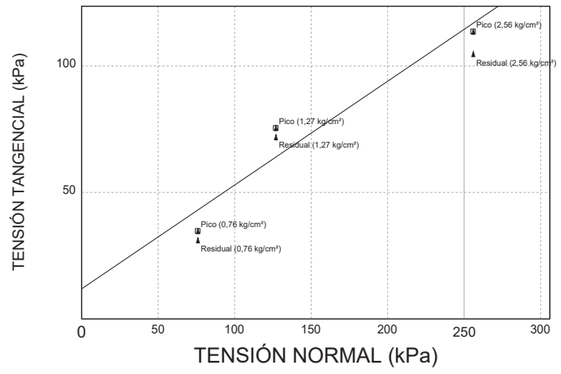
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Tall directe) / ***Resistencia (Corte directo)***

Tall directe S/UNE 103401:1998				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Tensió normal / *Tensión normal*	kPa	76,00	127,00	256,00
Tensió tangencial / *Tensión tangencial*	kPa	34,70	75,40	113,50
Humitat inicial / *Humedad inicial*	%	14,99	14,93	14,62
Humitat final / *Humedad final*	%	19,98	19,43	18,28
Velocitat / *Velocidad*	mm/min	0,060	0,060	0,060
Diametre pastilla / *Diámetro de la pastilla*	mm	50,0	50,0	50,0
Densitat de les particules / *Diámetro de las partículas*	g/cm²	2,65	2,65	2,65
Densitat aparent / *Densidad aparente*	g/cm²	2,12	2,14	2,16
Densitat seca / *Densidad seca*	g/cm²	1,84	1,86	1,89
Index de buits inicia / *Índice de huecos inicial*		0,44	0,42	0,40
Index de buits final / *Índice de huecos final*		0,00	0,42	0,40
Grau de saturació / *Grado de saturación*	%	90,28	94,20	96,86
Cohesió / *Cohesión*	kPa		11,80	
Angle de fregament intern / *Ángulo de rozamiento interno*	º		22º	





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25958	9	55909	LV.2021/326	**19/04/2021**

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

DESTINATARI / Destinatario

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Carrer dels Vergós, 44
08017-BARCELONA

CLIENT/ Cliente: 7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

Nº OBRA / Num. obra: 22120

TITOL OBRA / Titulo obra: **ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-**

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA INALTERADA
DESCRIPCIÓ / Descripción: LLIMS
PROCEDENCIA: S-3 MI PROF: 3,60-4,20m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de sòl, segons la norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)
Determinació dels límits d'Atterberg (límit líquid i límit plàstic) d'una mostra de sòl, segons la norma UNE-EN ISO 17892-12:2019
Determinació del contingut de guix d'un sòl, segons la norma NLT 115/99 i/o UNE 103206:2019
Determinació de l'inflament lliure pel mètode de l'edòmetre d'una mostra de sòl, segons la norma UNE 103601:1996
Assaig de compresió no confinada d'una mostra de sol , segons la norma UNE-EN ISO 17892-7:2019
Determinació dels paràmetres resistents a l'esforç tallant d'una mostra de sòl a la caixa de tall directe. UNE 103401:1998

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

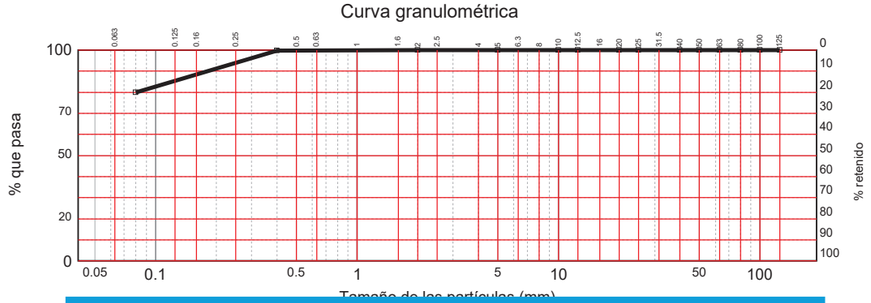
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995

Sòls: Anàlisi granulomètrica per tamisatge S/UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)														
Tamiz (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	79,9

Curva granulométrica



DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

En base a la anteriormente expuesta curva granulométrica se obtiene la siguiente distribución granulométrica s/ASTM y los correspondientes Coeficientes de Uniformidad (Cu) y de Curvatura (Cc)

El coeficiente de uniformidad, definido originalmente por Terzaghi y Peck, se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo. Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D10 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Un suelo con un Coeficiente de uniformidad menor de 3, se considera muy uniforme. En el límite, si un terreno estuviera formado por esferas perfectamente iguales, su coeficiente de uniformidad sería 1.

El Coeficiente de concavidad Cc o de curvatura es una medida de la forma de la curva entre el D60 y el D10,

Valores de Cc muy diferentes de 1,0 indican que faltan una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y al D60

Distribución granulométrica S/ASTM (% en peso)								
Bolos		Arena fina				Coeficiente de uniformidad	Cu = D60/D10 =	
Gravas		Arena media				Coeficiente de curvatura	Cc = (D30)^2/(D60 x D10) =	
Gravas (2 - 5)	Gruesa	Arena gruesa						
	Media							
	Fina							
Arenas (0,08 - 2)	Gruesa	Finos (< 0,08)						
	Media							
	Fina							
Gravas y arenas		Arena (0,08 - 5)						

CLASIFICACION U.C.S.C

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25958	9	55909	LV.2021/326	**19/04/2021**

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Plasticitat / *Plasticidad*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE 17892-12:2019	28.2	
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE 17892-12:2019	22.0	
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP	6.2	

Densitat i humitat natural / *Densidad y humedad natural*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Densitat relativa de un sol / *Densidad relativa de un suelo*	UNE 103302:1994		g/cm³
Densitat humida de un sol / *Densidad humeda de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Densitat seca de un sol / *Densidad seca de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Humitat natural / *Humedad natural*	UNE-EN ISO 17892:2015		%

Parámetres químics/ *Parámetros químicos*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	UNE 103206:2019	**0.02**	%
Sals solubles / *Sales solubles*	UNE 103205:2019		%
Sulfats solubles (Det. quantitativa) / *Sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103202:2019		%
Acidesa Bauman-Gully (Agresivitat) / *Acidez Bauman-Gully (Agresividad)*	UNE-EN 16502:2015		ml/kg
Sulfats solubles (Agresivitat) / *Sulfatos solubles (Agresividad)*	UNE 83963:2008 Err:2011	/	% / mg/kg

Expansivitat i col.lapse/ *Expansividad y colapso*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Inflament lliure / *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996	0.00	%
Index de col.lapse/ *Índice de colapso*	UNE 103406:2006		%
Presió d'inflament / *Presión de hinchamiento*	UNE 103602:1996		kPa
Index d'expansivitat (Lambe) / *Índice de expansividad (Lambe)*	UNE 103600:1996		Mpa
Canvi potencial de volum (Lambe) / *Cambio potencial de volumen (Lambe)*	UNE 103600:1996		
Qualificació (Lambe) / *Calificación (Lambe)*	UNE 103600:1996		

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

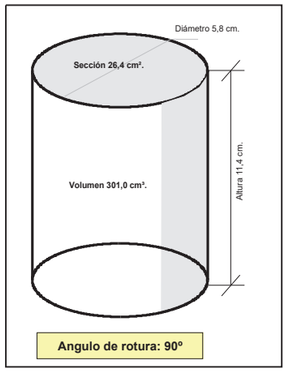
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25958	9	55909	LV.2021/326	**19/04/2021**

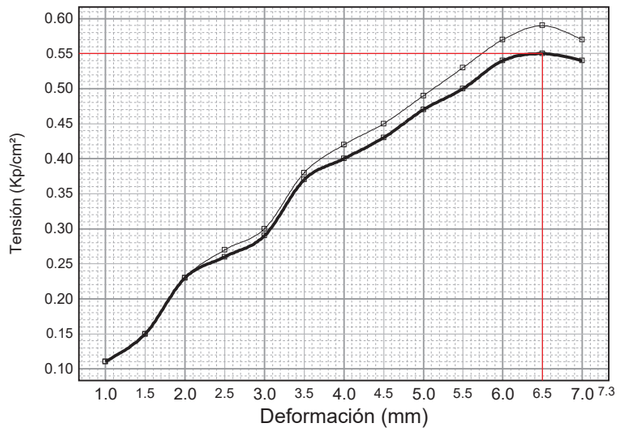
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Compresió simple) / ***Resistencia (Compresión simple)***

DIMENSIONS DE LA PROVETA / *Dimensiones de la probeta*		
Alçada / *Altura*	cm	11,4
Diametre / *Diámetro*	cm	5,8
Secció / *Sección*	cm²	26,4
Volum / *Volumen*	cm³	301,0
HUMITAT / *Humedad*		
Humitat proveta / *Humedad probeta*	%	25,25
RESISTENCIA A COMPRESSIO CORREGIDA / *Resistencia a compresión corregida*		
Carrega / *Carga*	Kp	0,16
Resistencia / *Resistencia*	Kp/cm²	0,55
Deformació / *Deformación*	mm	6,50
DENSITAT / *Densidad*		
Densitat humida / *Densidad húmeda*	gr/cm³	2,05
Densitat seca / *Densidad seca*	gr/cm³	1,64





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

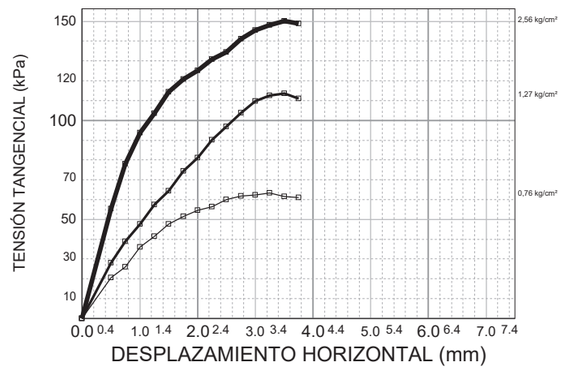
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25958	9	55909	LV.2021/326	**19/04/2021**

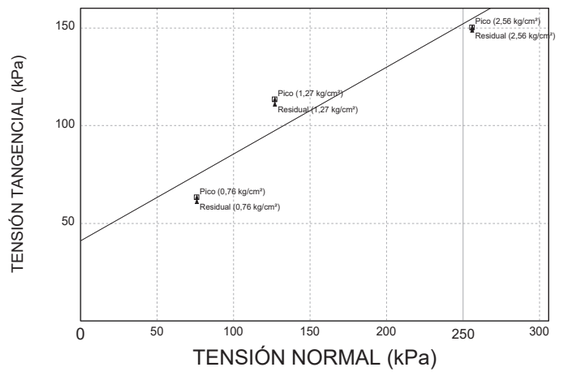
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Tall directe) / ***Resistencia (Corte directo)***

Tall directe S/UNE 103401:1998				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Tensió normal / *Tensión normal*	kPa	76,00	127,00	256,00
Tensió tangencial / *Tensión tangencial*	kPa	63,20	113,50	150,20
Humitat inicial / *Humedad inicial*	%	22,38	22,17	21,86
Humitat final / *Humedad final*	%	23,56	23,15	23,53
Velocitat / *Velocidad*	mm/min	0,060	0,060	0,060
Diametre pastilla / *Diámetro de la pastilla*	mm	50,0	50,0	50,0
Densitat de les particules / *Diámetro de las partículas*	g/cm²	2,65	2,65	2,65
Densitat aparent / *Densidad aparente*	g/cm²	2,03	2,04	2,04
Densitat seca / *Densidad seca*	g/cm²	1,66	1,67	1,68
Index de buits inicia / *Índice de huecos inicial*		0,60	0,59	0,58
Index de buits final / *Índice de huecos final*		0,60	0,59	0,58
Grau de saturació / *Grado de saturación*	%	98,84	99,58	99,88
Cohesió / *Cohesión*	kPa	40,94		
Angle de fregament intern / *Ángulo de rozamiento interno*	º	24º		





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25959	10	55909	LV.2021/327	**19/04/2021**

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

CLIENT / *Cliente*

7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

DOCUMENT/ *Documento*

Acta de resultats dels assajos realitzats a la mostra presa en data, 19/04/2021 i amb les següents dades d'identificació
Acta de resultados dels ensayos realizados a la muestra tomada en fecha 19/04/2021 y con los siguientes datos de identificación

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: SOLS_ESP
DESCRIPCIÓ / Descripción: GRAVES
PROCEDENCIA: S-3 SPT PROF: 7,20-7,80m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de sòl, segons la norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995), s/norma UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)
Determinació dels límits d'Atterberg (límit líquid i límit plàstic) d'una mostra de sòl, segons la norma UNE-EN ISO 17892-12:2019, s/norma UNE-EN ISO 17892-12:2019

EXPEDIENT / *Expediente* 22120 / 17244

ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22
LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25959	10	55909	LV.2021/327	**19/04/2021**

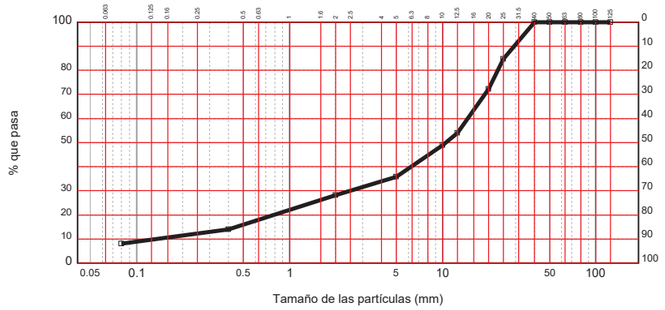
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos* UNE 103101:1995

Sòls: Anàlisi granulomètrica per tamisatge S/UNE.-EN 17892-4 :2019 (ANUL_UNE 103101:1995)														
Tamiz (mm)	125	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	85	72	54	49	36	28	14	8,0

Curva granulométrica



Clasificación USCS S/ASTM D2487

Tipo de suelo según PG-3

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE-17892-12:2019	------	%
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE-17892-12:2019	------	%
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP	No plástico	
Densitat máxima (P.M.) / *Densidad máxima (P.M.)*	UNE 103501:1994		g/cm^3
Humitat óptima (P.M.)/ *Humedad óptima (P.M.)*	UNE 103501:1994		%
Densitat máxima (P.N.)/ *Densidad máxima (P.N.)*	UNE 103500:1994		g/cm^3
Humitat óptima (P.N.)/ *Humedad óptima (P.N.)*	UNE 103500:1994		%
Humitat natural/ *Humedad natural*	UNE 103300:1993		%
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	NLT-115		%
Sals solubles en sols / *Sales solubles en suelos*	UNE103205:2019		%
Contingut en sulfats solubles (Det. qualntitativa)/ *Contenido en sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103201:2019		%
Determinació del Ph en sols/ *Determinación del Ph en suelos*	UNE-ISO 10390:2012		
Inflamen lliure/ *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996		%
Index de col.lapse / *Indice de colapso*	UNE 103406:2019		%
Reactivitat alcali-silice / *Reactividad alcali-silice*	UNE 146507-1:1999		--
--			--

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

ROLDAN GUAMIS, LLUIS

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)

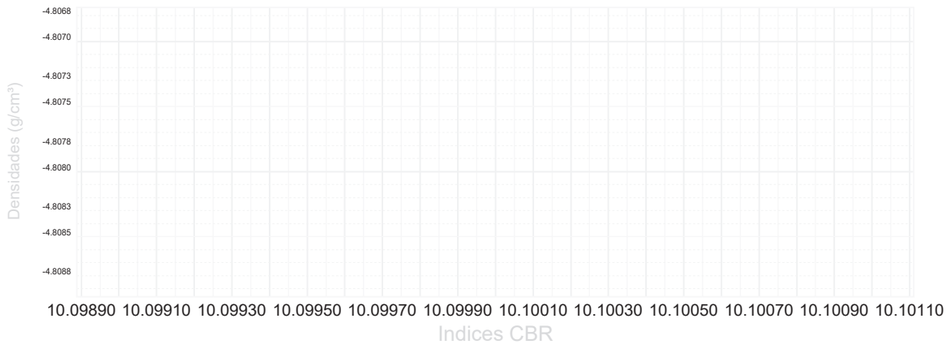
RISCO CENDRERO, SANTIAGO
ITOP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Assaig C.B.R. / *Ensayo C.B.R.*
UNE 103102:1995

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 0,0 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Grafica Indice CBR/Densidad



Compactación	Densidad	Indice CBR
— %	- - -	- - -
— %	- - -	- - -
— %	- - -	- - -

Indice CBR (—%)	- - -
Hinchamiento (—%)	- - -
Absorción (—%)	- - -

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE
Energía compactación	- - -	- - -	- - -
Densidad	- - -	- - -	- - -
Humedad	- - -	- - -	- - -
Absorción	- - -	- - -	- - -
Hinchamiento	- - -	- - -	- - -
Indice C.B.R.	- - -	- - -	- - -

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DESTINATARI / Destinatario

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Carrer dels Vergós, 44
08017-BARCELONA

CLIENT/ Cliente: 7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

Nº OBRA / Num. obra: 22120

TITOL OBRA / Titulo obra: **ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-**

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA INALTERADA
DESCRIPCIÓ / Descripción: ROCA AMB GUIXOS
PROCEDENCIA: S-3 TP PROF: 14,10-14,35m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Assaig de compresió no confinada d'una mostra de sol , segons la norma UNE-EN ISO 17892-7:2019
Determinació del contingut de guix d'un sòl, segons la norma NLT 115/99 i/o UNE 103206:2019

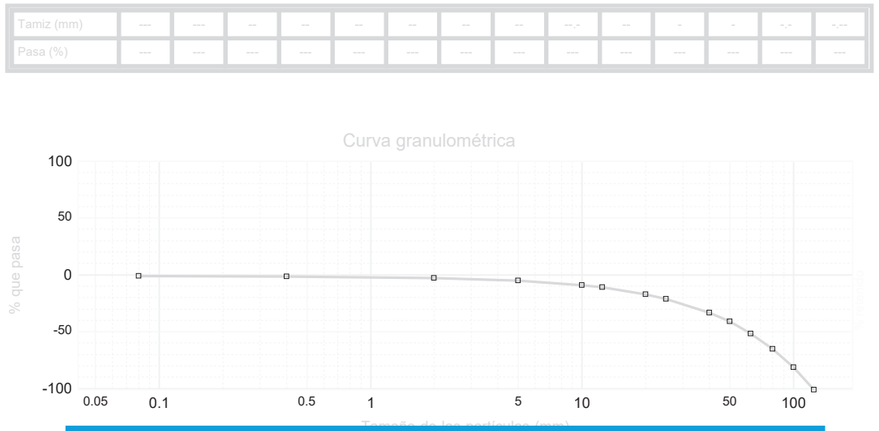
Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995



DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

En base a la anteriormente expuesta curva granulométrica se obtiene la siguiente distribución granulométrica s/ASTM y los correspondientes Coeficientes de Uniformidad (Cu) y de Curvatura (Cc)

El coeficiente de uniformidad, definido originalmente por Terzaghi y Peck, se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo. Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D10 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Un suelo con un Coeficiente de uniformidad menor de 3, se considera muy uniforme. En el límite, si un terreno estuviera formado por esferas perfectamente iguales, su coeficiente de uniformidad sería 1.

El Coeficiente de concavidad Cc o de curvatura es una medida de la forma de la curva entre el D60 y el D10,

Valores de Cc muy diferentes de 1,0 indican que faltan una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y al D60

CLASIFICACION U.C.S.C

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25960	11	55909	LV.2021/328	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Plasticitat / *Plasticidad*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE 17892-12:2019		
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE 17892-12:2019		
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP		

Densitat i humitat natural / *Densidad y humedad natural*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Densitat relativa de un sol / *Densidad relativa de un suelo*	UNE 103302:1994		g/cm³
Densitat humida de un sol / *Densidad humeda de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Densitat seca de un sol / *Densidad seca de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Humitat natural / *Humedad natural*	UNE-EN ISO 17892:2015		%

Parámetres químics/ *Parámetros químicos*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	UNE 103206:2019	**82.12**	%
Sals solubles / *Sales solubles*	UNE 103205:2019		%
Sulfats solubles (Det. quantitativa) / *Sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103202:2019		%
Acidesa Bauman-Gully (Agresivitat) / *Acidez Bauman-Gully (Agresividad)*	UNE-EN 16502:2015		ml/kg
Sulfats solubles (Agresivitat) / *Sulfatos solubles (Agresividad)*	UNE 83963:2008 Err:2011	/	% / mg/kg

Expansivitat i col.lapse/ *Expansividad y colapso*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Inflament lliure / *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996		%
Index de col.lapse/ *Índice de colapso*	UNE 103406:2006		%
Presió d'inflament / *Presión de hinchamiento*	UNE 103602:1996		kPa
Index d'expansivitat (Lambe) / *Índice de expansividad (Lambe)*	UNE 103600:1996		Mpa
Canvi potencial de volum (Lambe) / *Cambio potencial de volumen (Lambe)*	UNE 103600:1996		
Qualificació (Lambe) / *Calificación (Lambe)*	UNE 103600:1996		

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

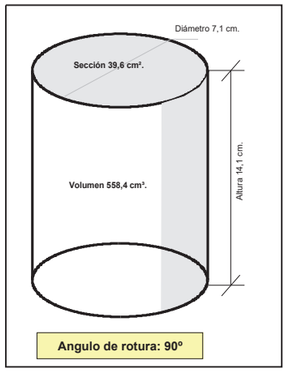
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

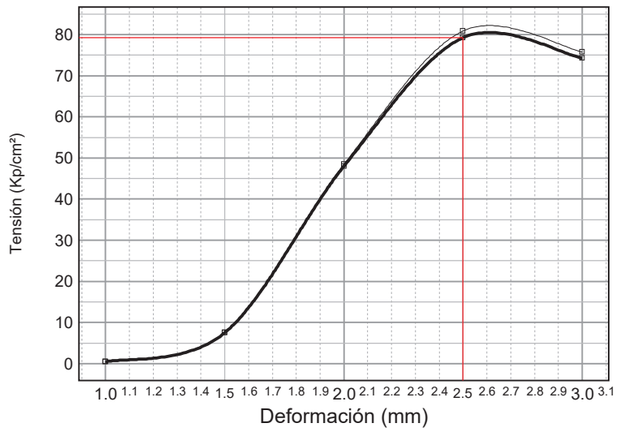
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25960	11	55909	LV.2021/328	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Compresió simple) / *Resistencia (Compresión simple)*

DIMENSIONS DE LA PROVETA / *Dimensiones de la probeta*		
Alçada / *Altura*	cm	14,1
Diametre / *Diámetro*	cm	7,1
Secció / *Sección*	cm²	39,6
Volum / *Volumen*	cm³	558,4
HUMITAT / *Humedad*		
Humitat proveta / *Humedad probeta*	%	15,65
RESISTENCIA A COMPRESSIO CORREGIDA / *Resistencia a compresión corregida*		
Carrega / *Carga*	Kp	32,03
Resistencia / *Resistencia*	Kp/cm²	79,26
Deformació / *Deformación*	mm	2,50
DENSITAT / *Densidad*		
Densitat humida / *Densidad húmeda*	gr/cm³	2,24
Densitat seca / *Densidad seca*	gr/cm³	1,93





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

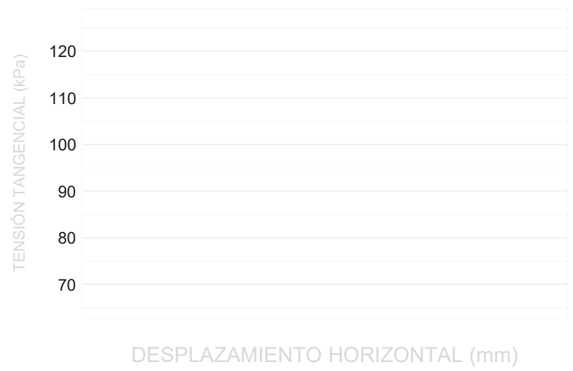
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

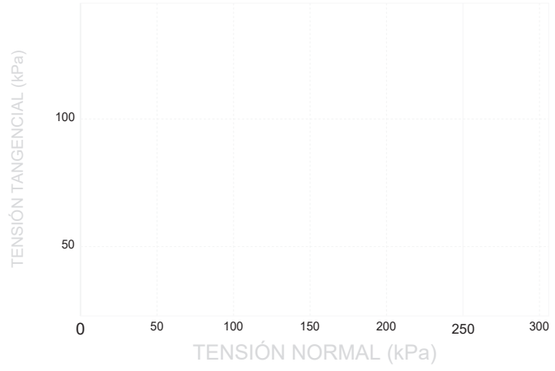
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25960	11	55909	LV.2021/328	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Tall directe) / *Resistencia (Corte directo)*

Tall directe (tots el tipus) S/UNE 103401:1998				
		PUNTO -	PUNTO -	PUNTO -
Tensió normal	kPa			
Tensió tangencial	kPa			
Humitat inicial	%			
Humitat final	%			
Velocitat	mm/min			
Diametre pastilla	mm			
Densitat de les particules	g/cm²			
Densitat aparent	g/cm²			
Densitat seca	g/cm²			
Index de buits inicia				
Index de buits final				
Grau de saturació	%			
Cohesió	kPa			
Angle de fregament intern	º			





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DESTINATARI / Destinatario

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Carrer dels Vergós, 44
08017-BARCELONA

CLIENT/ Cliente: 7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

Nº OBRA / Num. obra: 22120

TITOL OBRA / Titulo obra: **ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-**

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA INALTERADA
DESCRIPCIÓ / Descripción: ROCA AMB GUIXOS
PROCEDENCIA: S-3 TP PROF: 17,60-17,90m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Assaig de compresió no confinada d'una mostra de sol , segons la norma UNE-EN ISO 17892-7:2019
Determinació del contingut de guix d'un sòl, segons la norma NLT 115/99 i/o UNE 103206:2019

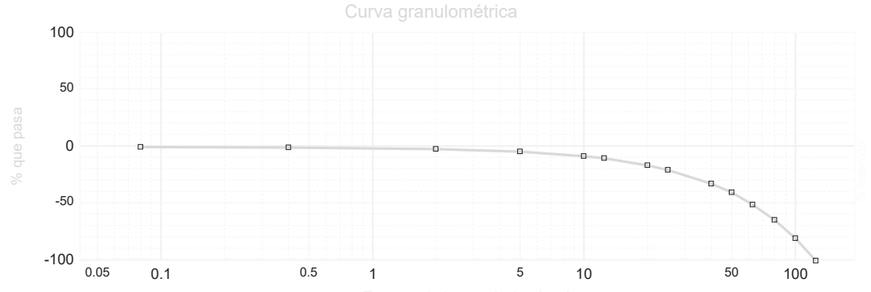
Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25961	12	55909	LV.2021/329	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995

Tamiz (mm)														
Pasa (%)														



DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

En base a la anteriormente expuesta curva granulométrica se obtiene la siguiente distribución granulométrica s/ASTM y los correspondientes Coeficientes de Uniformidad (Cu) y de Curvatura (Cc)

El coeficiente de uniformidad, definido originalmente por Terzaghi y Peck, se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de un suelo. Se expresa como la relación entre D60 y D10, siendo:

D60 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D10 = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Un suelo con un Coeficiente de uniformidad menor de 3, se considera muy uniforme. En el límite, si un terreno estuviera formado por esferas perfectamente iguales, su coeficiente de uniformidad sería 1.

El Coeficiente de concavidad Cc o de curvatura es una medida de la forma de la curva entre el D60 y el D10,

Valores de Cc muy diferentes de 1,0 indican que faltan una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y al D60

| Distribución granulométrica (UNE 103-101-95) | | | | | | | | | | | | | |

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25961	12	55909	LV.2021/329	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Plasticitat / *Plasticidad*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE 17892-12:2019		
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE 17892-12:2019		
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP		

Densitat i humitat natural / *Densidad y humedad natural*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Densitat relativa de un sol / *Densidad relativa de un suelo*	UNE 103302:1994		g/cm³
Densitat humida de un sol / *Densidad humeda de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Densitat seca de un sol / *Densidad seca de un suelo*	UNE 103301:1994		g/cm³
Humitat natural / *Humedad natural*	UNE-EN ISO 17892:2015		%

Parámetres químics/ *Parámetros químicos*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	UNE 103206:2019	**52.54**	%
Sals solubles / *Sales solubles*	UNE 103205:2019		%
Sulfats solubles (Det. quantitativa) / *Sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103202:2019		%
Acidesa Bauman-Gully (Agresivitat) / *Acidez Bauman-Gully (Agresividad)*	UNE-EN 16502:2015		ml/kg
Sulfats solubles (Agresivitat) / *Sulfatos solubles (Agresividad)*	UNE 83963:2008 Err:2011	/	% / mg/kg

Expansivitat i col.lapse/ *Expansividad y colapso*

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Inflament lliure / *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996		%
Index de col.lapse/ *Índice de colapso*	UNE 103406:2006		%
Presió d'inflament / *Presión de hinchamiento*	UNE 103602:1996		kPa
Index d'expansivitat (Lambe) / *Índice de expansividad (Lambe)*	UNE 103600:1996		Mpa
Canvi potencial de volum (Lambe) / *Cambio potencial de volumen (Lambe)*	UNE 103600:1996		
Qualificació (Lambe) / *Calificación (Lambe)*	UNE 103600:1996		

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

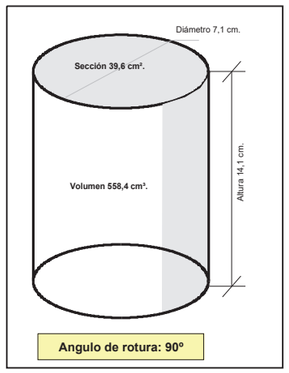
Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

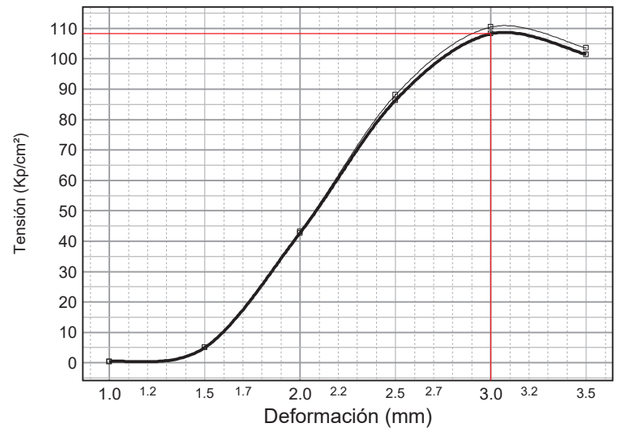
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25961	12	55909	LV.2021/329	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Compresió simple) / *Resistencia (Compresión simple)*

DIMENSIONS DE LA PROVETA / *Dimensiones de la probeta*		
Alçada / *Altura*	cm	14,1
Diametre / *Diámetro*	cm	7,1
Secció / *Sección*	cm²	39,6
Volum / *Volumen*	cm³	558,4
HUMITAT / *Humedad*		
Humitat proveta / *Humedad probeta*	%	13,72
RESISTENCIA A COMPRESSIO CORREGIDA / *Resistencia a compresión corregida*		
Carrega / *Carga*	Kp	43,73
Resistencia / *Resistencia*	Kp/cm²	108,22
Deformació / *Deformación*	mm	3,00
DENSITAT / *Densidad*		
Densitat humida / *Densidad húmeda*	gr/cm³	2,23
Densitat seca / *Densidad seca*	gr/cm³	1,96





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

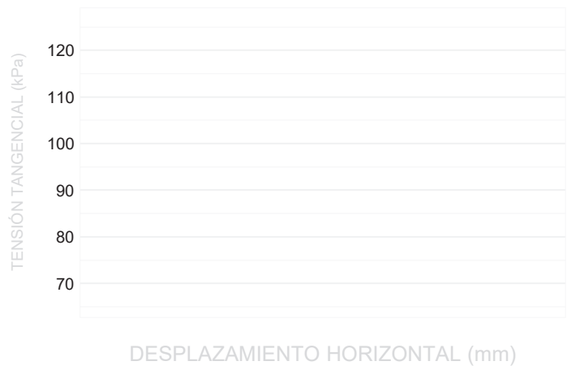
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

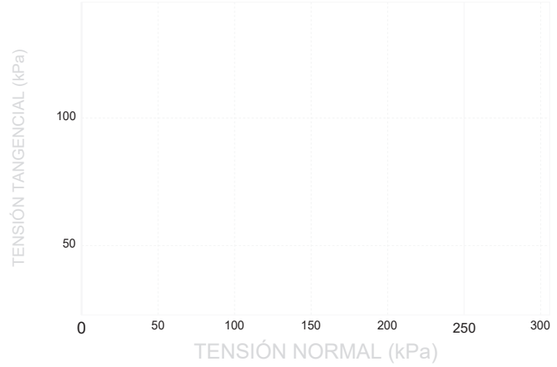
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
28/04/2021	2021/25961	12	55909	LV.2021/329	**19/04/2021**

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resistencia (Tall directe) / ***Resistencia (Corte directo)***

Tall directe (tots el tipus) S/UNE 103401:1998				
		PUNTO -	PUNTO -	PUNTO -
Tensió normal	kPa	--,--	--,--	--,--
Tensió tangencial	kPa	--,--	--,--	--,--
Humitat inicial	%	--,--	--,--	--,--
Humitat final	%	--,--	--,--	--,--
Velocitat	mm/min	-,---	-,---	-,---
Diametre pastilla	mm	--,-	--,-	--,-
Densitat de les particules	g/cm²	-,--	-,--	-,--
Densitat aparent	g/cm²	-,--	-,--	-,--
Densitat seca	g/cm²	-,--	-,--	-,--
Index de buits inicia		-,--	-,--	-,--
Index de buits final		-,--	-,--	-,--
Grau de saturació	%	--,--	--,--	--,--
Cohesió	kPa	-,--		
Angle de fregament intern	º	--º		





OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	*Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)*
ROLDAN GUAMIS, LLUIS	RISCO CENDRERO, SANTIAGO ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
30/06/2021	2021/40088	13	58205	LV.2021/415	**18/06/2021**

CLIENT / *Cliente*

7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

DOCUMENT/ *Documento*

Acta de resultats dels assajos realitzats a la mostra presa en data, 18/06/2021 i amb les següents dades d'identificació
Acta de resultados dels ensayos realizados a la muestra tomada en fecha 18/06/2021 y con los siguientes datos de identificación

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: SOLS_ESP
DESCRIPCIÓ / Descripción: SOLS
PROCEDENCIA: S-2 MOSTRA REPRESENTATIVA PROF: 2,40-2,70m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Determinació quantitativa del contingut de sulfats solubles d'una mostra de sòl, segons la norma UNE 103201:2019
Erratum, s/norma UNE 103201:2019

EXPEDIENT / *Expediente* 22120 / 17244

ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22
LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP
CIF- B66113457 • Maresme, 8• 08880 CUBELLES • T. + 34 93-8953121 .F 34 934050282 www.bacecg.com

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

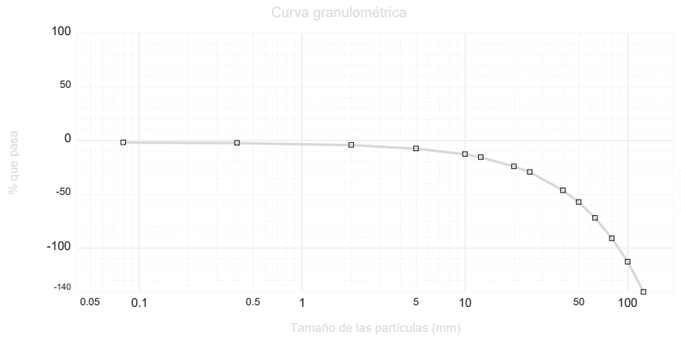
DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
30/06/2021	2021/40088	13	58205	LV.2021/415	**18/06/2021**

ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulometric de sols / *Análisis granulométrico de suelos*
UNE 103101:1995

Tamiz (mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	--.-	---	-	-	-.--	-.--
Pasa (%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Clasificación USCS S/ASTM D2487

Tipo de suelo según PG-3

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut
Límit liquid / *Límite líquido*	UNE-17892-12:2019		%
Límit plàstic / *Límite plástico*	UNE-17892-12:2019		%
Index de plasticitat / *Índice de plasticidad*	LL-LP		
Densitat máxima (P.M.) / *Densidad máxima (P.M.)*	UNE 103501:1994		g/cm^3
Humitat óptima (P.M.)/ *Humedad óptima (P.M.)*	UNE 103501:1994		%
Densitat máxima (P.N.)/ *Densidad máxima (P.N.)*	UNE 103500:1994		g/cm^3
Humitat óptima (P.N.)/ *Humedad óptima (P.N.)*	UNE 103500:1994		%
Humitat natural/ *Humedad natural*	UNE 103300:1993		%
Contingut en materia orgánica / *Contenido en materia orgánica*	UNE 103204:2019		%
Contingut en guix / *Contenido en yesos*	NLT-115		%
Sals solubles en sols / *Sales solubles en suelos*	UNE103205:2019		%
Contingut en sulfats solubles (Det. qualntitativa)/ *Contenido en sulfatos solubles (Det. cuantitativa)*	UNE 103201:2019	0.06	%
Determinació del Ph en sols/ *Determinación del Ph en suelos*	UNE-ISO 10390:2012		
Inflamen lliure/ *Hinchamiento libre*	UNE 103601:1996		%
Index de col.lapse / *Indice de colapso*	UNE 103406:2019		%
Reactivitat alcali-silice / *Reactividad alcali-silice*	UNE 146507-1:1999		--
--			--

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

ROLDAN GUAMIS, LLUIS

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)

RISCO CENDRERO, SANTIAGO
ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
30/06/2021	2021/40088	13	58205	LV.2021/415	**18/06/2021**

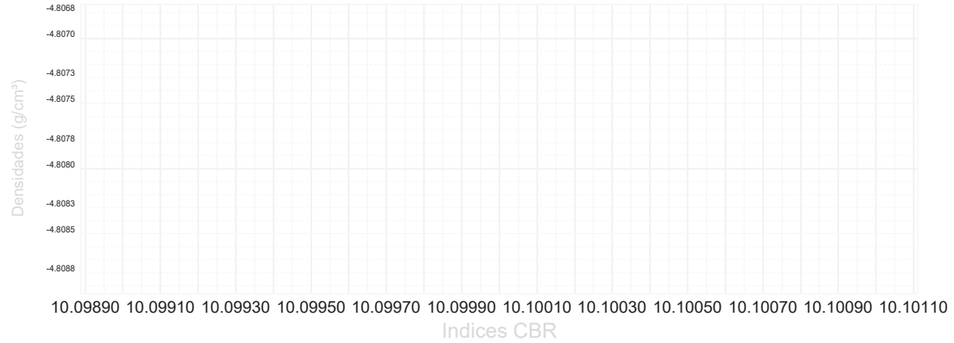
ENGINEERING CONSULTANCY GROUP

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Assaig C.B.R. / *Ensayo C.B.R.*
UNE 103102:1995

Norma: UNE 103.502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0.00 %	Sobrecarga utilizada: 0.0 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Grafica Indice CBR/Densidad



Compactación	Densidad	Indice CBR
-- %	---	---
-- %	---	---
-- %	---	---

Indice CBR (---%)	---
Hinchamiento (---%)	---
Absorción (---%)	---

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE
Energia compactación	---	---	---
Densidad	---	---	---
Humedad	---	---	---
Absorción	---	---	---
Hinchamiento	---	---	---
Indice C.B.R.	---	---	---

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

ROLDAN GUAMIS, LLUIS

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)

RISCO CENDRERO, SANTIAGO
ITOP

BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
30/06/2021	2021/40089	14	58205	LV.2021/416	**18/06/2021**

CLIENT / *Cliente*

7292: FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Carrer dels Vergós, 44, 08017-BARCELONA, Barcelona

DOCUMENT/ *Documento*

Acta de resultats dels assajos realitzats a la mostra presa en data, 18/06/2021 i amb les següents dades d'identificació
Acta de resultados dels ensayos realizados a la muestra tomada en fecha 18/06/2021 y con los siguientes datos de identificación

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: AIGUA
DESCRIPCIÓ / Descripción: AIGUA
PROCEDENCIA: S-1

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Presa d'una mostra d'aigua de pastar morters i formigons, segons la norma UNE 83951:2008, s/norma UNE 83951:2008
Determinació de l'acidesa, expressada pel seu pH, d'una mostra d'aigua per a pastar o agressiva amb el morter o el formigó, segons la norma UNE 83952:2008, s/norma UNE 83952:2008
Determinació del contingut en ió sulfat, expressat en ions So4=, d'una mostra d'aigua per pastar o agressiva a morters o formigons, segons la norma UNE 83956:2008. , s/norma UNE 83956:2008
Determinació del residu sec a 110 °C d'una mostra d' aigua d'amasat o d'una aigua agressiva a morters o formigons segons la norma UNE 83957:2008, s/norma UNE 83957:2008
Determinació del contingut de magnesi pel mètode de la valoració complexomètrica d'una mostra d' Aigua d'amasat o aigües agressives, segons la norma UNE 83955:2008, s/norma UNE 83955:2008
Determinació del diòxid de carboni lliure (CO2) d'una mostra d' aigües per pastar o aigües agresives per a morters o formigons, segons la norma UNE-EN 13577:2008, s/norma UNE-EN 13577:2008
Determinació del contingut d'amoni (NH4), d'una mostra d' aigües de pastar o aigües agresives per a morters o formigons, segons la norma UNE 83954:2008, s/norma UNE 83954:2008

EXPEDIENT / *Expediente* 22120 / 17244

ACORD MARC AM09/20 – CONTR/2020/127) "Servei de reconeixement de terreny pas a nivell 22 LPS (B2)" amb referència CONTB/2021/0000000083.-

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.
Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.
BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC
Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya en data 23-09-2014codi d'inscripció L0600253 .Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015
L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

DATA D' ACTA *Fecha de acta*	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ *Fecha muestreo/inspección*
30/06/2021	2021/40089	14	58205	LV.2021/416	**18/06/2021**

Analisis d'aigues per a determinar la seva agresivitat al formigó i la seva aptitud per al pastat i curat
Análisis de aguas para determinar su agresividad al hormigón, y su aptitud para el amasado y curado.

PRESA DE MOSTRES (UNE 83951:2008) / *Toma de muestras (UNE 83951:2008)*

Lloc de la presa / *Lugar de la toma*	S-1
Procedencia /*Procedencia*	SONDEIG
Mostrejada per/ *Muestreada por*	VENTAYOL
Quantitat de mostra /*Cantidad de muestra*	2
Observacions / *Observaciones*	

Assaig / *Ensayo*	Norma	Valor	Ut	Valors de referencia / *Valores de referencia*			
				Ag debil	Ag. mitja *Ag. media*	Ag. forta *Ag. Fuerte*	Pastat *Amasado*
Acidesa (Ph)/ *Acidez (Ph)*	UNE 83952:2008	7		6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5	> = 5
Co² lliure / *Co² libre*	UNE-EN 13577:2008	2.2	mg/ l	15-40	40-100	> 100	
Ió amoni (NH_4^+) / *Ión amonio (NH_4^+)*	UNE 83954:2008	0	mg/l	15-30	30-60	> 60	
Ió magnesi (Mg^{2+}) / *Ión magnesio (Mg^{2+})*	UNE 83955:2008	224	mg/l	300-1000	1000-3000	> 3000	
Ió sulfat (SO_4^{2-}) / *Ión sulfato (SO_4^{2-})*	UNE 83956:2008	1081.68	mg/l	200-600	600-3000	>3000	<= 1000
Residu sec / *Residuo seco*	UNE 83957:2008	1096	mg/l	75-150	50-75	<50	
Substancias disoltes / *Sustancias disueltas*	UNE 83957:2008		g/l.				<= 15
Ió clorur (Cl^-) / *Ión cloro (Cl^-)*	UNE 83958:2014		g/l				<=3 g/l (b)
Hidrats de carboni / *Hidratos de carbono*	UNE 83959:2014		--				0
Substancies solubles en eter / *Substancias solubles en eter*	UNE 83960:2014		g/l				<= 15

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

ROLDAN GUAMIS, LLUIS

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)

RISCO CENDRERO, SANTIAGO
ITOP

Inscrita al Registre Mercantil de Barcelona el 21-01-2014. Tom 44110 Seccio General, Foli 0185, NIF. B66113457

APÈNDIX NÚM. 2

ESTUDI DE L'INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA (ICGC).

Generalitat de Catalunya

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Xarxa Ferroviària i Projectes

Clau

LPS_BG-GB_INF_IT_24_303

Títol

Estudi de les dolines i assistència tècnica pel reconeixement geotècnic del sector Gerb a la línia Lleida – La Pobla de Segur de FGC. ICGC. AP-0023/24

Data de redacció

Octubre de 2024

Àmbit

Línia Lleida – La Pobla de Segur

Punt quilomètric

29+400 AL PK 29+800

Empresa consultora

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Tram / Estació

Balaguer – Gerb

Autors/es

Ferran López

ÍNDEX

1.- INTRODUCCIÓ 1

1.1.- Objectiu 1

1.2.- Antecedents 2

2.- RISC DE FORMACIÓ D'ESVORANCS EN EL SECTOR DE GERB 3

2.1.- Evidències i Indicis de dolines i esvorancs 3

2.2.- Esfondraments i deformacions a la zona de vies 5

3.- ESTRUCTURA GEOTÈCNICA DEL SUBSÒL AL SECTOR GERB 8

3.1.- Geologia regional 8

3.2.- Unitats geotècniques 9

3.2.1.- Unitat Qt2_al 9

3.2.2.- - Unitat Qt2_gs 12

3.2.3.- - Unitat EPmgx 13

4.- HIDROLOGIA 13

5.- AUSCULTACIÓ DEL MOVIMENT 15

5.1.- Extensometria de barnilles 15

5.2.- Extensometria lliscant 19

6.- MECANISME DE FORMACIÓ DELS ESFONDRAMENTS I ELS ESVORANCS 20

7.- MESURES DE MITIGACIÓ DEL RISC 21

7.1.- Inspeccions i limitació de velocitat 21

7.2.- Monitorització de moviment de les vies 21

7.3.- Drenatge i evacuació de l'aigua 22

7.4.- Millora del terreny mitjançant injeccions 23

7.4.1.- Injeccions 23

7.4.2.- Geotèxtil 24

7.5.- Millora estructural de la traça 25

7.6.- Desviament del traçat 25

ANNEX I. Situació de patologies i reconeixements

ANNEX II. Perfil geològic – geotècnic

ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR

Clau: LPS_BG_GB_INF_IT_24_303

MEMÒRIA

1.- INTRODUCCIÓ

Des de l'any 2005, l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) porta a terme la identificació i seguiment del risc geològic de la línia. Aquest seguiment inclou, des del 2017, els esfondraments que es van detectar a la zona de Gerb i que va motivar al 2017, la redacció del document: *Assistència tècnica a les actuacions de mitigació de les incidències geològiques al tram de Gerb.* (AP-0053/17*)*. L'esmentat document es va redactar en base al reconeixement geotècnic efectuat amb penetròmetres dinàmics i sondatges realitzats amb caràcter d'urgència després de l'aparició d'un esvoranc a les vies en el Pk 29+550.

Amb l'objectiu d'aprofundir en les causes dels esfondraments, des del 2017 s'han portat a terme nous reconeixements del subsol amb geofísica (radar i sísmica), sondatges i assaigs de laboratori i in situ amb penetròmetres. Alhora s'han implementat sistemes de monitorització per al control dels moviments del terreny tan en superfície i com en profunditat.

L'auscultació i les diferents campanyes de reconeixement, pretenen determinar els factors que provoquen els esfondraments per tal de decidir les mesures necessàries que garanteixin la seguretat del traçat del ferrocarril.

El present document complementa l'estudi del 2017, incorporant la informació del subsol fruit del les noves prospeccions amb una revisió del perfil del terreny i dels mecanismes de formació dels esvorancs i de les accions a emprendre per a la mitigació de la seva formació.

1.1.- OBJECTIU

Així doncs, l'objecte del present estudi és recollir i interpretar les dades dels treballs que s'han portat a terme en el sector de Gerb per tal de proposar les mesures de mitigació del risc de formació d'esvorancs a la via. L'esquema del document inclou el recull dels treballs realitzats, una descripció dels mecanismes de formació dels esvorancs i dels factors que hi influeixen, de les mesures executades per a la seva mitigació i les futures accions a emprendre.

La zona d'estudi s'ha estès des del PK 28+300 a l'extrem nord del pont del riu Segre al sector Balaguer, fins al PK 32+100 ja en terme municipal de Sant Llorenç de Montgai.

ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR

CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_303

1.2.- ANTECEDENTS

Des del 2017 s'han portat a terme els següents notes, estudis, projectes i memòries valorades:

1. Març - desembre de 2017: l'ICGC redacta 11 notes tècniques referent al reconeixement del subsol que es va portar a terme com a conseqüència de l'esvoranc generat al PK 29+550. Paral·lelament, es descriuen successives actualitzacions del protocol d'inspeccions que es van establir amb periodicitat diària per a la detecció de la presència d'esvorancs i entrada d'aigua a les vies.

2. Juny 2017: *Memòria valorada pels tractaments de millora del drenatge de la plataforma de via en el tram entre el PK 30+170 al 28+400 de la Línia Lleida – La Pobla de Segur dels FGC*. (Grehi).

   Document a on es projecta amb caràcter d'urgència, la formació de la cuneta longitudinal a peu de terraplè de via i els treballs per instal·lar un tub dren longitudinal per sota la base de la nova cuneta previ a l'execució de la cuneta de recollida.

3. Octubre 2017: *Assistència tècnica a les actuacions de mitigació de les incidències geològiques al tram de Gerb. (ICGC, AP-0053/17*).

   Recull dels treballs que s'han portat a terme en el sector per tal de mitigar el risc de formació d'esvorancs a la via, i a on es descriu els primers treballs realitzats, la hipòtesi del mecanisme de formació, els factors que hi influeixen i les possibles accions per a la seva mitigació.

4. Març 2019: *Reconeixement Geotècnic: Eixamplament del Pont a la Linea Lleida-La Pobla de Segur al Terme Municipal de Gerb*, (Getinsa).

   Resultats de la prospecció de dos sondatges i assaigs de laboratori executats per a l'eixamplament del pas superior PK 31+650. La prospecció proporciona informació sobre el perfil del terreny al sector nord de la zona d'estudi.

5. Juliol 2019: *Estudio geotécnico Paso a Nivel 23 de la Línea de FGC Lleida – La Pobla*, (Applus).

   Els sondatges proporciona informació sobre el perfil del terreny al sector de l'estació de Gerb.

6. Abril 2020: *Obra d'emergència per a l'estabilització de la plataforma de via en el tram PK 28+961 al PK 29+041 de la línia Lleida- La Pobla de Segur*, (Grehi).

   Obra d'emergència portada a terme en 3 zones del traçat i que va consistir en l'execució de nou terraplè i plataforma de via entre el PK 28+961 a PK 29+041 i la millora del terreny amb injeccions de silicats entre el PK 30+435 a PK 31+620.

7. Març 2021: *Determinació de la millora del terreny després de realitzar les injeccions de consolidació*, (New Dry).

   Campanya de penetròmetres DPSH per avaluar la compacitat del terreny abans i després de realitzar les injeccions de consolidació.

8. Juliol 2021: *Estudi geotècnic per a la supressió d'un pas a nivell de la línia Lleida- La Pobla de Segur. PK 30+185. GERB (Lleida)*, (Bac&Ventanyol).

   Resultats de la campanya de 3 sondatges i assaigs de laboratori i proposta de fonamentació del nou pas a nivell.

9. Octubre 2021: *Determinació de la millora del terreny després de realitzar injeccions de consolidació al PK 31+620 de la línia Lleida – La Pobla de Segur*, (New Dry).

   Campanya de penetròmetres DPSH per avaluar la compacitat del terreny abans i després de realitzar de la segona campanya d'injeccions de consolidació.

10. Octubre 2021: *Assistència tècnica als treballs de reconeixement geotècnic del nou Pas Superior PK 31+850, zona de Gerb de la línia Lleida- La Pobla de Segur*, (ICGC AP-0048/21).

    En el document és recull i sintetitza els treballs de reconeixement portats a terme i de les característiques geotècniques del subsol en el sector del pas superior. Posteriorment es defineix la tipologia de fonamentació més idònia de l'estructura en funció del context geològic-geotècnic i la capacitat portant del terreny i dels assentaments posteriors a la seva construcció.

11. Agost 2022: *Reconeixement del terreny per a l'eixamplament del pas superior de Gerb PK 31+650. Línia de FGC Lleida - La Pobla de Segur*, (New Dry).

    Resultats de la prospecció d'un sondatges i assaigs de laboratori executats per a l'eixamplament del pas superior.

12. Desembre 2022: *Caracterització geofísica dels materials amb les tècniques de tomografia elèctrica i sísmica al tram de Gerb de la Línia de FGC Lleida - La Pobla de Segur*, (ICGC.GA-0008/22).

    Es porta a terme tomografia sísmica de refracció i de resistivitat elèctrica de 4 perfils de longituds d'entre 80 m i 170 m situats entre els Pks 29+500 – 29+900.

13. Abril 2024: *Assistència tècnica per al reconeixement tècnic per al reconeixement geotècnic i instrumentació de sector GERB . Línia de FGC Lleida - La Pobla de Segur*. CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_265. (ICGC, AP-0007/24).

    Document a on es descriu els treballs de reconeixements i instrumentació portats a terme al tram situat entre els Pks 28+300 – 32+100.

2.- RISC DE FORMACIÓ D'ESVORANCS EN EL SECTOR DE GERB

2.1.- EVIDÈNCIES I INDICIS DE DOLINES I ESVORANCS

La formació de dolines en les sector de Gerb és un fet recorrent el qual era ja conegut per part de la gent del territori. Aquestes evidències s'han observat en les proximitats de la traça en forma de basculaments i esquerdes en edificacions agrícoles, formació de dolines en les camps de correu pròxims i la carretera LV-9047 (Figura 1).

Figura 1. De esquerra a dreta: basculament d'un cobert per la deformació del terreny, presència d'una dolina al camp proper a les vies situat a l'entorn del PK 29+800, esvoranc adjacents a la carretera LV-9045.

ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR

CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_303

Els indicis de l'activitat prèvia d'aquest fenomen a la via s'evidencia per un conjunt de reparacions de la plataforma i reposició de balast extra en determinats punts del traçat. Aquest recreixements també han estat detectats mitjançant les tècniques de Georradar. Son un bon indicador, la presencia de murs de travesses aguantats per rails. Aquest tipus de reparació s'observa en tres punts que se situen als PK 29+010, 29+550 i 29+800, Figura 2.

Figura 2. Engruiximent de balast entre els PK 29+550, PK 29+600 i PK 29+800.

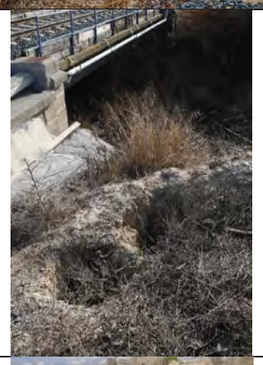
Per altra banda, aquestes zones han estat parcialment confirmades en els perfils de Georradar que es van realitzar al 2017 i a on es van detectar 12 zones d'engruiximent de balast de les quals 2 coincideixen amb les que es poden detectar a simple vista, Taula 1.

Taula 1. Situació i longitud dels trams a on s'han detectat anomalies amb georradar relacionades amb un augment de balast. En blau, els punt en el qual coincideixen amb reparacions de la via amb murs de carrils clavats i travesses.

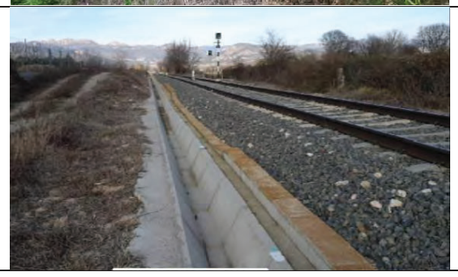
PK inicial	PK final	Longitud (m)
28+585	28+608	23
28+821	28+834	13
29+311	29+317	6
29+532	29+562	30
29+640	29+651	11
29+787	29+808	21
29+869	29+879	10
30+244	30+279	35
30+334	30+344	10
31+651	31+661	10
31+790	31+810	20
31+953	31+966	13

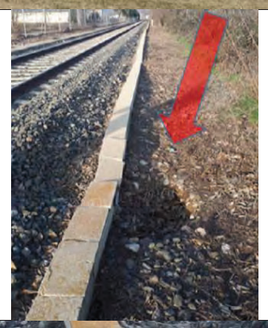
2.2.- ESFONDRAMENTS I DEFORMACIONS A LA ZONA DE VIES

L'afectació dels esfondraments al traçat del ferrocarril i zones més pròximes també son presents en forma de esvorancs, esfondraments de la canaleta de serveis, o deformacions dels murs de travesses i rails. Aquestes afectacions es recullen a la següent taula, endreçats per ordre de Pk i al plànol de situació de l'Annex I.

PK	Any	Observació	Fotografia
29+010	2020	Esvoranc al camp adjacent a les vies. Va motivar obres de millora del terraplè	
29+310	2021	Esvoranc al camp adjacent a les vies	
29+370	2018	Tubificacions en la zona del torrent del Mací	
29+400	2022	Deformació de la canaleta de serveis	

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR
CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_303
ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

29+480	2021	Esvoranc al camp adjacent a les vies	
29+550	2017	Esvoranc al mig de la via	
29+550	2023	Enfonsament canaleta de serveis	
29+550	2023	Enfonsament muret de travesses i rails clavats	
29+640	2023	Enfonsament canaleta de serveis	

29+800	2017	Dolina del camp adjacent al traçat	
30+440	2020	Tubificació a la zona de la canaleta de serveis	
31+620	2020	Tubificació a la zona de la canaleta de serveis	
31+625	2021	Tubificació a la zona de la canaleta de serveis	

També s'han produït moviments a les vies que han requerit treballs de reparació i batonat. Els punts més recurrents en el que s'ha portat a terme aquests treballs són:

- Pk 30+195
- Pk 30+360
- Pk 30+535
- Pk 31+420
- Pk 31+550
- Pk 31+650

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR
CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_303
ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

3.- ESTRUCTURA GEOTÈCNICA DEL SUBSÒL AL SECTOR GERB

3.1.- GEOLOGIA REGIONAL

Gerb se situa sobre l'anticlinal Barbastre-Balaguer, els materials involucrats en l'estructura de l'anticlinal inclouen litologies detrítiques i evaporítiques (guixos) pertanyents al rebliment cenozoic de Barbastre. La traça se situa sobre la terrassa del Segre formada per llims i graves (unitat S_Qt1 MGC50m) que s'emplacen de forma discordant sobre els materials del terciaris (Unitat PEOx).

Pel que fa als materials de la terrassa quaternària estan formats essencialment per llims, llims sorrencs i graves, per bé que poden presentar algun tram amb un contingut més alt de material argilós aquest no són els dominats. Els materials del substrat estan formats per margues amb guixos i algun tram de guix, Figura 3.

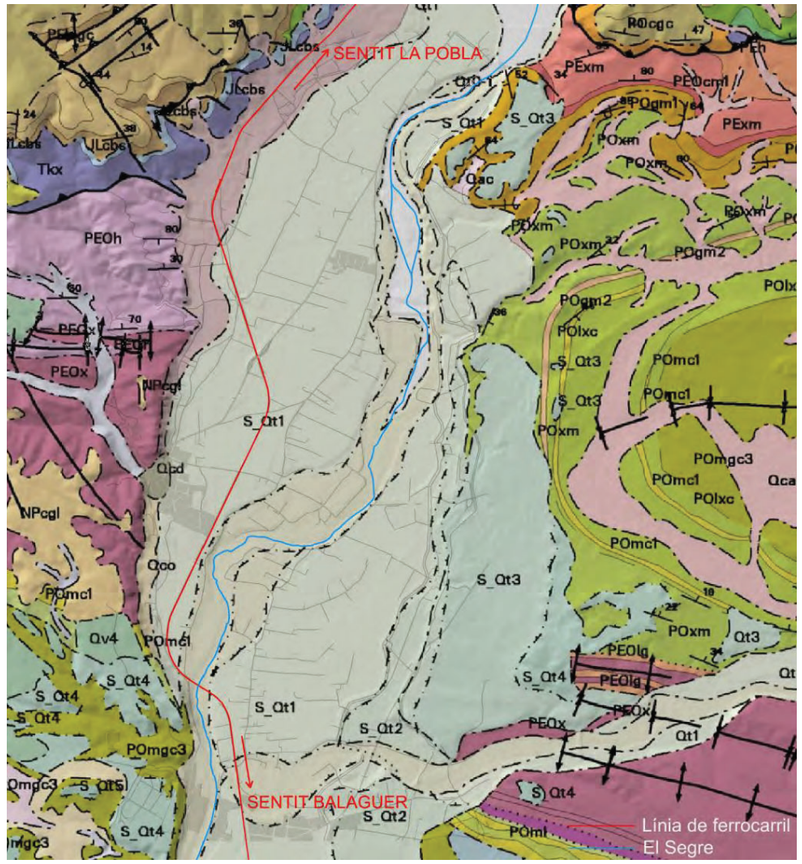


Figura 3. Context geològic de la zona de Gerb en relació amb el traçat del ferrocarril.

D'aquesta manera es crea una situació geològica en la qual hi ha un substrat rocós format per litologies amb un fort contingut de guix cobertes per una capa de sediment detrítics molt permeables que permeten la ràpida infiltració de l'aigua.

3.2.- UNITATS GEOTÈCNIQUES

A efectes de caracterització geotècnia i a partir dels reconeixements geotècnics efectuats, s'han distingit 3 nivells principals que també queden reflectits en el perfil geològic geotècnic de Annex 2.

- Unitat Qt2_al: llims argilosos marrons amb nivells de graves
- Unitat Qt2_gs: graves amb matriu sorrenca-llimosa amb nivells de llims
- Unitat EPmgx: margues amb guixos

Addicionalment el perfil geològic de l'annex II, mostra 2 unitats més per bé que no han estat caracteritzades des del punt de vista geotècnic, aquestes són la unitat de balast i la unitat de terraplè.

3.2.1.- **Unitat Qt2_al**

Aquesta unitat forma part de la terrassa quaternària. Des del punt de vista composicional està constituïda per argiles llimoses sorrenques i llims sorrencs de color marró, que poden presentar algunes graves i còdols de gres, així com nòduls mil·limètrics de guix.

Es classifiquen com a argiles de baixa plasticitat (CL). El contingut de fracció inferior a 0.08 mm és de gairebé el 80%, Figura 4.

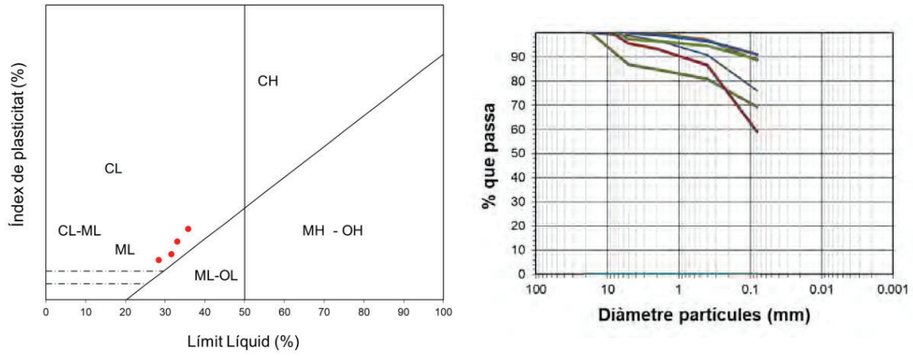


Figura 4. Gràfic de Casagrande i distribució de la granulometria de la unitat Qt2_al.

Es tracta d'un material d'una compacitat baixa, amb valors d'SPT entre 5 i 17 (consistència de tova a mitja), Figura 5. En els sondatges s'ha observat que en profunditat augmenta el contingut d'humitat en aquests materials, fet que produeix un augment de la seva compressibilitat.

ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR

CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_303

Per a un llim sorrenc, el mòdul de Young es pot correlacionar amb el colpeig del SPT a partir de l'expressió E= 320 (N_{spt}+15). Segons aquesta correlació el mòdul estimat de la unitat són baixos, entre E= 6,4 – 10,2 MPa (64 - 102 Kg/cm^2) i corresponen a materials tous. Els valors de colpeig també permeten estimat una cohesió no drenada d'entre C_u=0.12 – 0.5 Kg/cm^2.

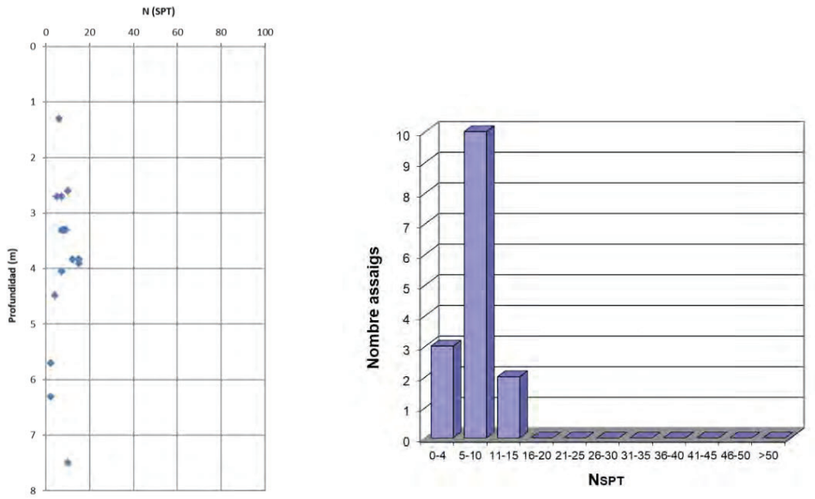


Figura 5. Distribució dels valors Nspt realitzats en els sondatges per a la unitat QT2_al.

Taula 2. Assaigs d'identificació de la unitat Qt2_al

Assaig	Nombre d'assaigs	Valors extrems	Valor mig	Desviació estàndard
Humitat natural (%)	6	14.8 - 26.8	21.2	4.43
Densitat seca (g/cm^3)	6	1.46 - 1.88	1.72	0.15
Densitat aparent (g/cm^3)	4	1.86 - 2.15	1.99	0.12
Pes espec. part. sòlides (g/cm^3)	6	2.53 - 2.71	2.65	0.06
% <5mm	6	87 - 100	97	4.96
% <2mm	6	85 - 100	95	5.46
% <0.4mm	7	81.0 - 98.0	92.2	6.32
% <0.08mm	7	59.2 - 91.8	80.8	12.78
Límit líquid (%)	5	28 - 36	32	3.02
Límit plàstic (%)	5	17 - 21	19	1.24
Índex de plasticitat (%)	5	10 - 17	13	2.88

Taula 3. Assaig de resistència i deformabilitat de la unitat Qta_al

Assaig	Nombre d'assaigs	Valors extrems	Valor mig	Desviació estàndard
Compressió simple (kg/cm2)	2	0.25 - 0.55	0.40	-
Deformació (%)	2	10.3 - 13.2	11.8	-
Tall directe UU. Cohesió (Kg/cm^2)	1	0.17	0.17	-
Tall directe UU. Angle de freg. Φ (º)	1	29	29	-
Tall directe CD. Cohesió (Kg/cm^2)	2	0.03 - 0.07	0.05	
Tall directe CD. Angle de freg. Φ (º)	2	31.3 - 31.5	31.4	
Edòmetre e0-ef	2	0.185	0.182 - 0.188	-
Edòmetre Cc	2	0.161	0.159 - 0.163	-
Edòmetre Cs	2	0.0135	0.012 - 0.014	-
Edòmetre Po (kg/cm2)	2	1.65	1.3-2.0	-
Assaig Lambe. Índex inflament (MPa)	2	0.01 - 0.02	0.02	0.01

Taula 4. Assaigs químics de la unitat QT2_al

Assaig	Nombre d'assaigs	Valors extrems	Valor mig	Desviació estàndard
Matèria orgànica (%)	2	0.28 - 0.40	0.34	0.08
Sulfats (%)	2	0.051 - 0.065	0.058	0.01
Guix (%)	4	0.100 - 5.130	1.51	3.56

Malgrat trobar-se en un context de guixos les mostres assajades no presenten una quantitat de ió sulfat lliure que suposi un atac al formigó, ja que la seva quantitat se situa per sota de l'atac dèbil.

S'ha estudiant el potencial de col·lapse a partir del criteri proposat per Holtz i Gibbs en 1967 (NAVFAC DM7-01). Els autors relacionen el límit líquid d'un sòl amb la densitat seca. A la Figura 6 s'ha representat els resultats a partir de 5 mostres procedents de la unitat QT2_al i es pot observar que el 100% de les mostres es classifiquen com no col·lapsables. En base a aquest criteri es corrobora que la unitat no és susceptible al col·lapse.

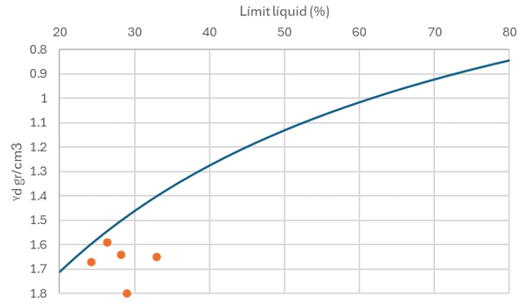


Figura 6. Estimació del potencial de col·lapse de la unitat Qt2_al.

3.2.2.- **- Unitat Qt2_gs**

Aquesta unitat es troba per sota de la unitat Qt2_al i per damunt de les margues de la unitat EPmgx. Presenta gruixos molt variables entre els 4 m i els 12,2 m. A partir dels assaigs granulomètrics realitzats s'ha obtingut una distribució mitjana de 71,7% de graves, un 21,75 % de sorra i un 6,55% de fins. Els clastes de graves son arrodonides heteromètriques, de fins a 20 cm, predominantment de calcària i gresos amb una matriu sorrenca i llimosa.

Des del punt de vista geotècnic, presenta una compacitat variable entre flonja a molt densa amb colpeigs mig de SPT de 32 amb valors extrems entre 7 i 58. En el 70% dels assaigs s'ha obtingut valors SPT inferiors a 20 cops. S'interpreta que la matriu presenta una compacitat baixa - mitjana i que la compacitat densa correspon als clastes.

En aquest cas el mòdul de Young i l'angle de fregament intern es poden correlacionar amb el colpeig del SPTa partir de les expressió E=600 (N_{spt}+6)+2000 i ϕ=20+3.5(N_{spt})$^{0.5}$. Segons aquestes expressions els valors obtinguts són E=24,8 MPa (266 kg/cm^2) i ϕ=40º.

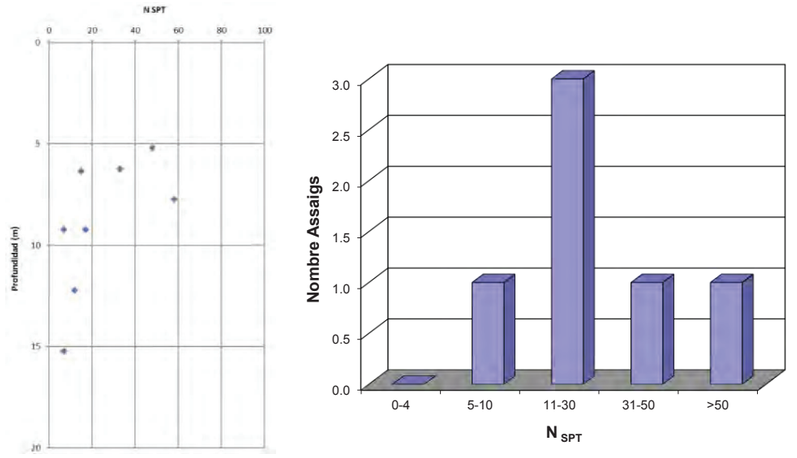


Figura 7. Distribució dels valors Nspt realitzats en els sondatges per a la unitat QT2_gs.

El contingut de guix és baix amb un valor de 0,66%.

3.2.3.- **- Unitat EPmgx**

Aquesta unitat correspon al substrat eocè situat sota el nivell de graves i fins la base de les prospeccions. Litològicament està constituïda per margues grises amb nòduls de gruix amb algun tram de guix cristal·litzat. Els nòduls presenten mida màxima de 5 mm de diàmetre

L'índex RQD varia entre 45 i 100 % i en algunes mostres s'intueix una inclinació de l'estratificació entre 30 i 45º respecte l'horitzontal.

Des del punt de vista geotècnic presenta consistència dura, amb valors de colpeig creixents fins a obtenir rebuig de l'SPT, fet que li confereix un comportament de roca tova.

La humitat és del 10%, la densitat aparent d'entre 2,06 - 2,23 g/cm^3 i la densitat seca d'entre 1,87-2,1 g/cm^3.

En els assaigs de compressió uniaxial executat s'ha obtingut una resistència a compressió simple de 0,975 MPa i 1,09 MPa.

El contingut de guix és elevat amb valors de 64,53% a una profunditat de 10,96 m i baix de 0,81% als 17,39 m.

4.- HIDROLOGIA

A partir de les diferents campanyes de reconeixement efectuades, es pot establir l'existència d'un aqüífer superficial detrític no confinat situat a la unitat de graves amb un nivell freàtic situat a una profunditat mitjana a la zona del sondatge SR-3 de 7 m i cota 222,6 m Figura 8.

Altres cotes del nivell piezomètric obtingudes a les diferents campanyes són:

- Cota 267 m, a 14,5 m de profunditat en un dels sondatge executat al casc urbà de Gerb (entre els carrers Jacint Verdaguer i J Mª de Segarra).
- Cota 225 m, a 6 m de profunditat a un dels sondatges executats al PK 30+185, per a la construcció del pas superior.
- Cota 231 m, a 15 m de profunditat en els sondatges realitzats al PK 31+650 per a la reparació del pas superior.

Tots els nivell enregistrats se situen per sobre de l'actual nivell d'aigua del riu Segre motiu pel qual es conclou que es tracta d'un aqüífer efluent més o menys continuo que drena les aigües dels relleus dels Caus i els contraforts meridionals de la Serra de la Mora, en un àrea de l'ordre de 2,5 km^2 i 145 m de desnivell, Figura 9 i Figura 10.

Altrament, el municipi de Gerb és una zona agrícola de regadiu que aprofita les aigües del Segre a partir d'un captació situada a Sant Llorenç de Montgai. L'aigua és canalitzada per sèquies principals i secundàries per tal de proveir de reg als camps de conreu. Algunes d'aquestes sèquies creuen les vies del ferrocarril mitjançant sifons, Figura 10. Alguns d'aquests sifons han patit pèrdues i han estat recentment encamisats amb PVC per FGC. Les sèquies puntualment també presenten pèrdues que la comunitat de regants repara.

En la majoria dels camps, el reg es dona per inundació o estesa, aplicant l'aigua directament sobre el terreny i és la gravetat la que facilita el seu moviment fins ocupar la totalitat del camp i la seva infiltració.

Les fuites de les canalitzacions com la tipologia de reg afavoreixen la recarrega de l'aqüífer.

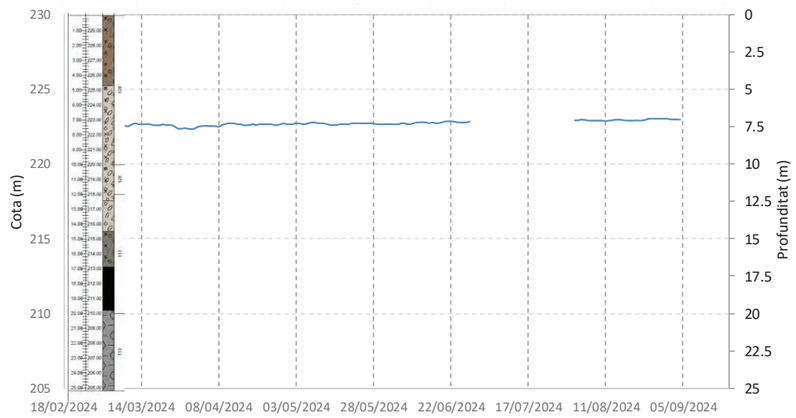


Figura 8. Evolució del nivell piezomètric en el sondatge SR-3.

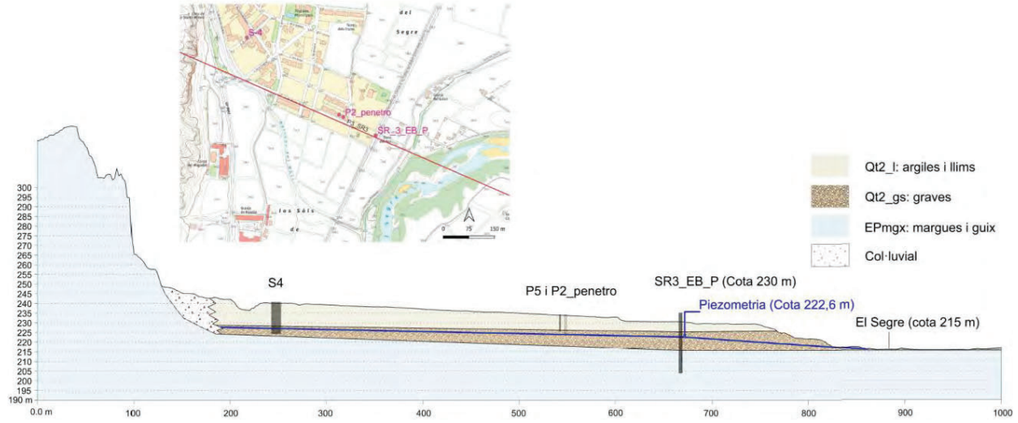


Figura 9. Perfil tranversal hidrogeològic entre els relleus adjacent de Gerb i el riu Segre.

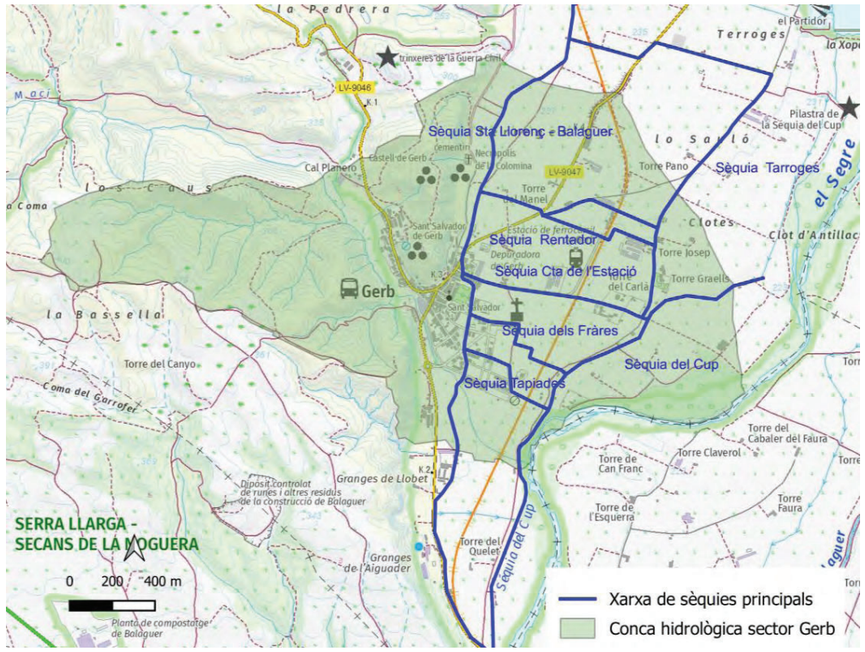


Figura 10. Conca hidrològica que drena vers al Segre i xarxa de sèquies de reg principals.

5.- AUSCULTACIÓ DEL MOVIMENT

5.1.- EXTENSOMETRIA DE BARNILLES

Els sondatges SR-1-EB i SR-3_EB-P s'han instrumentat amb extensòmetres de barnilles de 6 punts de control cadascun situats a les profunditats de 3, 5, 8, 11, 14 i 23 m coincidint amb la posició de les diferents unitats geotècniques, Taula 5 i Figura 11.

Taula 5. Situació dels punts de control de les barnilles extensomètriques.

Profunditat (m)	Punt de control sondatge SR-1-EB		Punt de control sondatge SR-3-EB-P	
	Cota (m)	Unitat	Cota (m)	Unitat
3	226	Qt2_al	227	Qt2_al
5	224	Qt2_gs	225	Qt2_al
8	221	Qt2_gs	222	Qt2_gs
11	218	EPmgx	219	Qt2_gs
14	215	EPmgx	216	Qt2_gs
22	206	EPmgx	207	EPmgx

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR
CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_303
ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

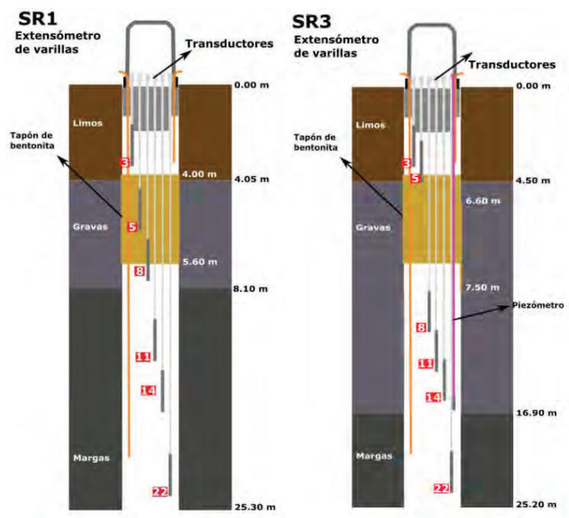


Figura 11. Esquema del sondatges instrumentat amb extensòmetres de barnilles amb la profunditat dels punts de mesura .

La lectura de les dades es realitza de manera atomitzada des del 21/2//2024 amb lectures horàries. A les Figura 12 i Figura 13 s'han representat els desplaçament de cada barnilla i les diferencies de desplaçament entre punts de control contigus dels extensòmetres instal·lats al sondatge SR1-EB.

S'observa que durant els mesos que es porta de mesura el desplaçaments son de baixa magnitud i homogenis en els 6 punts de control.

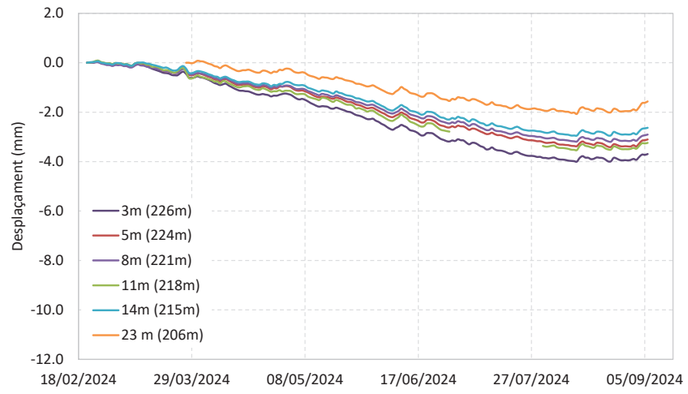


Figura 12. Desplaçament dels extensòmetres instal·lats al sondatge SR1-EB.

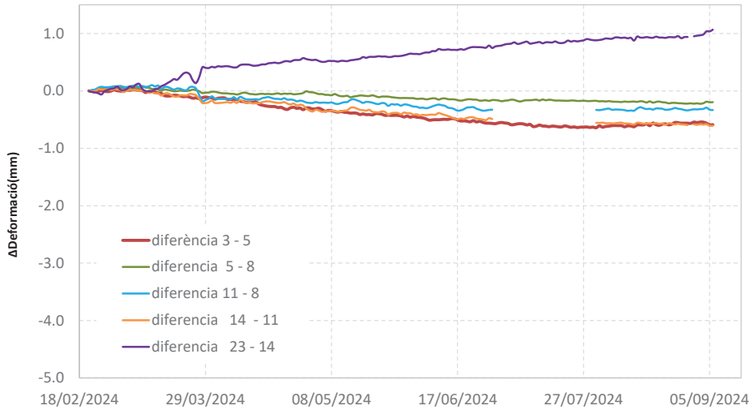


Figura 13. Sondatge SR1-EB: Increment de deformació entre extensòmetres consecutius.

En la mateix manera a la Figura 14 i Figura 15 es mostra els desplaçaments totals i el diferencial entre punts de control contigus dels extensòmetres instal·lats al sondatge SR3-EB-P.

S'observa un major increment de moviment en els punts de control situat a 3 m i 5 m coincidint amb la posició de les unitats QT2_al i QT2_gs respectivament.

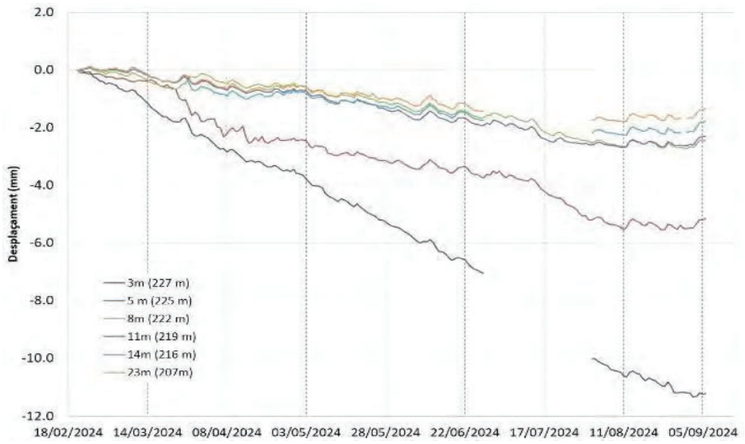


Figura 14. Desplaçament dels extensòmetres instal·lats al sondatge SR3-EB-P.

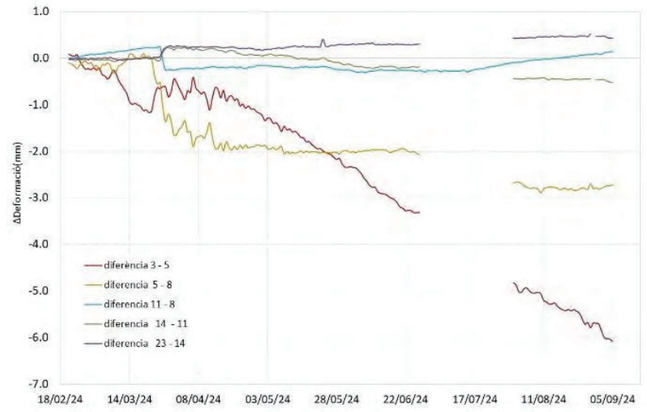
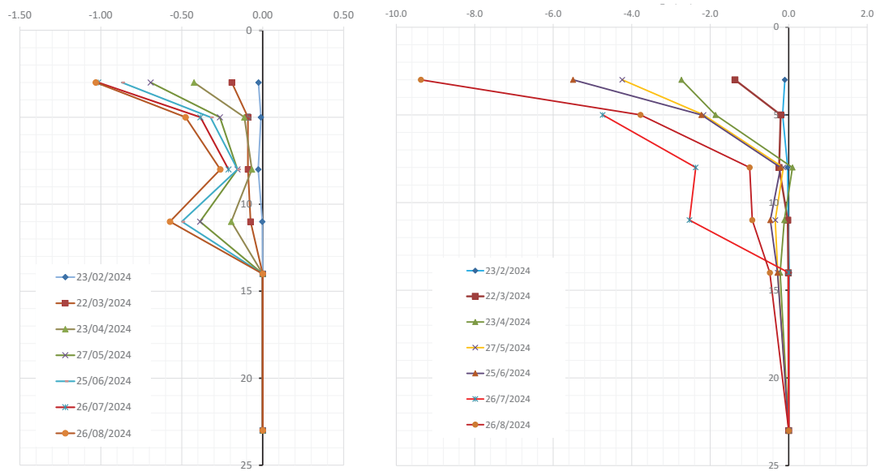


Figura 15. Sondatge SR3-EB-P: deformació diferència entre extensòmetres consecutius.

A laFigura 16 s'ha representat sobre un perfil vertical, el desplaçament de cada punt de control entre els mesos de febrer i agost. S'ha pres com a referència els punts situat a 22m de profunditat (coincidint amb la unitat de substrat (unitat EPmgx), que s'ha considerat amb desplaçament nul.

La deformació més acusada s'ha detectat en sondatge SR3-EB-P a 3 m i 5 m de profunditat coincidint amb els punts de control situat al nivell de llims (unitat Qt2_al). El desplaçament són de compressió, de 11.21 mm a 3 m de profunditat i de 5,5 mm a 5 m.



SR-1-EB SR-3-EB-P

Figura 16. Desplaçament en profunditat dels punts de control i a diferents dates.

5.2.- EXTENSOMETRIA LLISCANT

El sondatge SR-2-ELL s'ha instrumentar amb canonada extensomètrica formada per trams de longitud 1.03 m els quals presenten en els seus extrems punts de control. El sistema permet la introducció d'una sonda amb un cap con-esfèric que llisca a través de la canonada fins al punt de la lectura i permet obtenir els valors de desplaçament cada 1 m al llarg de la longitud del sondatge.

En data 22/12/2023 es va portar a terme la lectura cero, data a partir de la qual es va realitzar campanyes de lectura mensuals. A la Figura 17 es representen les gràfiques de desplaçament relatiu, corresponent a cada punt de mesura amb equidistància mètrica i les mesures acumulades fins al mes d'agost de 2024.

Es pot observar que els desplaçaments més significatius (acumulats de fins a 25 mm) es produeixen en els primer 10 de sondatge, límit que es coincident amb la base de la unitat de graves QT2_gs. Alhora es pot observar que el desplaçament correspon a un escurçament de la canonada i per tant compatible a un enfonsament del terreny.

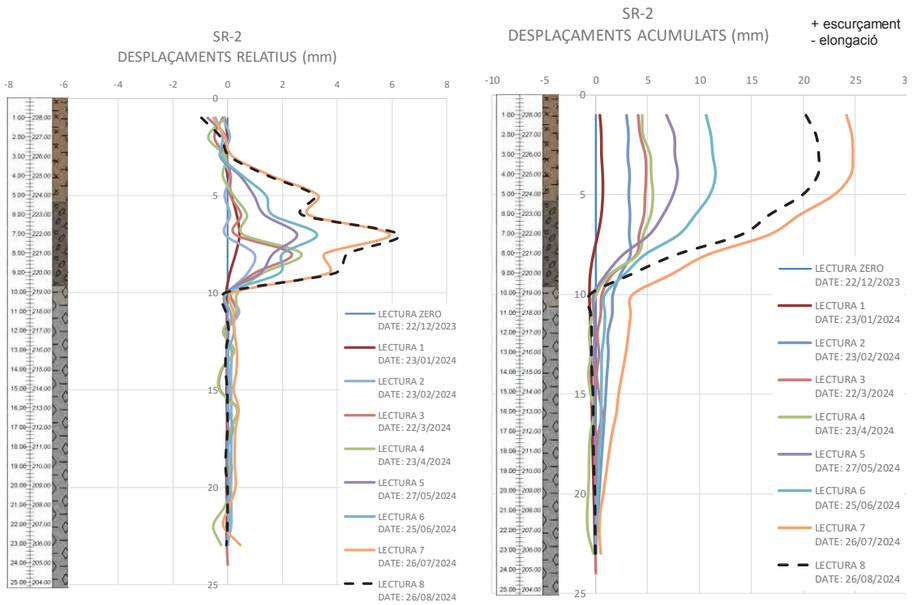


Figura 17. Sondatge SR-2-ELL: Desplaçaments relatius i acumulats de l'extensòmetre lliscant.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR
CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_303
ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

6.- MECANISME DE FORMACIÓ DELS ESFONDRAMENTS I ELS ESVORANCS

La monitorització en profunditat del moviment amb extensometria, ha permès detectar que la subsidència està relacionada per una disminució del gruix dels materials quaternaris (unitats Qt2_al i Qt2_gs) i no tant per una deformació del substrat.

La disminució del gruix dels materials quaternaris està relacionada amb fenòmens d'erosió i pèrdua de material fi. Les característiques geotècniques de la terrassa quaternària com dels llims, permeten que es desenvolupin fenòmens d'erosió per tubificació i l'arrossegament de fins. Aquest extrem es va comprovar en les proves d'injecció que es van portar a terme al 2017, en les quals una gran part del material es perdia a favor de tubificacions preexistents sense saber exactament cap on anava.

El fenòmen de tubificació està generat per la degradació, transport i deposició del material fi que constitueixen les unitats Qt2_al i Qt2_gs. Aquest fenomen l'afavoreix l'aportació d'aigua provinent de la pluviometria i el reg per estesa, aquest últim provocant la infiltració d'aigua de manera sobtada i concentrada.

Les partícules de llims i argila de la unitat Qt2 son susceptible a la dispersió en presència d'aigua provocant que les forces d'aglomerat de les seves partícules es vegin superades per les forces de dispersió provocades pel flux d'aigua. Les partícules disperses son fàcilment remogudes a través de les partícules més grolleres formant estructures tubulars que acaben col·lapsant provocant en un primer estadi una subsidència en forma de dolina la qual acaba per progressar generant un esvoranc, Figura 18.

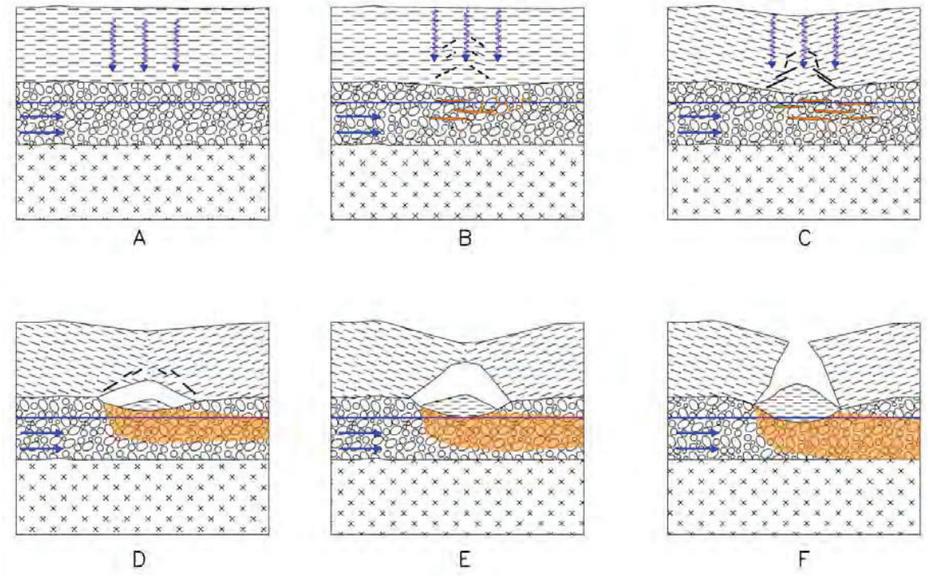


Figura 18. Etapes de formació d'un esvoranc a partir de la infiltració i flux d'aigua freàtica i arrossegament de fins de les unitats quaternàries:
A: infiltració de l'aigua i presència d'un flux circulant a traves de la unitat Qt2_gs; B: inici de pèrdua de material de partícules de la unitat Qt2_gs; C: inici de la deformació de les unitats Qt2_gs i de la Qt2_al amb arrossegament de material; D i E: formació progressiva de cavitats i l'arc de tensions i F: col·lapse de la corbertora.

Per tant, s'interpreta que els moviments estan causats per una pèrdua de material quaternari en profunditat que és arrossegat pel flux d'aigua provinent de la infiltració en superfície com del freàtic. Aquest mecanisme és més intens en aquells llocs en els quals l'aigua presenta línies de flux preferents de circulació i pot generar col·lapses sobtats que poden arribar a formar cavitats amb arcs de descarrega amb possibilitat de col·lapsar a mig termini. En aquest cas, quan l'obertura supera un cert llindar dimensional l'arc de tensions, el sostre no és capaç de suportar la carregà de material superior fet que acaba produint el col·lapse sobtat de la cobertora.

Malgrat tot, com que el substrat del sector estudiat és constituït per margues amb guixos, no es descarta que es provoqui fenòmens de subsidència per dissolució d'aquests guixos. En aquest cas, el procés és molt més lent i afectaria a un àrea més extensa formant dolines de majors dimensions com el cas de la dolina present al camp situat al PK 29+800.

7.- MESURES DE MITIGACIÓ DEL RISC

Els desperfectes o deformacions de les vies associat a la formació d'esvoranc o deformacions del terreny genera un risc d'accident del tren per descarrilament. Aquest risc és present en el tram de litologia i condicions geològiques susceptibles situat entre els Pks 28+300 – 31+700. Per mitigar aquest risc es proposen les següents alternatives, algunes de les qual ja s'han portat a terme:

7.1.- INSPECCIONS I LIMITACIÓ DE VELOCITAT

El primer recurs per mitigar aquest risc consisteix en realitzar inspeccions visuals de les vies per tal de detectar la presència d'esvorancs, l'entrada d'aigua a l'àmbit de la traça o anomalies en les alineacions de via i la reducció de la velocitat del tren. L'objectiu de les inspeccions es poder avisar a l'operadora de l'estat de les vies previ a la sortida el tren. Els símptomes que ha observar són: indicis de tubificacions, entrades d'aigua a la traça i deformacions del terreny a ambdós extrems de la via.

Les inspeccions són especialment convenients després de fortes precipitacions o en temporades de reg intens. Es consideren precipitacions llindar les corresponents a un període de retorn de T=2,3 anys que en el cas de la zona de Gerb són de 50mm/24 hores.

Pel que fa a la reducció de la velocitat, actualment es troba implementada a 30 km/h en ambdós sentits de circulació. L'objectiu és proporcionar al maquinista temps de reacció i frenada suficient davant la presencia d'un esvoranc a les vies.

7.2.- MONITORITZACIÓ DE MOVIMENT DE LES VIES

Com a complement a les inspeccions, la monitorització continua dels paràmetres de la via permet detectar deformacions excessives i programar les accions de batonat o de rectificació necessàries.

Actualment s'han instal·lat sensors de moviment de superfície acoblat a les travesses. La zona monitoritzada comprèn els PKs: 29+500 a 29+580 amb un total de 80 metres de vies instrumentada. Les lectures es van iniciar el dia 10/01/2024 realitzant 6 mesuren diàries.

L'objectiu de la instrumentació és obtenir els següents paràmetres de la via, Figura 20:

- Peralt: mesurat amb clinòmetres instal·lats a la travessa, permeten monitoritzar el peralt del punt on estan instal·lats, Figura 19.

- Esguerxament: mesurat amb clinòmetres instal·lats cada 3 metres, per mitjà de càlculs s'extreu l'esguerxament en base 3 metres, Figura 20.
- Anivellació; s'instal·la un element rígid "beam" entre travesses que permet analitzar els moviments longitudinalment.

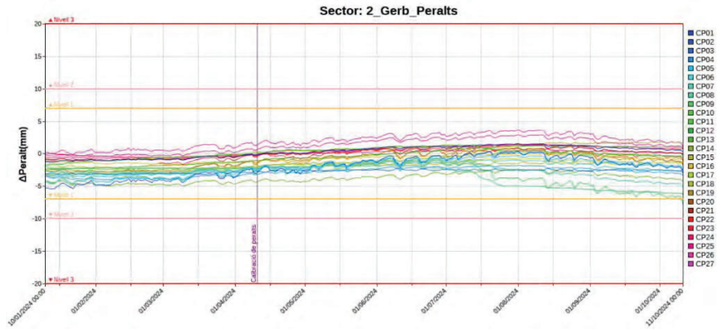


Figura 19. Valors de peralt amb clinòmetres fixats a les travesses.

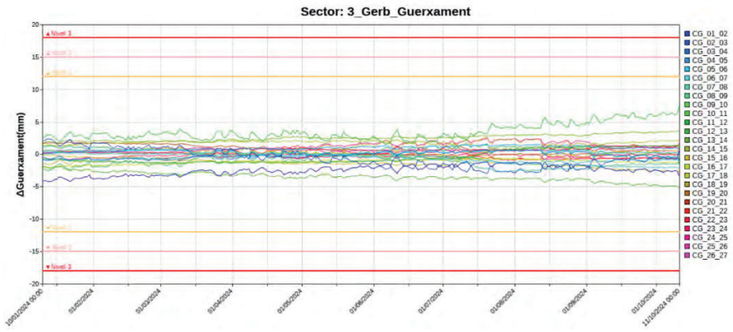


Figura 20. Valors de guerxament mesurats amb clinòmetres fixats a les travesses.

Es una mesura apropiada per detectar deformacions de les vies i decidir accions correctives de batonat o anivellació i per tant adequada per fer-la estesa a la resta de tram afectat. No obstant no es considera una solució definitiva de la problemàtica.

7.3.- DRENATGE I EVACUACIÓ DE L'AIGUA

Com s'ha descrit a l'apartat 6 d'aquesta memòria, l'aportació d'aigua al subsòl és el desencadenant principal de la deformacions del terreny i la formació d'esvorancs. Per aquest motiu, és imperatiu la reducció de la infiltració amb la correcte canalització i drenatge de les aigües d'escolament, la reparació de sifons i sèquies que pugin patir fuites i evitar el reg a estesa.

Al 2017 es van reparar els sifons que creuaven les vies i que donaven senyal de fuita. A més a més, entre els Pks 28+400 – 30+170 es va executar una cuneta formigonada amb un dren francès a extrem oest del traçat. Aquesta solució ha reduït la infiltració de l'aigua provinent del camps adjacents a l'extrem oest del traçat però no evita la infiltració dels caps situats a l'extrem est, els qual també son regat a estesa.

Es proposa l'execució d'una segona cuneta a l'extrem est del traçat de les mateixes característiques que la executada al 2017.

7.4.- MILLORA DEL TERRENY MITJANÇANT INJECCIONS

7.4.1.- **Injeccions**

Les injeccions son millores del terreny que tenen com objectiu aglutinar les partícules de sol per impedir que siguin dispersades pel flux d'aigua.

Durant el 2017 es van portar terme proves per establir la seva efectivitat de millora de la compacitat es les unitats de Qt2. Es van dur a terme 4 fases de proves d'injeccions, 3 en un camp adjacent a les vies i una en la zona de vies en el Pk 29+800. Posteriorment s'ha realitzat la consolidació del terreny sota la plataforma de via en la zona de l'esvoranc.

Aquests assaigs va permetre comprovar que la distribució de la injecció es realitza només a través de fissures o de tubificacions restant sense tractament el conjunt de la massa. Aquests fet s'atribueix a 2 qüestions:

1.- Les característiques granulomètriques del terreny (llims i sorres fines de gra fi) que resten fora del rang d'impregnació d'injeccions tipus beurada de ciment o resines, Figura 21.

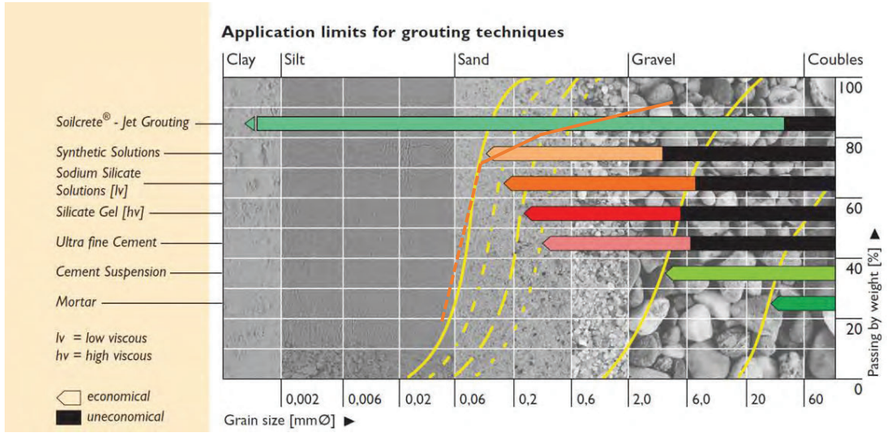


Figura 21. relació de la granulometria de la unitat Qt2_al (en vermell) respecte a l'aplicació de tècniques d'injecció.

2.- El terreny presenta, almenys en el lloc assajat, zones de tubificació molt acusades per les quals es produeix la circulació d'aigua o altres fluid que es puguin ser injectats en el terreny. Per tant les

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR
CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_303
ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

injeccions de resines o altres elmets tenen una clara tendència a reomplir aquest buits però en cavi difícilment impregnen la matriu del terreny.

Es podria considerar tenint en compte la poca capacitat de les resines de penetrar en la matriu del terreny la injecció de resines aquestes actuen o bé per compactació del terreny per efecte d'un desplaçament del mateix o bé per fracturació en que la pressió pot obrir i reomplir fissures mitjançant la fracturació del terreny. No obstant aquesta forma d'actuar no es reflecteix una millora del terreny en el test efectuat. Possiblement el fet de fer la prova en un massís de terreny no confinat no afavoreix la compactació ja que per l'efecte de la rassa perimetral es perd el confinament del medi.

Per tant es pot concloure que la injecció de resines pot millorar de forma puntual zones a on s'ha produït l'esvoranc però no es considera una solució d'aplicació sistemàtica al llarg del tram de via afectat.

7.4.2.- **Geotèxtil**

Es tracta d'una solució basada en la formació d'un nou terraplè d'on assenta les vies reforçat amb geotèxtil amb la idea que es pugui aportar una capacitat addicional al terreny per resistir les traccions induïdes en els processos de subsidència i formació de dolines.

A continuació es descriu el procediment d'execució del nou terraplè segons es va executar al 2020:

1- Excavació de 3 m de profunditat des de la cota de carril de via actual i en un ample que inclogui el conjunt de la plataforma de via i les cunetes laterals de drenatge.

2- Formació de la nova explanada del terraplè de gruix 1,6 m executat en 5 tongades de 25 cm de de material seleccionat i compactades al 95% PM. Aquest primer bloc de terres, configura el reforç principal del terraplè mitjançant la col·locació en la base d'una Geotèxtil teixida d'alt rendiment, STABILENKA XTREM (Hueskers) amb resistència a la tracció en rotura longitudinal de 250kN/m col·locada de forma que el sentit de la màxima tracció sigui perpendicular a l'eix de la via, sentit del flux d'aigua, coincident amb el sentit del creixement de les dolines. En l'altre sentit, el sentit longitudinal a la via, la membrana aportat una resistència a la tracció de 25kN/m suficient per estabilitzar qualsevol tracció induïda per càrrega vertical. Aquest membrana es col·locaria a la base del terraplè, doncs, a mes de la funció de reforç, aportar la funció de geotèxtil-separadora de terres, fonamental per a no contaminar la nova aportació de terres seleccionades sobre el sol existent al fons de l'excavació. La geomalla a mes formarà un paquet compacte i rígid amb les dues primeres tongades de terres tal. Per a l'ancoratge de la geomalla amb la tongada superior de terres, caldrà un solapament de 2 m de longitud de forma que, al llarg dels 80 m lineals tractats, es genera una doble capa de terreny compacte, capaç de fer el "pont" a qualsevol dolina en la base o inclús tubificacions lateral a l'excavació doncs les terres estan doblement confinades en tot els sentits al estar embolcallades amb la geomalla. Frontalment, en la testa de l'excavació, la geomalla també es doblega amb un solapament de 2 m amb la següent tongada.

3- Un cop executat el paquet amb les 5 tongades del l'explanada, es procedeix a la formació de la "Capa de Forma" de la plataforma de via. S'executarà a base de dues tongades de 30cm de gruix compactades al 95% PM de material seleccionat que acompleixi valors QS3. La capa de forma es configura com a un segon nivell de reforç del nou terraplè, donat que, les dues tongades seran embolcallades per complert en les dues direccions mitjançant una geomalla del tipus BASETRAC GRID PVA 80 (Hueskers), amb comportament biaxial amb un a resistència a la tracció en els dos sentits de 80kN/ml. Aquest paquets de dues tongades 100% reforçat en dues direccions amb la geomalla, garanteixen la perfecta estabilitat enfront

a deformacions sobtades i genera un perfecte i estable recolzament per la plataforma de via (capes de subbalst i banqueta de via en balast) que s'executaran just per sobre.

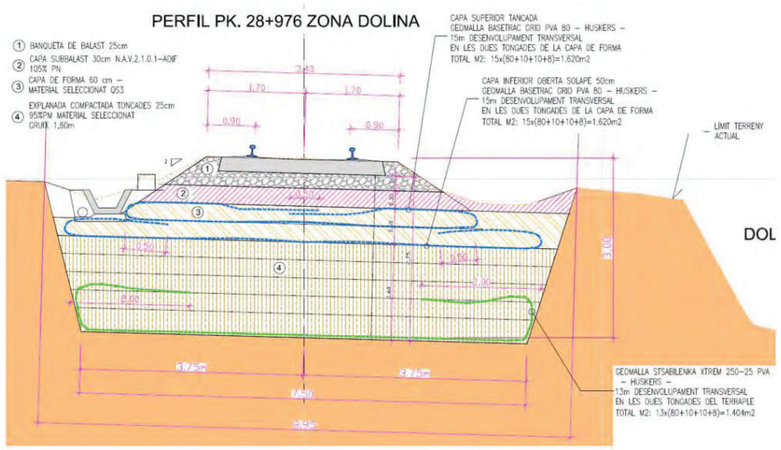


Figura 22. Detall de la secció transversal del terraplè reforçat amb geotèxtil.

Aquesta solució es va executada al 2020 entre els PKs 28+961 – 29+041 amb resultats positius. Per aquest motiu es considera una solució apropiada per fer-la estesa a la resta de tram afectat amb l'inconvenient que és necessari la interrupció del servei ferroviari durant el temps de duració de les obres.

7.5.- MILLORA ESTRUCTURAL DE LA TRAÇA

Es tracta en l'execució d'un viaducte de forma que les vies es recolzin sobre una llosa pont de formigó prefabricada i que quedi fonamentada a la unitat de substrat mitjançant micropilots. Aquesta solució evitarà el contacte directe contra el sol vulnerable i no interferirà amb el flux d'aigua freàtica. Alhora és una solució que es pot executar per fases o tram de vies per fer-ho compatible amb el servei comercial del ferrocarril.

7.6.- DESVIAMENT DEL TRAÇAT

Degut a la longitud del tram afectat, abordar una solució sistemàtica i definitiva com podria ser el desviament del traçat, implicaria un cost molt elevat difícilment justificable amb el redit econòmic de la línia.

Barcelona, 22 de octubre de 2024

Ferran López

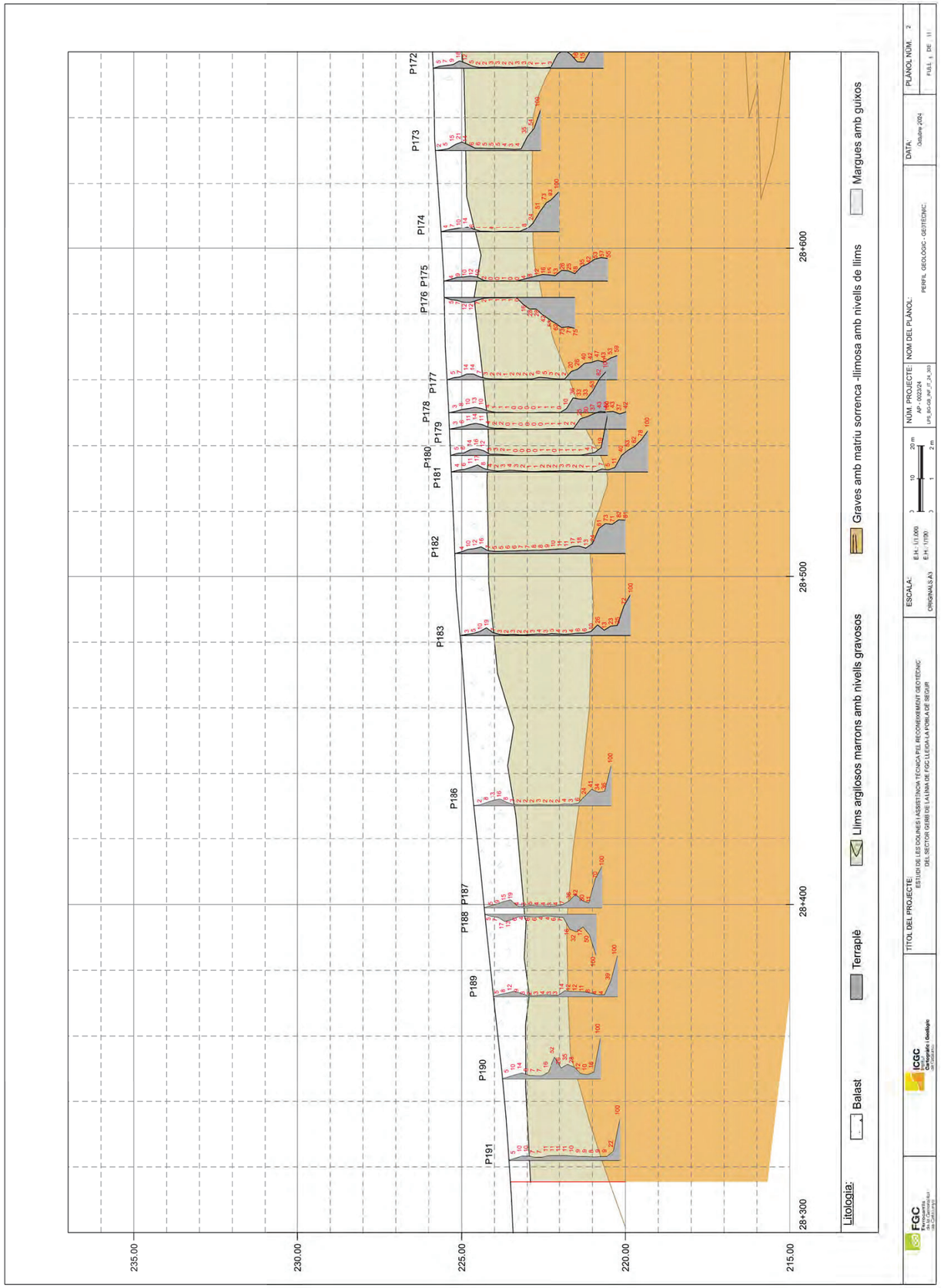
Signat digitalment per Ferran López
Data: 2024.10.28 12:14:40 +01'00'

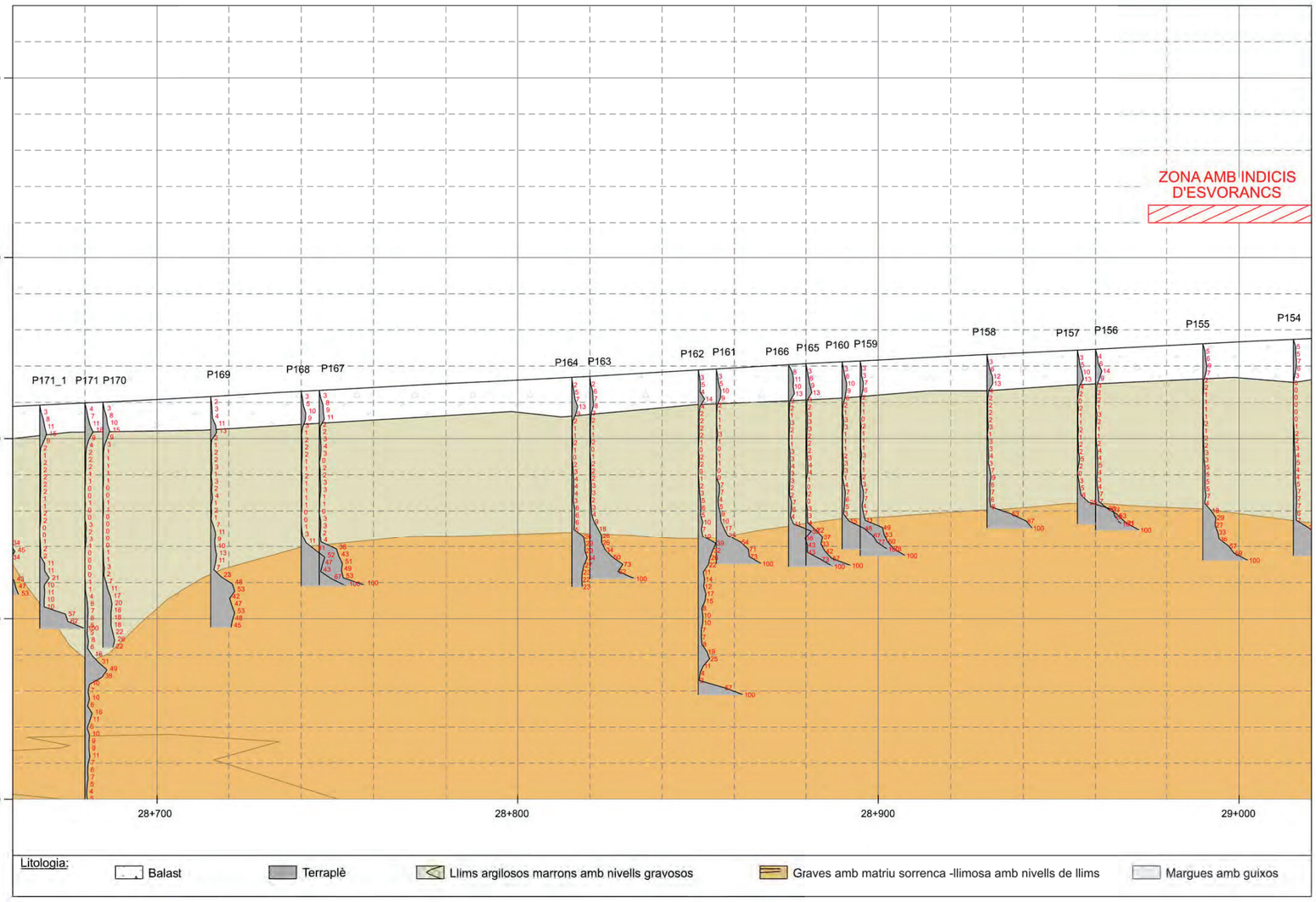
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR
CLAU: LPS_BG-GB_INF_IT_24_303
ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

ANNEX I. SITUACIÓ DE PATOLOGIES I RECONEIXEMENTS

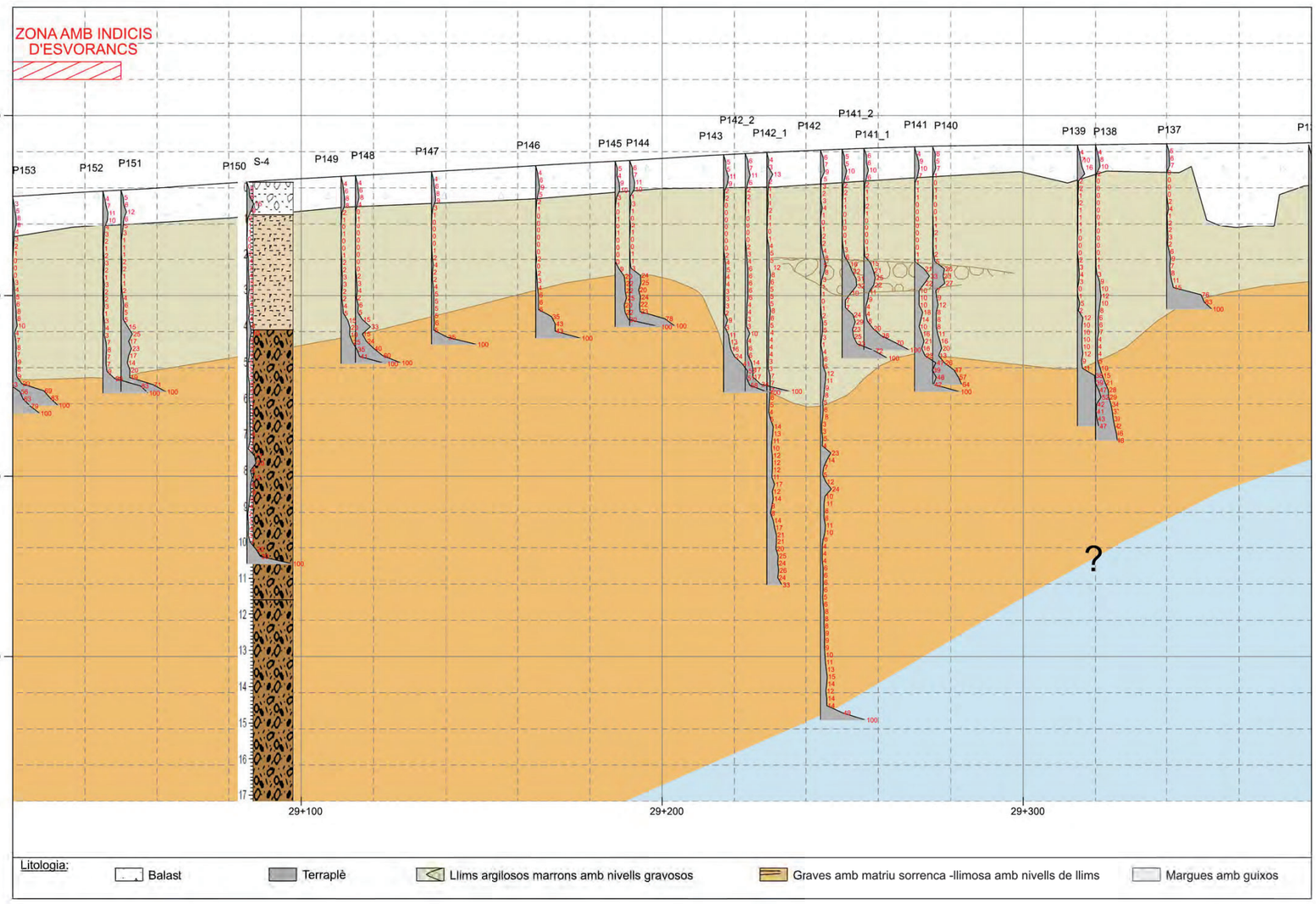
ANNEX II. PERFIL GEOLÒGIC – GEOTÈCNIC

ANNEX II. Perfil geològic – geotècnic

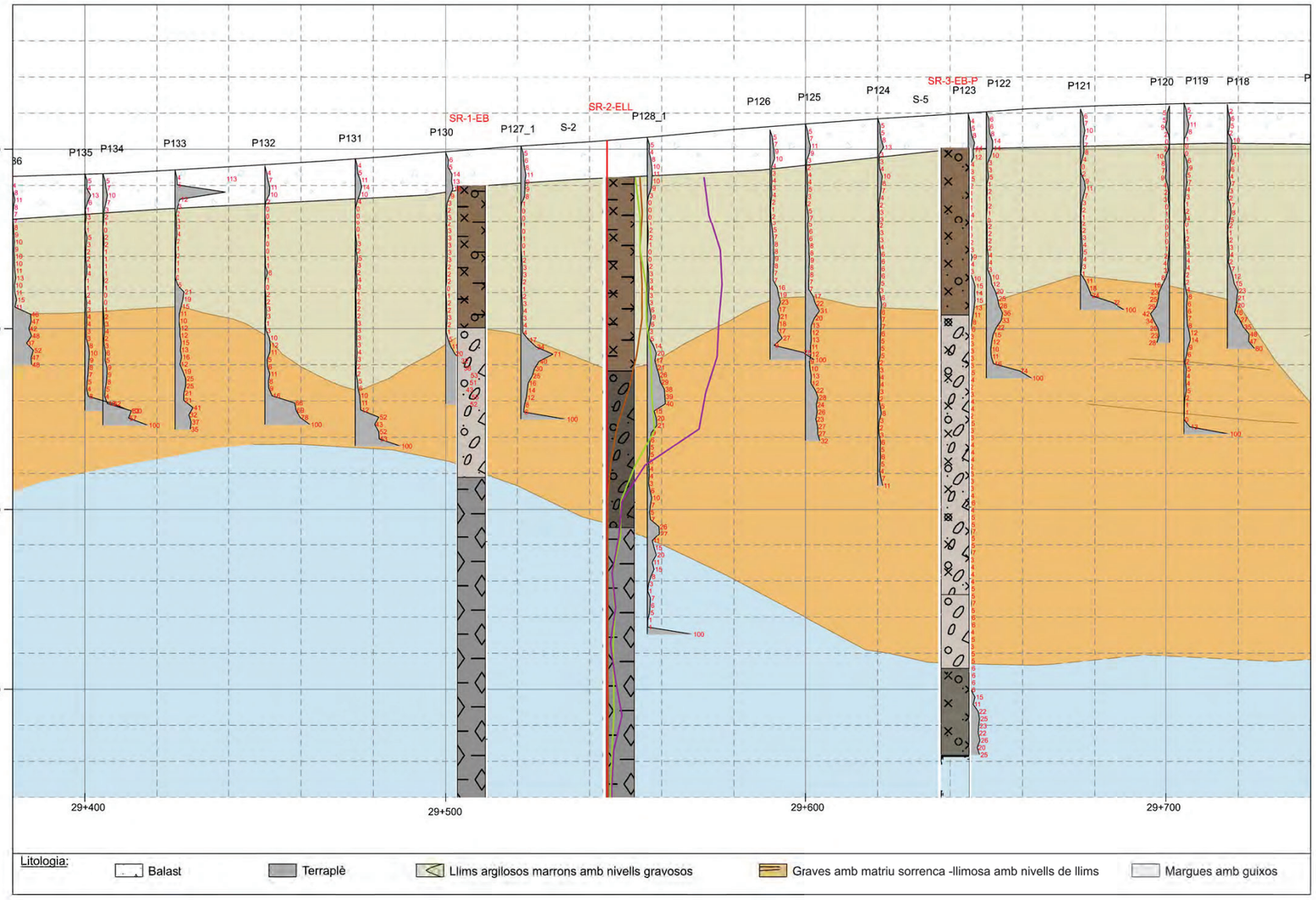




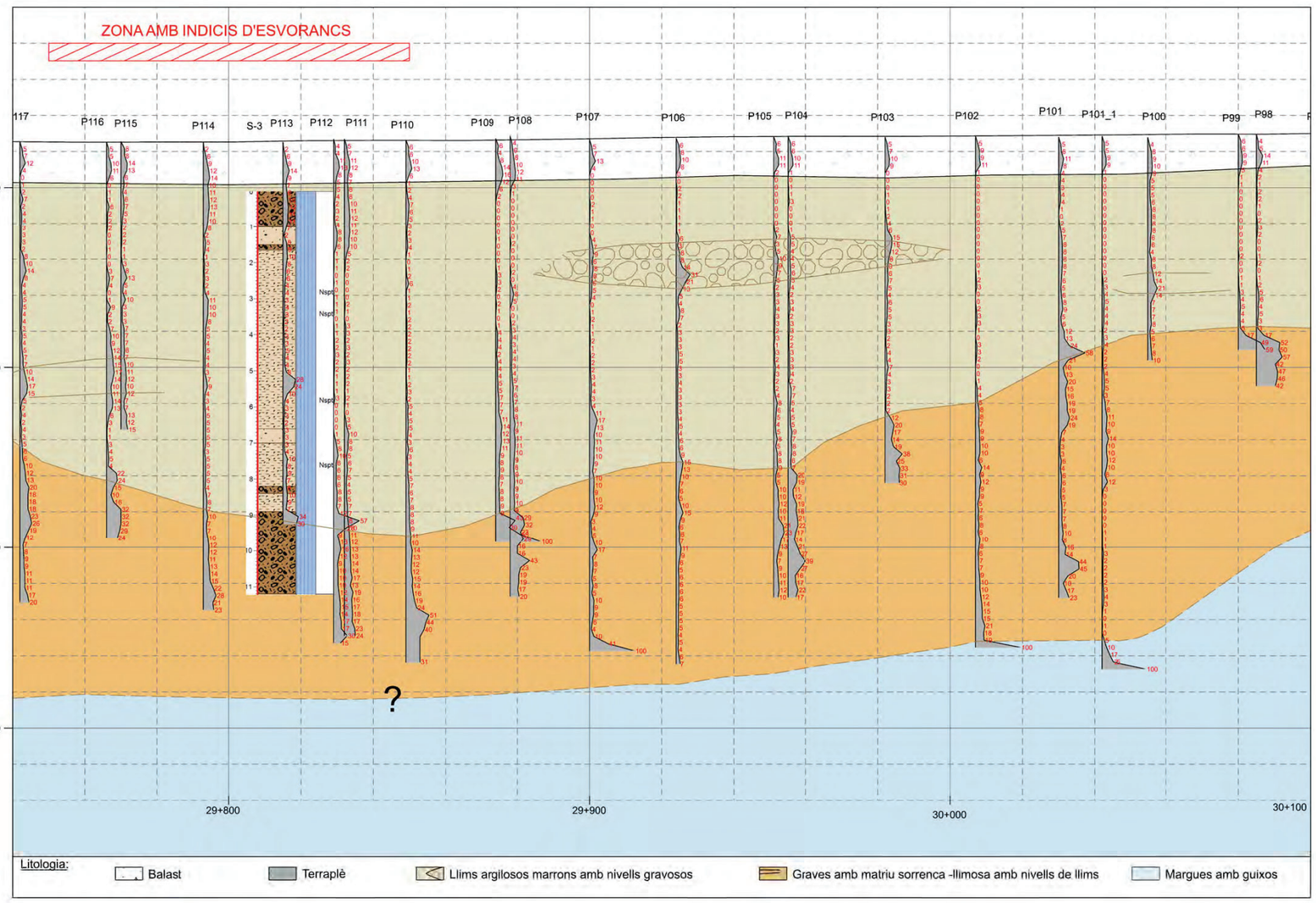
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC.	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 2 DE 11



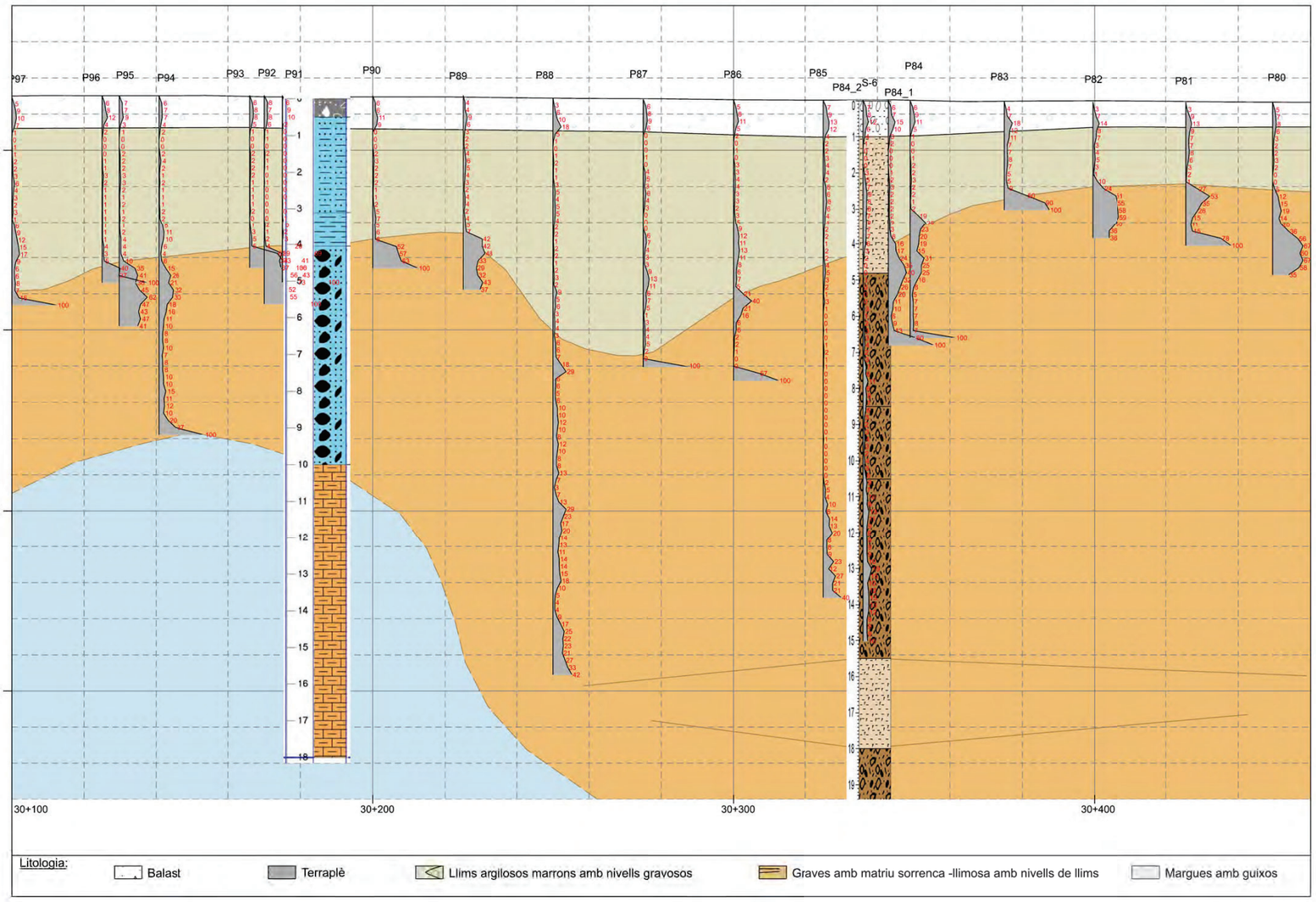
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC.	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 3 DE 11



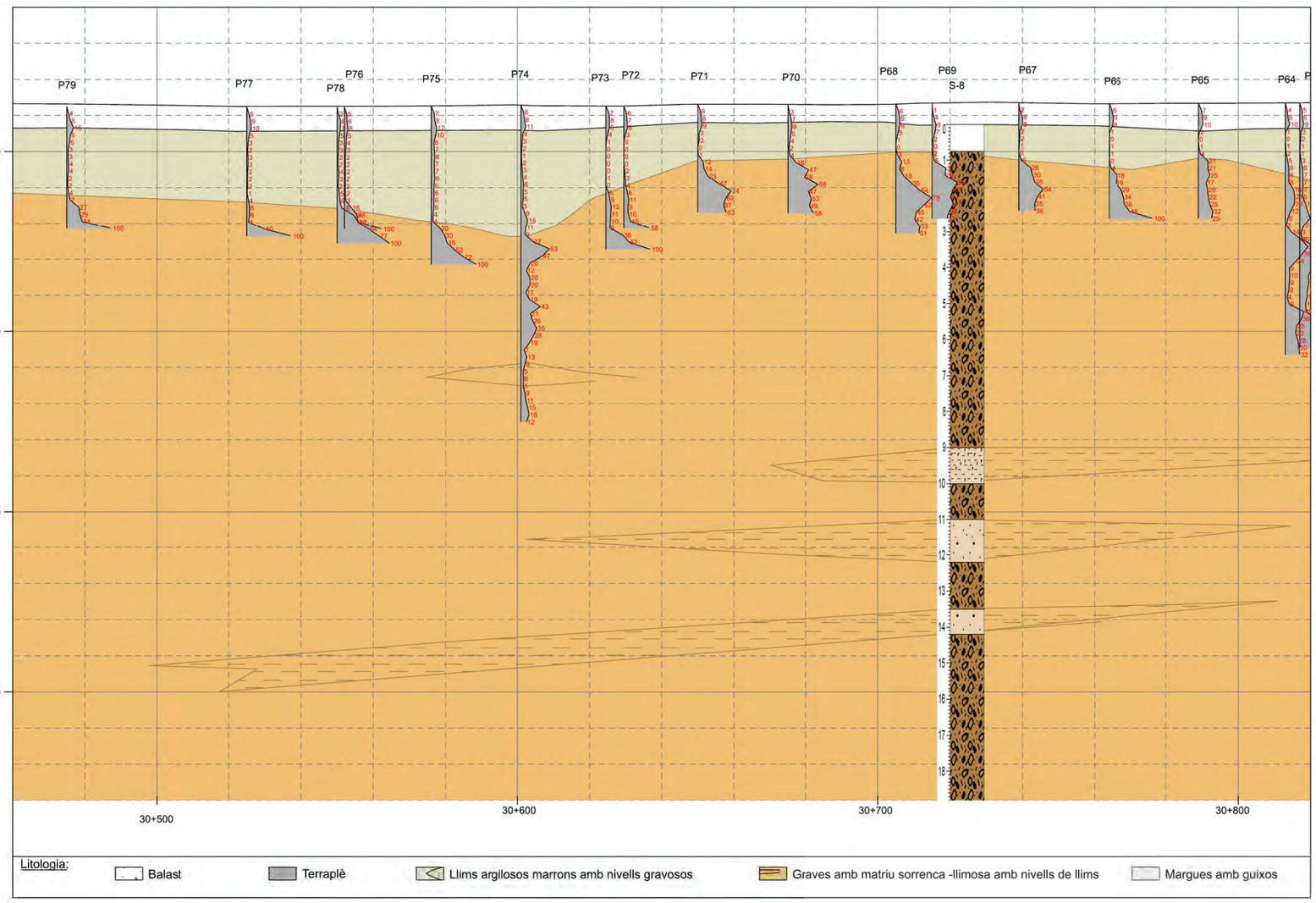
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 4 DE 11



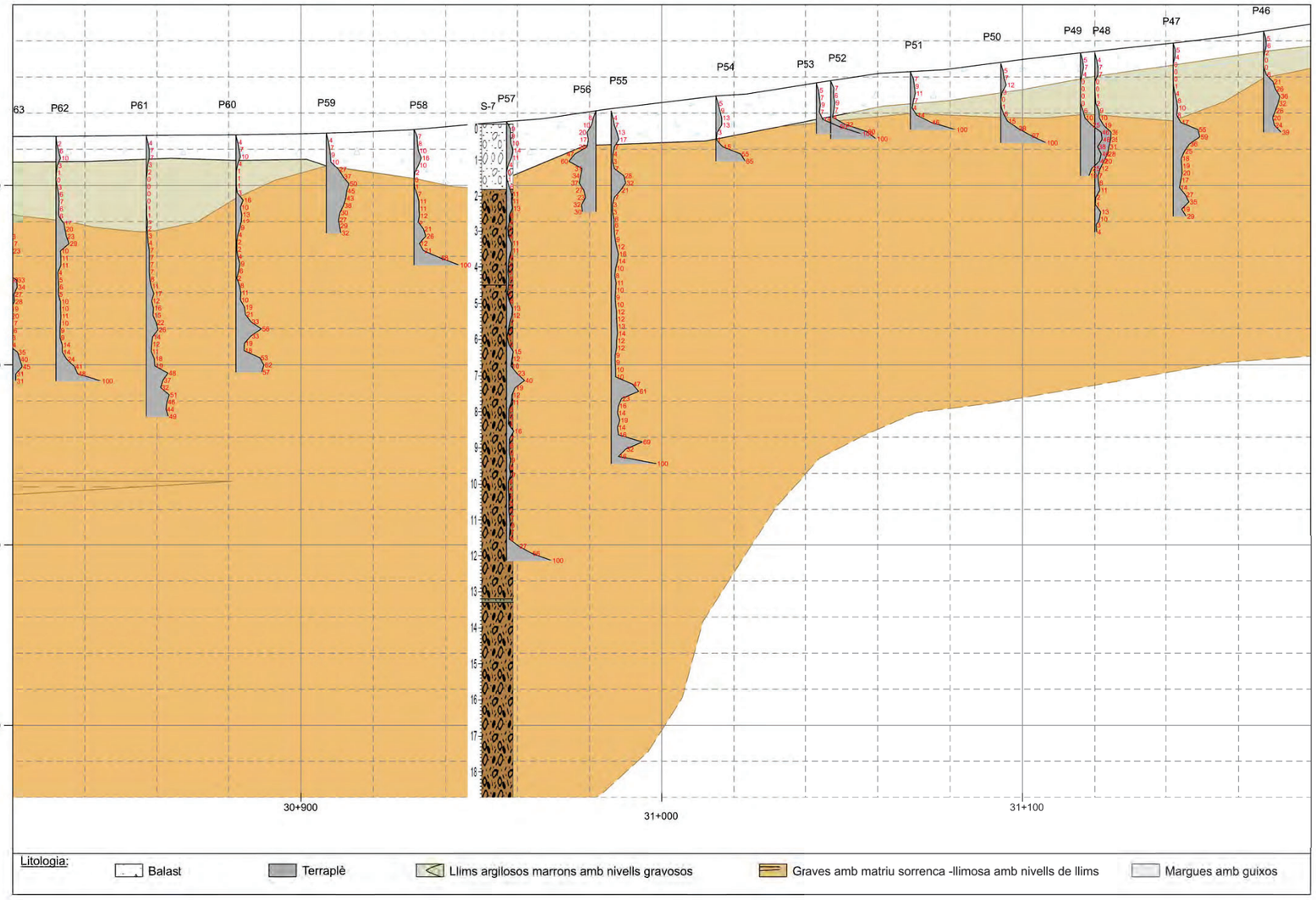
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 5 DE 11



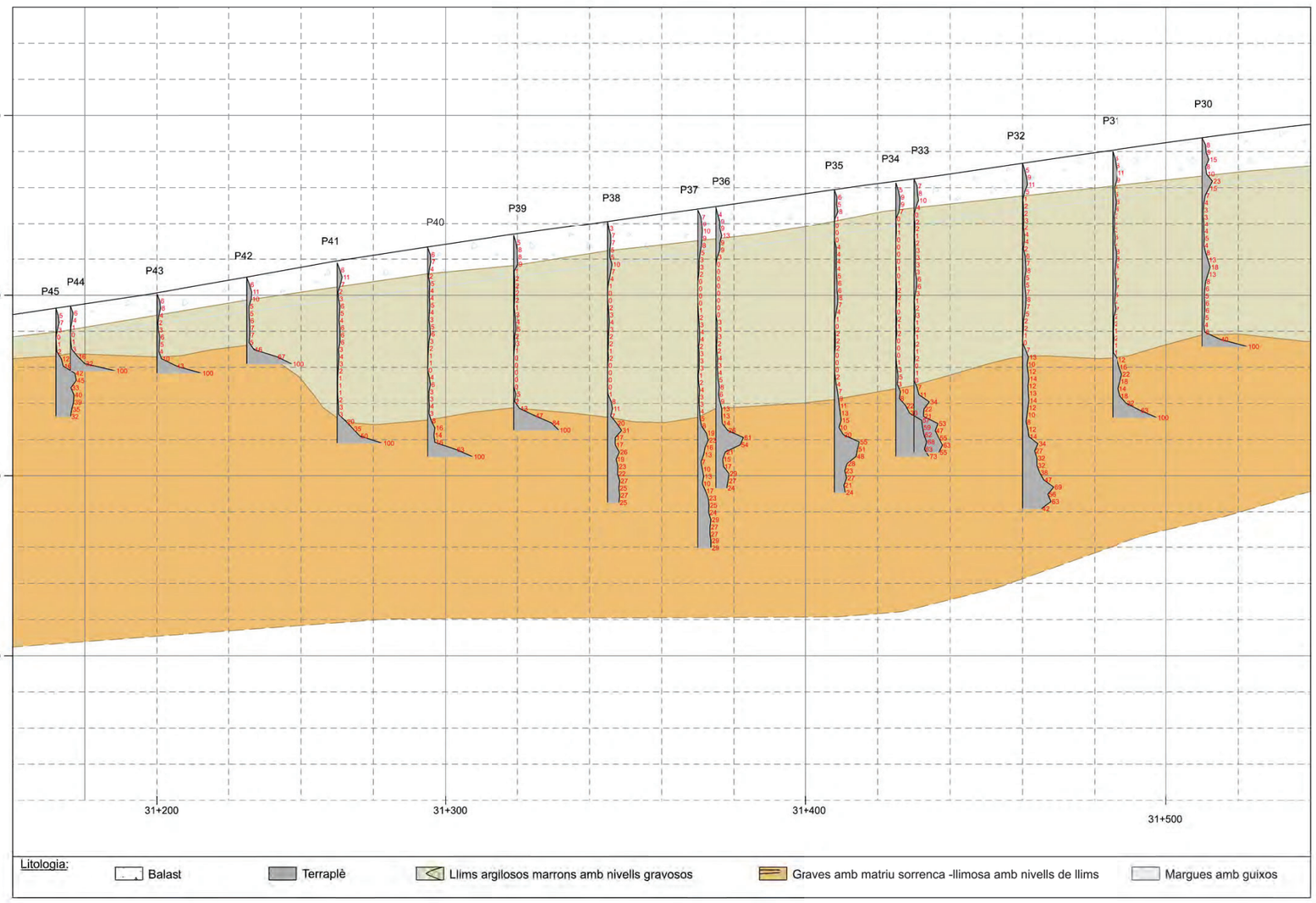
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC.	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 6 DE 11



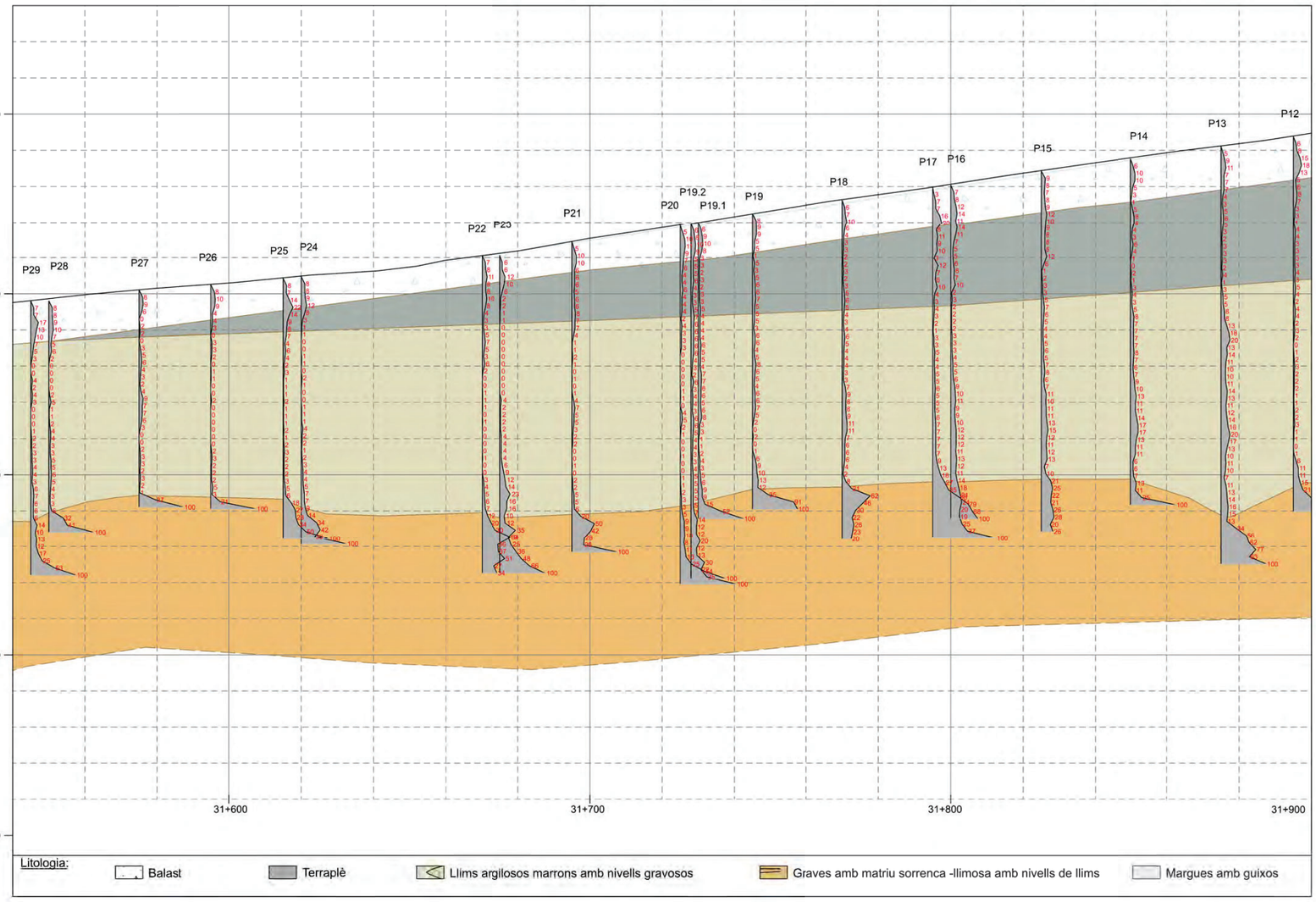
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC.	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 7 DE 11



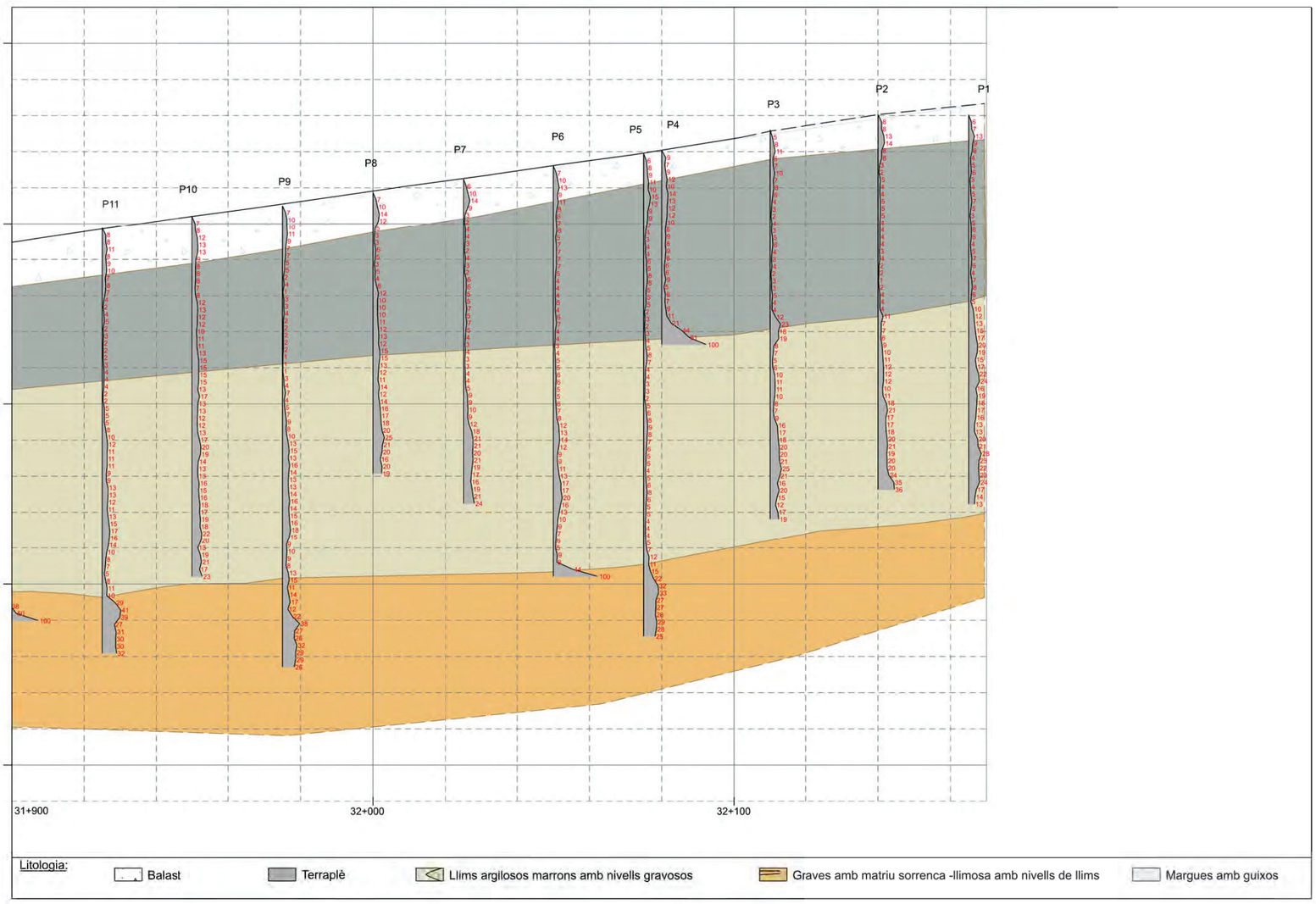
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC.	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 9 DE 11



FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC.	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 9 DE 11



FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC.	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 11 DE 11



FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	TÍTOL DEL PROJECTE: ESTUDI DE LES DOLINES I ASSISTÈNCIA TÈCNICA PEL RECONEIXEMENT GEOTÈCNIC DEL SECTOR GERB DE LA LÍNIA DE FGC LLEIDA-LA POBLA DE SEGUR	ESCALA: E.H.: 1/1.000 E.H.: 1/100 ORIGINALS A3	NÚM. PROJECTE: AP - 0023/24 LPS_BG-GB_INF_IT_24_303	NOM DEL PLÀNOL: PERFIL GEOLÒGIC - GEOTÈCNIC.	DATA: Octubre 2024	PLÀNOL NÚM. 2 FULL 11 DE 11

ANNEX NÚM.2 ESTRUCTURES

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ 4

1.1. OBJECTE DE L'ANNEX 4
1.2. JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA 5
1.2.1. Divisió del Tram i Context Geotècnic 5
1.2.2. Solució Estructural Proposada 5
1.3. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ESTRUCTURAL ADOPTADA 6
1.3.1. Tipologia estructural 6
1.3.1.1. Fonamentació amb micropilots 6
1.3.1.2. Superestructura 6
1.3.1.3. Consideracions estructurals addicionals 6
1.3.2. Descripció del procés constructiu general 7
1.3.2.1. FASE A. Execució en condicions de circulació ferroviària (Treball diürn) 7
1.3.2.2. FASE B. Execució en condicions de tall total de circulació (Treball 24h) 7
1.3.2.3. Consideracions tècniques i ambientals 8
1.3.3. Descripció del procés d'execució dels micropilons 9
1.3.3.1. Avantatges del sistema escollit tipus SpiraFlush o sistema comercial similar 9
1.3.3.2. Funcionament del sistema tipus SpiraFlush o comercial similar 10
1.3.3.3. Relació amb les condicions del projecte 10

2. BASES DE CÀLCUL 11

2.1. NORMATIVA APLICADA 11
2.1.1. Normativa general i d'accions sobre estructures 11
2.1.2. Normativa per al càlcul de micropilots 11
2.1.3. Normativa per al formigó estructural 11
2.1.4. Normativa específica per al formigó pretensat 11
2.2. HIPÒTESIS DE DISSENY I CRITERIS ADOPTATS 12
2.2.1. Accions i càrregues adoptades 12
2.2.1.1. Justificació de les càrregues dinàmiques del trànsit ferroviari 12
2.2.2. Combinacions de càrrega 13
2.2.3. Materials, Criteris de durabilitat i exposició ambiental 14
2.2.3.1. Micropilots 14
2.2.3.2. Bigues de formigó armat 14
2.2.3.3. Plaques alveolades pretensades 14
2.2.4. Models de càlcul. Software utilitzat 15
2.2.4.1. Autodesk Robot Structural Analysis (RSA) 15
2.2.4.2. GEO5 de Fine Software 15
2.2.4.3. Struct4U - Mòdul XBeam2D 16
2.2.4.4. Placa alveolada – Verificació a partir de fitxes tècniques 16
2.3. FONAMENTACIÓ AMB MICROPILONS 17
2.3.1. Descripció del sistema de fonamentació 17
2.3.2. Model de càlcul utilitzat. Software utilitzat 17
2.3.2.1. Configuració del model 17
2.3.3. Justificació del càlcul del fregament unitari per fust a compressió 18

2.3.4. Justificació del càlcul de la resistència a tallant vertical superficial per a seccions circulars segons el model Winkler-Pasternak. 18
2.3.5. Verificació dels micropilons. 20
2.3.5.1. Materials and standards 20
2.3.5.2. Soil parameters 20
2.3.5.3. Construction 20
2.3.5.4. Cross-section : MSH 219.1 x 12.5 20
2.3.5.5. Geometry 21
2.3.5.6. Material of structure 21
2.3.5.7. Determination of vertical springs 21
2.3.5.8. Shear modulus of subsoil reaction (veure full excel 2.3.4) 22
2.3.5.9. Geological profile and assigned soils 22
2.3.5.10. Load 22
2.3.5.11. Ground water table 22
2.3.5.12. Global settings 22
2.3.5.13. Analysis results 22
2.3.5.14. Analysis of micropile 23
2.3.5.15. Cross-section verification 1 24
2.3.5.16. Root verification 24
2.3.5.17. ENVELOPE OF LOAD CASES: 28
2.3.6. RESUM DE VERIFICACIÓ DELS MICROPILONS: 28
2.4. BIGUES LONGITUDINALS DE FORMIGÓ ARMAT IN-SITU 29
2.4.1. Descripció geomètrica i funcional. 29
2.4.1.1. Descripció geomètrica 29
2.4.1.2. Classe estructural 29
2.4.1.3. Classe d'exposició ambiental. Recobriment segons EC2 30
2.4.1.4. Requisit de recobriment mínim: 30
2.4.2. Model de càlcul per a les bigues 30
2.4.3. Definició de càrregues aplicades. 30
2.4.4. Verificació de l'estat límit últim (ELU). 31
2.4.4.1. Moment flectors de càlcul: 31
2.4.4.2. Envolvent resistent a flexió ELU: 31
2.4.4.3. Comprovació flexió secció centro vànol - Tracció fibra inferior: 31
2.4.4.4. Comprovació flexió secció recolzament - Tracció fibra superior: 32
2.4.4.5. Resum verificació armat longitudinal ELU 33
2.4.4.6. Esforç tallant de càlcul: 33
2.4.4.7. Envolvent resistent a tallant ELU: 34
2.4.4.8. Comprovació a tallant de la secció sobre els recolzaments 34
2.4.4.9. Verificació dels estat límits de servei (ELS): 35
2.4.4.10. Envolvent característica a flexió ELS: 35
2.4.5. Verificació de la fissuració en secció centre vànol (ELS) 35
2.4.6. Verificació de la fissuració en secció recolzaments (ELS) 36
2.4.6.1. Resum de la verificació a fissuració ELS. 37
2.4.7. Verificació de la deformació (ELS). 37
2.4.7.1. Verificació de la deflexió a llarg termini (ELS Comb. Freqüent) 38
2.5. PLACA SUPERIOR DE FORMIGÓ PRETENSAT (LLOSA ALVEOLAR) 39
2.5.1. Descripció geomètrica i funcional. 39
3.1.1. Esta de càrregues aplicat 40
3.1.2. Verificació i càlcul per a les plaques alveolades. Esforços. 41
3.1.2.1. Combinacions d'accions en ELU 41
3.1.2.2. Combinacions d'accions en ELS 42
3.1.2.3. Obtenció dels esforços amb el programari RSA 42
3.1.2.4. Criteris de dimensionament per escollir la placa comercial. 44
3.1.2.5. Verificació de l'estat límit últim (ELU): 45
3.1.2.6. Verificació de l'estat límit de servei fissuració (ELS): 46
3.1.2.7. Verificació en Estat Límit de Servei (ELS) de deformació: 47

1. INTRODUCCIÓ

El present annex correspon a la memòria de càlcul associada al document de memòria valorada d'un viaducte dissenyat per a garantir la seguretat i la funcionalitat del traçat ferroviari de la línia Lleida - La Pobla de Segur al tram comprès entre els PK 28+300 i 31+700, en l'àmbit del municipi de Gerb.

Aquesta iniciativa s'emmarca dins de les mesures de mitigació del risc geotècnic identificades a l'estudi elaborat per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), el qual destaca la presència de dolines i esvorancs associats a la subsidència del terreny.

La problemàtica geotècnica de la zona, derivada de l'estructura geològica i hidrològica del subsòl, ha provocat històricament nombroses deformacions i esfondraments que afecten la plataforma ferroviària. Els estudis previs han identificat com a causa principal la pèrdua de materials fins per tubificació i erosió a les unitats quaternàries, exacerbada per infiltracions d'aigua associades a pluges i reg agrícola.

Per fer front a aquesta situació, el present projecte opta per abordar la problemàtica mitjançant una millora estructural de la traça, descrita al punt 7.5 de l'estudi geotècnic. La solució proposada consisteix en la construcció d'un viaducte de característiques innovadores. Aquest es basa en una llosa formada per plaques alveolades prefabricades que se sustenten sobre una fonamentació correguda constituïda per jàsseres. Aquestes, alhora, interactuen amb el terreny mitjançant una fonamentació profunda composta per micropilots d'aproximadament 20 m de profunditat, garantint així l'estabilitat de la infraestructura.

Aquest document recull els càlculs estructurals associats al disseny del viaducte, incloent-hi el dimensionament de les plaques prefabricades, les jàsseres, i els micropilots, així com les consideracions de la interacció terreny-estructura. Tot plegat, per tal de proporcionar una solució fiable, segura i sostenible a llarg termini per a la problemàtica identificada en aquest tram ferroviari.

1.1. OBJECTE DE L'ANNEX

L'objectiu del present annex és justificar tècnicament els càlculs estructurals corresponents a la solució proposada per a la millora del traçat ferroviari en el tram comprès entre els **PK 29+522 i PK 29+661** de la línia Lleida - La Pobla de Segur. Aquesta solució es materialitza mitjançant la construcció d'un viaducte que elimina el contacte directe de la plataforma ferroviària amb el terreny natural, altament vulnerable a fenòmens de subsidència i formació d'esvorancs deguts a la proximitat del riu Segre i al seu meandre actiu.

El viaducte proposat està format per una superestructura modular composta per plaques alveolades prefabricades que descansen sobre bigues contínues de fonamentació correguda. Aquestes bigues distribueixen les càrregues de manera homogènia cap a una fonamentació profunda constituïda per micropilots de fins a 20 metres de profunditat. La interacció entre aquests elements garanteix l'estabilitat de l'estructura davant les condicions geotècniques adverses detectades al tram.

Aquest annex desenvolupa els càlculs estructurals necessaris per justificar la seguretat i funcionalitat del sistema proposat, incloent:

- **Dimensionament de la fonamentació amb micropilots**: Determinació de la capacitat portant, l'estabilitat lateral i la resistència a l'arrossegament en un context de materials quaternaris permeables i un substrat amb guixos.
- **Càlcul de les bigues contínues**: Verificació de l'estabilitat i resistència a esforços generats per les plaques alveolades i la transmissió de càrregues als micropilots.
- **Anàlisi de les plaques alveolades prefabricades**: Càlcul del seu comportament davant de càrregues verticals i esforços horitzontals, així com la seva compatibilitat amb les normatives vigents aplicables a estructures ferroviàries.

Aquest document es fonamenta en les dades aportades per l'estudi geotècnic del sector i integra les condicions específiques del traçat ferroviari en un entorn complex i altament influenciat per la dinàmica del riu Segre. L'objectiu final és garantir la seguretat i durabilitat de la infraestructura ferroviària, assegurant un comportament òptim de tots els seus elements estructurals davant les condicions adverses presents a la zona d'actuació.

1.2. JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA

El disseny de la solució estructural per al tram comprès entre els **PK 29+522 i PK 29+661** s'ha basat en una anàlisi exhaustiva de les condicions geotècniques de la zona i dels riscos associats a la proximitat del riu Segre i el seu meandre actiu. Aquest tram, de **139 metres de longitud**, representa una àrea d'alta vulnerabilitat degut a la combinació de processos de subsidència i erosió interna que afecten els materials quaternaris que constitueixen la terrassa del riu.

1.2.1. Divisió del Tram i Context Geotècnic

Per abordar la problemàtica i garantir l'estabilitat del traçat ferroviari, s'ha subdividit el tram d'actuació en tres zones d'intervenció diferenciades segons la seva localització i característiques estructurals:

- **Zona 1 (PK 29+522 a PK 29+575, 53 m):** Comprèn la part inicial del tram, coincidint amb l'aproximació del traçat al meandre del riu. Aquesta àrea es troba sobre materials detrítics permeables que faciliten l'aportació d'aigua i l'erosió interna.

- **Zona 2 (PK 29+575 a PK 29+621, 46 m):** Constitueix el segment central del tram, situat a l'àrea més propera al riu, on s'evidencien fenòmens de tubificació més intensos i subsidències recurrents.

- **Zona 3 (PK 29+621 a PK 29+661, 40 m):** Correspon a l'extrem final del tram, on les condicions del terreny mantenen la seva vulnerabilitat per la continuïtat dels processos d'infiltració i arrossegament de materials fins.

1.2.2. Solució Estructural Proposada

Davant d'aquest escenari, la solució adoptada consisteix en la construcció d'un viaducte que desvincula completament la infraestructura ferroviària del terreny superficial, oferint una resposta òptima a les condicions adverses detectades. La configuració del viaducte inclou els següents elements estructurals principals:

1. **Plaques alveolades prefabricades:** Configuren la llosa de la superestructura, dissenyades per suportar les càrregues ferroviàries i transmetre-les de manera uniforme cap als elements de recolzament.

2. **Bigues contínues de fonamentació:** Actuen com a recolzament principal de les plaques, distribuint les càrregues a la fonamentació profunda i garantint l'estabilitat global de l'estructura.

3. **Micropilots de fonamentació profunda:** Arriben a profunditats de fins a 20 metres, ancorant-se en el substrat terciari més estable. Aquest sistema evita la interacció directa amb els materials quaternaris vulnerables i controla els assentaments diferencials.

La divisió del tram en zones diferenciades respon a la necessitat d'adaptar la solució estructural a les condicions particulars de cada segment, amb diferents profunditats dels micropilons, i minimitzant l'impacte de les irregularitats geotècniques i hidrològiques.

Aquesta sectorització permet optimitzar el disseny i dimensionament de la fonamentació i les bigues de recolzament, així com garantir la continuïtat del comportament estructural de les plaques alveolades al llarg de tota la longitud del tram.

A més, la configuració modular del viaducte facilita la seva construcció per fases, amb un impacte mínim sobre l'operativa ferroviària. Els càlculs estructurals realitzats asseguren que la solució adoptada compleix amb les normatives tècniques vigents, garantint la seguretat i funcionalitat del traçat ferroviari a llarg termini.

Aquest enfocament tècnic permet afrontar amb garanties els reptes plantejats per la problemàtica específica del tram, assegurant la sostenibilitat i durabilitat de la infraestructura ferroviària en un context de màxima complexitat geotècnica.

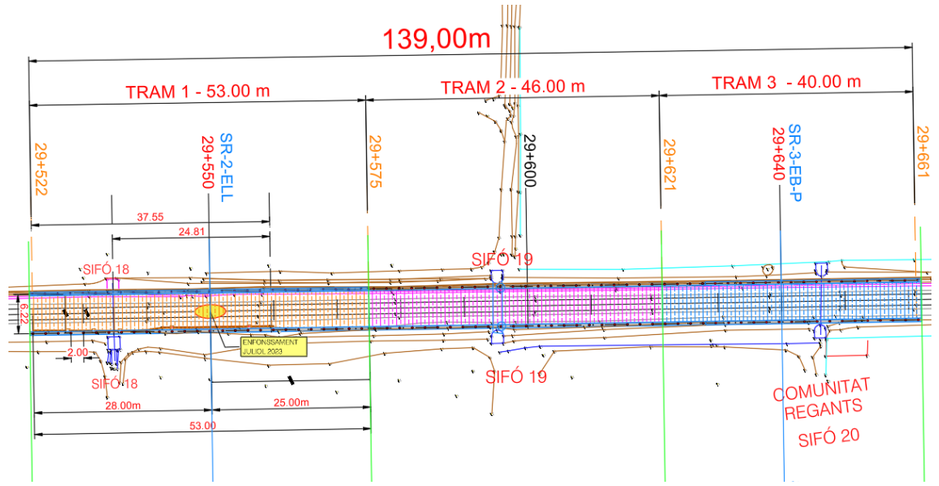


Figura 1. Planta de la zona on s'executa l'estructura del viaducte soterrat amb indicació de la divisió del tram d'actuació en les tres zones amb profunditats diferents de fonamentació amb micropilons.

1.3. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ESTRUCTURAL ADOPTADA

En el següent aparts es descriu detalladament la solució estructural adoptada i els condicionants tècnics que la caracteritzen.

1.3.1. Tipologia estructural

La tipologia estructural del pont enterrat sota el traçat ferroviari es basa en una solució de fonamentació profunda mitjançant micropilots, sobre els quals es recolza una superestructura composta per bigues longitudinals de formigó armat i plaques alveolars prefabricades amb xapa de compressió. Aquesta configuració permet transmetre les càrregues de la via ferroviària al terreny de manera eficient, assegurant l'estabilitat i durabilitat de l'estructura.

1.3.1.1. Fonamentació amb micropilots

Els micropilots utilitzats són del tipus **Spiral Flush o comercial similar**, amb les següents característiques:

- **Diàmetre i configuració:**
  - Diàmetre nominal de perforació 275mm
  - Camisa metàl·lica **TUB N80** de límit elàstic >= 550MPa amb diàmetre exterior de **219,1 mm** i gruix de paret de **12,5 mm**.

- **Unions roscades:**
  - Les unions entre trams es realitzen amb un sistema roscat de tipus mascle-femella de geometria gruixuda, amb una longitud de 100 mm. Aquestes unions han estat dissenyades per evitar problemes de resistència a flexió i tracció. .

- **Disposició dels micropilots:**
  - Distància longitudinal: c/**2,00 m**
  - Distància transversal: s = **6,22 m**

- **Vàlvules antiretorn per la re-injecció c/1,00m:**
  - Les camises portaran vàlvules de re-injecció per a millorar la injecció del micropilot que es col·loquen enfrontades 2 cada 1,0 m, permetent un control precís del farciment i la consolidació del terreny.

- **Avantatges del sistema Spiral Flush:**
  - Evita l'escapament d'aire pressuritzat al terreny, minimitzant els riscos de deformació i subsidència.
  - Garanteix la verticalitat del micropilot gràcies al disseny del **sistema de rotopercussió amb anell integrat**, que es queda com a part permanent del micropilot.
  - Permet una injecció homogènia de la beurada de ciment per mitjà de vàlvules col·locades cada metre i mig al llarg de la camisa , assegurant el farciment complet de l'anular i la compactació del terreny.

1.3.1.2. Superestructura

La superestructura està formada per diversos elements interconnectats que transmeten les càrregues al sistema de fonamentació:

- **Bigues longitudinals de formigó armat:**
  - Configurades en forma de **L**, aquestes bigues es construeixen amb formigó d'alta resistència (**fck = 35 MPa**), aditivat amb accelerant de fraguat.
  - Les bigues es recolzen sobre els capitells dels micropilots, garantint una transmissió segura de les càrregues.

- **Plaques alveolades prefabricades:**
  - Les plaques alveolades tenen un cantell de **50 cm** i una amplada de **120 cm**, adaptades per suportar les càrregues ferroviàries.
  - Recolzades sobre bandes de neopré, permeten un ajust precís amb les bigues i absorbeixen possibles deformacions diferencials.

- **Capa de compressió:**
  - Amb un gruix de **10 cm**, s'executa amb formigó armat i xarxa metàl·lica corrugada. La seva resistència característica és **fck = 35 MPa**, i es dissenya per transmetre les càrregues uniformement a les plaques alveolades.

1.3.1.3. Consideracions estructurals addicionals

- **Resistència i durabilitat:**
  - Les unions roscades garanteixen l'alineació i la resistència a tracció dels micropilots, assegurant la integritat estructural fins i tot en condicions de terreny adverses.
  - El sistema Spiral Flush permet perforar en terrenys granulars saturats o al·luvials sense alterar les condicions del terreny, preservant les propietats geotècniques.

- **Control d'injecció:**
    - Es disposen vàlvules cada metre i mig al llarg de la camisa metàl·lica per garantir una injecció controlada i homogènia, evitant zones buides i millorant la compactació del terreny

En conclusió, aquesta tipologia estructural, basada en una combinació de fonamentació profunda i superestructura modular, és òptima per a un pont enterrat sota un traçat ferroviari. La solució proposta garanteix l'estabilitat, minimitza l'impacte ambiental i assegura la funcionalitat del traçat ferroviari a llarg termini.

1.3.2. Descripció del procés constructiu general

El procés constructiu del viaducte es planteja per minimitzar l'impacte en l'operativa ferroviària, diferenciant dues fases:

Fase A. Execució en **condicions de circulació ferroviària**

Fase B. Execució en **condicions de tall total de circulació**.

S'han considerat les restriccions logístiques, el terreny geotècnicament complex i els requisits tècnics específics per garantir la seguretat i l'estabilitat de la infraestructura.

1.3.2.1. FASE A. Execució en condicions de circulació ferroviària (Treball diürn)

1. **Preparació de pistes d'accés per a la maquinària de perforació**
    - Es construirà una pista paral·lela a la traça ferroviària amb una amplada de **6,0 m**, permetent l'accés segur dels equips de perforació a cada emplaçament.
    - La plataforma es reforçarà per suportar el pes dels equips Comacchio MC15 o MC22, utilitzant materials granulars compactats.
2. **Perforació dels micropilots**
    - Es realitzarà amb el sistema **Spiral Flush o comercial similar**, garantint una perforació controlada sense impactar el terreny circumdant amb un **diàmetre nominal de perforació de 275mm.**
    - Els **micropilots de camisa metàl·lica de Ø 219,1 mm** i gruix de **12,5 mm** es perforaran a diferents profunditats segons la zona (19,60 m, 21,20 m i 23,40 m). La separació longitudinal serà de **2,00 m** i transversal de **6,22 m**.
    - Durant la perforació, es canalitzaran els materials extrets pel conducte anular i s'utilitzarà aire com a fluid de neteja, evitant filtracions al terreny.
    - Un cop completada la perforació, s'injectarà una beurada Injecció Beurada de ciment CEM I 42,5Nde ciment CEM I 42,5 N amb una relació aigua/ciment de **0,5**, assegurant una compactació homogènia.
3. **Preparació dels capitells roscats**
    - Un cop instal·lats els micropilots, es col·locaran capitells metàl·lics amb cotes topogràfiques precisament assignades per garantir l'alineació de les bigues longitudinals.
4. **Col·locació de l'armadura de les bigues longitudinals**
    - Es muntaran les armadures metàl·liques corresponents a les bigues de fonamentació, incloent-hi els reforços necessaris per a la transmissió de càrregues.
    - Les unions entre l'armadura i els capitells dels micropilots es faran mitjançant soldadura certificada.
5. **Encofrat i formigonat de les bigues longitudinals**
    - Es construirà un encofrat per a les bigues en forma de **L**, que s'omplirà amb formigó **fck=35 MPa**, aditivat amb accelerant de fraguat per reduir el temps de posada en càrrega.
    - Es controlarà la temperatura i la hidratació del formigó durant el procés de fraguat per garantir la qualitat.
    -

1.3.2.2. FASE B. Execució en condicions de tall total de circulació (Treball 24h)

Aquestes activitats es planificaran durant finestres temporals de **48 a 72 hores**, com caps de setmana o festius.

6. **Retirada de la via i les instal·lacions associades**
    - Es desmuntarà la via i les travesses existents, així com les instal·lacions de fibra òptica i baixa tensió. Els materials es retiraran per la pista d'accés habilitada.
    - Es retiraran les capes de balast i es procedirà a l'excavació del terreny fins a la cota inferior de les plaques alveolades.

7. **Col·locació de les plaques alveolades h=50cm cantell**
    - Les plaques alveolades es recolzaran directament sobre les bigues de formigó, prèviament protegides amb bandes de neopré per absorbir possibles irregularitats.
    - La col·locació es realitzarà un cop el formigó de les bigues hagi assolit una resistència mínima de **21 MPa**.
8. **Formigonat de la capa de compressió**
    - Es construirà una capa de compressió de **10 cm de gruix**, armada amb xarxa metàl·lica corrugada i formigonada amb **fck=35 MPa**. S'utilitzarà formigó aditivat amb accelerant de fraguat per reduir els temps de posada en càrrega.
9. **Restitució de la via i les instal·lacions**
    - Quan el formigó de la capa de compressió assoleixi una resistència de **21 MPa**, es col·locarà de nou el balast, la via i totes les instal·lacions associades (fibra òptica, baixa tensió, etc.).
    - Es realitzarà un control topogràfic final per garantir l'alineació i cota correcta del traçat.

1.3.2.3. Consideracions tècniques i ambientals

- El sistema tipus **Spiral Flush o comercial similar** garanteix una execució controlada sense risc de col·lapses o alteracions al terreny.
- L'ús de formigons aditivats i el control topogràfic permeten optimitzar els temps d'execució i assegurar la qualitat de l'obra.
- La planificació en dues fases minimitza l'impacte en el servei ferroviari, garantint la seguretat dels operaris i dels usuaris del transport ferroviari.

Taula 1: Fase A - Execució en condicions de circulació ferroviària

Etapa	Descripció
1. Preparació pistes d'accés	Construcció de pistes d'accés paral·leles al traçat ferroviari, amb amplada de 3,0 m per permetre el moviment segur dels equips de perforació.
2. Perforació dels micropilots	Execució de micropilots amb el sistema Spiral Flush o similar, amb camisa metàl·lica de Ø 219,1 mm, injecció de lleixiu de ciment i control de la verticalitat.
3. Preparació dels capitells	Instal·lació de capitells roscats sobre els micropilots amb assignació precisa de cotes topogràfiques per garantir l'alineació de les bigues longitudinals.
4. Col·locació de l'armadura	Muntatge de l'armadura de les bigues longitudinals amb reforços i unions soldades als capitells dels micropilots.
5. Encofrat i formigonat	Construcció de les bigues longitudinals en forma de "L" amb formigó **C35/45** (segons Eurocodi 2), que equival a una resistència característica a compressió (**fc**) de 35 MPa als 28 dies. A més, el formigó estarà aditivat amb accelerant de fraguat per reduir els temps de posada en servei.

Taula 2: Fase B - Execució en condicions de tall total de circulació

Etapa	Descripció
6. Retirada de la via i serveis	Desmuntatge de via, travesses, instal·lacions de fibra òptica i baixa tensió, retirada del balast i excavació fins a la cota inferior de les plaques alveolades.
7. Col·locació de plaques alveolades	Instal·lació de plaques alveolades sobre les bigues longitudinals, utilitzant bandes de neopré per absorbir irregularitats, després d'assolir una resistència mínima de 21 MPa al formigó.
8. Formigonat de la capa de compressió	Execució d'una capa de compressió de 8 cm amb xarxa metàl·lica corrugada i formigó **C35/45** (segons Eurocodi 2), que equival a una resistència característica a compressió (**fc**) de 35 MPa als 28 dies. A més, el formigó estarà aditivat amb accelerant de fraguat per reduir el temps de fraguat.
9. Restitució de la via i serveis	Reposició de balast, via i serveis (fibra òptica, baixa tensió) amb un control topogràfic final per assegurar l'alineació i les cotes correctes del traçat ferroviari.

1.3.3. Descripció del procés d'execució dels micropilons

El procés constructiu per a l'execució dels micropilots del viaducte utilitzarà el sistema **Spiral Flush de Mincon** o sistema comercial similar, optimitzat per perforar en terrenys complexos amb mínim impacte geotècnic. A continuació es detallen resumidament les fases del procés constructiu previst:

Preparació i posicionament dels equips

- Es prepararan les plataformes de treball per garantir l'estabilitat dels equips i l'accessibilitat a les zones d'actuació.
- S'utilitzaran equips de perforació sobre erugues, com els models **Comacchio MC15** i **MC22**, capaços de treballar en espais confinats i amb alta precisió.
- Es verificarà l'alineació i la verticalitat del màstil amb nivells electrònics per assegurar la correcta direcció de la perforació.

Perforació inicial

- La perforació s'executarà amb martells de fons que utilitzen el sistema **HDI Integrated Ring Bit Small** de Mincon o similar. Aquest sistema permet la perforació i col·locació simultània de la camisa metàl·lica, evitant desviacions i garantint la verticalitat.
- El sistema Spiral Flush assegura que l'aire pressuritzat no s'alliberi al terreny, reduint els riscos de sobreexcavació, subsidència i impacte en estructures adjacents.
- Les escòries es canalitzaran pel conducte anular entre la camisa metàl·lica i el varillatge, minimitzant l'impacte ambiental i facilitant-ne la recollida.

Col·locació de la camisa metàl·lica

- La camisa metàl·lica **tub N80** de diàmetre exterior **219,1 mm** i gruix de paret **12,5 mm** s'introdueix durant la perforació. Aquesta queda perfectament centrada gràcies a l'anell de tall integrat, assegurant una correcta transmissió de càrregues.
- L'anell de perforació es deixa com a element permanent a la punta del micropilot, augmentant la seva capacitat portant.

Injecció de la beurada de ciment

- Un cop col·locada la camisa metàl·lica, es procedirà a la injecció de la beurada de ciment mitjançant un sistema de circuit tancat i controlat, utilitzant una relació aigua/ciment de **0,5**. El ciment utilitzat serà **CEM II 42,5 N**.
- La injecció es durà a terme amb un equip especialitzat (Obermann VS121-E o similar) que garanteix una mescla homogènia i una pressió constant fins a **50 bars**.
- S'utilitzaran vàlvules anti-retorn per assegurar una injecció efectiva i evitar la pèrdua de material al terreny.

Control de qualitat durant l'execució

- El sistema de control **SCORPION** registrarà en temps real els paràmetres de la injecció (volum, pressió, etc.), assegurant la traçabilitat de cada micropilot.
- Es monitorarà la recuperació del ciment al conducte anular, garantint que el micropilot està completament farcit.

Finalització i verificació

- Finalitzada la injecció, es revisarà la verticalitat i profunditat de cada micropilot per assegurar el compliment dels requisits tècnics del projecte.
- Es prepararan les capçaleres dels micropilots per rebre les bigues de fonamentació, completant el procés.

1.3.3.1. Avantatges del sistema escollit tipus SpiraFlush o sistema comercial similar

El sistema tipus **SpiraFlush** ofereix múltiples avantatges tècnics i ambientals, especialment en entorns geotècnicament complexos com els detectats al tram d'actuació. Aquest sistema ha estat dissenyat per superar les limitacions dels mètodes tradicionals de perforació, aportant millores significatives en seguretat, eficiència i sostenibilitat.

Avantatges principals

1. **Control del flux d'aire i del material extret:**
    - El sistema manté tot el flux d'aire i els materials extrets dins de la camisa metàl·lica, evitant l'escapament al terreny circumdant. Això redueix el risc de col·lapses, subsidències i alteracions del sòl, especialment en zones amb materials al·luvials inestables com les descrites a l'estudi geotècnic.
    - Evita la sobreexcavació i minimitza el moviment de partícules fines cap al subsòl, preservant l'estabilitat del terreny.

2. **Reducció del risc ambiental:**
    - En terrenys saturats o propers a masses d'aigua, el sistema evita la comunicació d'aigua i aire entre estrats, protegint la qualitat de l'aqüífer i el subsòl.
    - La recollida controlada del material extret facilita la seva gestió i transport, minimitzant l'impacte ambiental.
3. **Adaptabilitat en espais confinats:**
    - És ideal per treballar en entorns amb accés limitat o condicions logístiques complexes, gràcies al disseny compacte dels equips i la precisió en la perforació.
4. **Seguretat estructural millorada:**
    - L'anell de perforació i la camisa integrada garanteixen la verticalitat i l'alineació del micropilot, fins i tot en condicions de terreny difícil.
    - La metodologia evita interferències entre micropilots propers, millorant l'eficiència global de la fonamentació.
5. **Eficiència energètica i hídrica:**
    - El sistema opera principalment amb aire, eliminant la necessitat de grans volums d'aigua com a fluid de perforació, un avantatge crític en entorns amb restriccions hídriques.

1.3.3.2. Funcionament del sistema tipus SpiraFlush o comercial similar

El sistema consisteix en una tecnologia de perforació **concèntrica a rotopercussió amb aire**, on es combina un martell de fons amb el sistema **HDI Integrated Ring Bit Small** de Mincon o similar que inclou un anell de perforació integrat amb la camisa metàl·lica. Les etapes clau del funcionament són les següents:

1. **Perforació amb martell de fons :**
    - La broca està equipada amb un sistema de rentat en espiral que dirigeix l'aire pressuritzat lateralment i cap amunt, evitant la projecció directa al terreny.
    - El material extret es canalitza a través de l'espai anular entre la camisa i el varillatge, arribant a la superfície de forma controlada.
2. **Col·locació simultània de la camisa metàl·lica:**
    - La camisa metàl·lica avança amb el martell i l'anell de perforació, assegurant una posició precisa al llarg de tota la perforació.
    - L'anell de tall queda integrat al micropilot com a part de l'element estructural, millorant la transmissió de càrregues.
3. **Injecció de la beurada de ciment:**
    - La injecció es realitza mitjançant vàlvules anti-retorn, assegurant que el morter ompli completament l'espai entre el terreny i la camisa.
    - La tecnologia d'injecció utilitza un circuit tancat per evitar pèrdues de material i assegurar un farciment homogeni.
4. **Control de desviacions i estabilitat:**
    - El sistema incorpora mecanismes per mantenir la verticalitat, fins i tot en terrenys amb pendents o obstruccions com graves i blocs.

1.3.3.3. Relació amb les condicions del projecte

Segons l'estudi geotècnic de la zona, la presència de materials al·luvials saturats, combinada amb la proximitat al riu Segre i el seu meandre actiu, representa un risc significatiu per a la seguretat del terreny i les estructures. El sistema tipus **SpiraFlush**, o comercial similar, és especialment adequat per abordar aquestes condicions adverses gràcies a:

- **Condicions geotècniques del terreny:** A les zones on s'han dissenyat els micropilots es troben materials al·luvials inestables, de gra gruixut i saturats d'aigua, amb gruixos que poden superar els 20 metres en alguns punts.
- **Espais confinats:** Sovint es treballarà en zones amb limitacions de gàlib, mobilitat i accessibilitat per a eines i materials.
- **Proximitat a infraestructures sensibles:** La presència de la via de ferrocarril a menys de 2,00m de l'eix de perfioració fins al carril, infraestructura que estarà en servei mentre es perfora, fa necessari minimitzar el risc geotècnic associat al deteriorament del terreny per sistemes convencionals de perforació amb aire o aigua.
- **Restriccions logístiques:** L'entorn amb la infraestructura ferroviaria en servei dificulta la gestió i transport dels detritus generats durant la perforació on el sistema proposat facilita la concentracio en la boca i la recolida eficiente del detritus.
- **Escassetat hídrica:** A causa de la situació de sequera severa, es desaconsella l'ús de sistemes que requereixin grans volums d'aigua per al barratge.

- **La seva capacitat per evitar l'escapament d'aire** en terrenys saturats i evitar deformacions del terreny.
- **El control precís del flux d'aire en materials argilosos**, evitant bloquejos en l'anell de perforació.
- **La seva eficàcia en perforar capes de graves gruixudes i bolos** sense comprometre la qualitat de l'execució.

Aquest mètode no només assegura una execució segura i precisa, sinó que també contribueix a la sostenibilitat del projecte, minimitzant l'impacte ambiental i garantint una fonamentació robusta en un context geotècnicament desfavorable.

2. BASES DE CÀLCUL

2.1. NORMATIVA APLICADA

El càlcul de l'estructura del pont, que inclou micropilots, bigues de formigó armat i plaques alveolades de formigó pretensat, es realitzarà d'acord amb les següents normatives tècniques:

2.1.1. Normativa general i d'accions sobre estructures

- **Código Técnico de la Edificación (CTE):** Marc normatiu espanyol que regula les exigències bàsiques de seguretat estructural.
- **UNE-EN 1990:** *Eurocódigo: Bases de proyecto de estructuras*. Defineix els principis generals per al disseny estructural.
- **UNE-EN 1991:** *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras*. Especifica les accions permanents, variables i accidentals que han de considerar-se en el disseny.
- **Instrucción de Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril (IAPF):** Norma espanyola que regula les accions específiques que afecten les estructures ferroviàries.

2.1.2. Normativa per al càlcul de micropilots

- **UNE-EN 14199:** *Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Micropilotes*. Estableix els requisits per a l'execució de micropilots.
- **Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera:** Publicació del Ministeri de Foment amb recomanacions específiques per a micropilots en obres viàries.
- **API 5CT:** *Specification for Casing and Tubing*. Especifica els requisits per a tubs d'acer de grau N80 utilitzats com a armadures metàl·liques en micropilots.
- **UNE-EN 1993-1-1:** *Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero - Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación*. Regula el càlcul d'elements metàl·lics estructurals.
- **UNE-EN 10025:** *Productos laminados en caliente de aceros para estructuras*. Defineix les característiques dels acers estructurals laminats en calent.
- **UNE-EN 10219:** *Perfiles huecos estructurales de acero conformados en frío y soldados*. Aplica als perfils metàl·lics conformats en fred i soldats.

2.1.3. Normativa per al formigó estructural

- **Código Estructural:** Aprovat pel Reial decret 470/2021, de 29 de juny, aquest codi regula les estructures de formigó, acer i mixtes, substituint l'anterior *Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)*.
- **UNE-EN 1992-1-1:** *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón - Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación*. Proporciona criteris per al disseny de bigues i altres elements de formigó armat.
- **UNE-EN 1992-1-2:** *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón - Parte 1-2: Diseño de estructuras de hormigón frente al fuego.*
- **UNE-EN 206+A2:** *Hormigón. Especificación, prestaciones, producción y conformidad*. Estableix les especificacions per al formigó estructural.
- **UNE-EN 12390:** *Ensayos de hormigón endurecido*. Regula els assajos de resistència, densitat i altres propietats del formigó endurit.
- **UNE-EN 13670:** *Ejecución de estructuras de hormigón*. Especifica els requisits per a l'execució d'estructures de formigó.

2.1.4. Normativa específica per al formigó pretensat

- **UNE-EN 13369:** *Norma común para elementos prefabricados de hormigón*. Especifica requisits generals per a elements prefabricats.
- **UNE-EN 1168:** *Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares*. Estableix les especificacions per a plaques alveolades de formigó pretensat.
- **UNE-EN 13747:** *Elementos de forjado prefabricados de hormigón*. Normativa que regula els requisits específics per a l'ús d'elements prefabricats en forjats.
- **Guía de diseño de elementos prefabricados de hormigón estructural:** Proporciona recomanacions específiques per al disseny de plaques alveolades.

Aquest conjunt de normatives cobreix tots els aspectes relacionats amb el disseny i càlcul dels diferents components del pont, incloent-hi fonamentacions, estructures de formigó armat i pretensat, i elements metàl·lics. Aquesta base normativa assegura que el projecte compleixi els estàndards de seguretat, qualitat i funcionalitat establerts tant a nivell nacional com europeu.

2.2. HIPÒTESIS DE DISSENY I CRITERIS ADOPTATS

2.2.1. Accions i càrregues adoptades

Per al càlcul i disseny de l'estructura es considera el següent conjunt d'accions provinent principalment de l'acció ferroviària que graviten sobre la placa alveolar i que es transmetens de forma isostàtica a les bigues longitudinals i d'aquestes als caps dels micropilons situats cada 2m:

Carregues permanents característiques:

Carril UIC60 = 2x0,6kN/m = 1,20kN/m
Travesses cada 0,60m= 3,0kNx1/0,60 = 5,0 kN/m
Balast centre (hmig=0,40m) = 18 kN/m3 x 0,40m = 6,80kN/m2
Balast extrems (hmig=0,20m) = 18 kN/m3 x 0,20m = 4,00kN/m2
Placa alveolar + capa compressió 8cm = 8 kN/m2 (Llosa massissa gruix equivalent 0.32m)

Càrregues variables característiques:

Tren de càrregues transit ferroviària:
Càrrega mòbil = 323,29kN/m
Càrrega uniforme repartida fora tren de càrregues = 164,16kN/m

2.2.1.1. Justificació de les càrregues dinàmiques del trànsit ferroviari

Per al disseny estructural de ponts ferroviaris, és essencial considerar les càrregues dinàmiques generades pel trànsit ferroviari. A Espanya, la **Instrucción de Acciones a Considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril (IAPF)** estableix els criteris per a aquestes càrregues, utilitzant el model de tren **UIC 71** com a referència per a l'ample ibèric.

Criteris Seguits per a la Simulació de Càrregues Dinàmiques

Model de Tren UIC 71:

- **Composició:** El tren UIC 71 es compon de càrregues concentrades que representen els eixos dels vehicles ferroviaris.
- **Distribució de Càrregues:** Inclou quatre eixos de 250 kN cadascun, separats longitudinalment per 1,60 metres.
- **Càrrega Uniforme:** Després dels eixos concentrats, s'aplica una càrrega uniformement distribuïda de 80 kN/m.

Amplada de Via:

- **Ample Ibèric:** 1.668 mm.

Factors Dinàmics:

- **Coeficient de Majoració Dinàmica (Φ):** Considera les irregularitats de la via i la velocitat del tren. Segons la IAPF, aquest coeficient s'aplica a les càrregues estàtiques del tren de càrregues per obtenir les càrregues dinàmiques equivalents. EL coeficiet d'impacte l'escollim a partir del següents:

$$\Phi_2 = \frac{1{,}44}{\sqrt{L_\Phi} - 0{,}2} + 0{,}82 \qquad (\text{con } 1{,}00 \le \Phi_2 \le 1{,}67)$$

$$\Phi_3 = \frac{2{,}16}{\sqrt{L_\Phi} - 0{,}2} + 0{,}73 \qquad (\text{con } 1{,}00 \le \Phi_3 \le 2{,}0)$$

Es corresponen a graus de manteniment bo i normal. Per al l'estructura que ens ocupa cal escollir el valor de Φ_3.

Longitud determinant (Quadre B4): L_Φ= 5,80m
Φ_2 =1,47
Φ3 =1,71 Adoptem aquest valor com a coeficiet amplificador.

Coeficient de Classificació (α):

- **Valor Adoptat: α** = 1,21. Aquest coeficient ajusta les càrregues per reflectir les condicions específiques de la línia ferroviària.

Càrregues aplicades:

Càrrega uniforme repartida (sense amplificación dinámica):
q1=80x1,21 = 96 kN/m x 1,71 = **164,16 kN/m**
Càrrega tren ferroviari 250kN (sense amplificación dinámica):
q2=(250/1,60) x 1,21 = 189,06 kN/ml x 1,71 = **323,29 kN/m**

2.2.2. Combinacions de càrrega

Per a l'establiment de les condicions en **estat límit últim (ELU)** i en **estat límit de servei (ELS)**, que permeten obtenir tant els esforços majorats com els esforços en servei, així com les reaccions transmeses als micropilots i els esforços necessaris per al dimensionament de les bigues de formigó i plaques alveolars, s'han considerat les següents combinacions de càrrega:

1. **Combinacions en estat límit últim (ELU):**
    - Es contemplen les accions permanents (pes propi de l'estructura, càrregues permanents associades als acabats i instal·lacions) combinades amb les accions variables (càrregues de trànsit ferroviari, vent, temperatura, etc.).
    - Les accions s'han majorat utilitzant els coeficients de seguretat especificats en les normatives aplicables (UNE-EN 1990 i IAPF), assegurant que la resistència estructural és suficient en condicions crítiques.
2. **Combinacions en estat límit de servei (ELS):**
    - Es consideren les mateixes accions però sense majoració, per analitzar l'estructura sota condicions normals d'ús.
    - S'han considerat criteris de control de deformacions, fissuració, vibracions i tensions màximes per complir amb els requeriments funcionals de durabilitat i confort.
3. **Combinacions específiques per a accions ferroviàries:**
    - Per al trànsit ferroviari, s'han utilitzat les càrregues del model UIC 71 aplicades d'acord amb la normativa IAPF, considerant el coeficient de classificació α=1,21\alpha = 1,21α=1,21.
    - Les accions dinàmiques derivades del trànsit es transformen en accions estàtiques equivalents mitjançant el coeficient d'impacte calculat segons la taula B4 de la IAPF, amb una longitud determinant de 5,80 m.

La següent taula mostra el resums de les combinació de càrrega utilitzades:

Significat dels termes

- G_k: Càrrega permanent característica (pes propi, acabats, etc.).
- Q_k: Càrrega variable característica (trànsit ferroviari, vent, temperatura).
- A_d: Accions accidentals (impactes, descarrilaments).
- E_d: Accions sísmiques (espectre de disseny).
- γ_G: Coeficient de seguretat per a accions permanents.
- γ_Q: Coeficient de seguretat per a accions variables.
- ψ_0, ψ_1, ψ_2: Factors de combinació per a accions variables (reducció segons probabilitat de concurrència).

Combinacions de Càrrega

Tipus de combinació	Combinació d'accions	Comentaris
Estat límit últim (ELU)		
Combinació fonamental	$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot Q_{k,1} + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot Q_{k,i}$	Càlcul dels esforços màxims per resistència i estabilitat.
Combinació accidental	$G_k + A_d + \psi_1 \cdot Q_{k,1} + \psi_2 \cdot Q_{k,i}$	Considera accions accidentals (impactes, descarrilaments).
Combinació sísmiques	$G_k + \psi_2 \cdot Q_k + E_d$	Inclou accions permanents i variables combinades amb el sisme (E_d).
Estat límit de servei (ELS)		
Situació freqüent	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{k,1} + \psi_2 \cdot Q_{k,i}$	Verificació de deformacions i tensions en condicions normals de trànsit.
Situació quasi-permanent	$G_k + \psi_2 \cdot Q_k$	Anàlisi a llarg termini (fluència, consolidació del terreny, etc.).
Situació rara	$G_k + Q_{k,1} + \psi_2 \cdot Q_{k,i}$	Considera accions poc probables però possibles (vent extrem, combinacions atípiques).

En el nostre cas, utilitzarem les següents accions:

1. **Càrregues permanents (Gk):**
    - Pes del balast: 18 kN/m3 (convertit segons volum d'aplicació).
    - Pes del carril UIC-60: 0,6 kN/m.

- Pes de les travesses: 3,0 kN/m.

2. **Càrregues variables (Qk):**
   - Tren de càrregues UIC-71, segons els criteris establerts (eixos concentrats de 250 kN, càrrega uniformement distribuïda de 80 kN/m).
3. **Factors de combinació (ψ0,ψ1,ψ2):**
   - Els factors aplicats corresponen a la norma **UNE-EN 1990**, que defineix els valors per accions variables segons probabilitat de concurrència:

Tipus de combinació	Expressió	Factors aplicats	Comentaris
Combinació fonamental	$G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$	$\gamma_Q = 1,5; \gamma_G = 1,35$	Majoració per a estat límit últim (ELU).
Situació freqüent	$G_k + \psi_1 \cdot Q_k$	$\psi_1 = 0,75$	Verificació de tensions i deformacions (ELS).
Situació quasi-permanent	$G_k + \psi_2 \cdot Q_k$	$\psi_2 = 0,4$	Útil per a accions de llarga durada (fluència).
Situació rara	$G_k + Q_k + \psi_2 \cdot Q_{k,i}$	$\psi_2 = 0,4$	Considera accions poc probables (vent extrem).

2.2.3. Materials, Criteris de durabilitat i exposició ambiental

El disseny del pont enterrat considera criteris de durabilitat adaptats a les condicions ambientals descrites en l'estudi geotècnic i les exigències particulars de cada element estructural: **micropilots**, **bigues de formigó armat** i **plaques alveolades pretensades**. Es detallen les prescripcions per a la protecció, fissuració i deformabilitat en cada cas.

2.2.3.1. Micropilots

Protecció i recobriment

- **Camisa metàl·lica N80:** Recobriment mínim de **30 mm** de la camisa metàl·lica per garantir la protecció en terrenys agressius, segons la normativa **UNE-EN 14199** i l'**API 5CT**.
- **Armadura interior:** Recobriment mínim de **30 mm** per a l'acer interior en entorns XA2, segons el **Código Estructural**.

Beurada de ciment

- **Tipus de ciment:** CEM II 42,5 N, resistent a sulfats, segons l'exposició XA2.
- **Relació aigua/ciment:** a/c=0,5
- **Pressió d'injecció:** Especificada per assegurar la completa omplerta del micropilot i evitar la formació de buits o interrupcions en l'anul·lar.
- **Circuit tancat d'injecció:** Es garanteix un farciment complet fins a la recuperació de la beurada en superfície.

Control d'assentaments

- Els micropilots han de suportar les càrregues transmeses per l'estructura, assegurant que els assentaments diferencials no superin els valors límit especificats al model de càlcul.

2.2.3.2. Bigues de formigó armat

Protecció i fissuració admissible

- **Fissuració (wk):** Segons el **Código Estructural** i l'**UNE-EN 1992-1-1**, l'obertura màxima de fissures serà de **0,3 mm** per assegurar la protecció de l'armadura en condicions XA2.
- **Recobriment:** Recobriment mínim de **40 mm** sobre les armadures per garantir la protecció contra la corrosió.

Deformació màxima permesa

- La deformació màxima permesa de les bigues serà de **l/500**, equivalent a **11,64 mm** per a una llum de 5,82 m. Aquesta limitació assegura el manteniment de les propietats mecàniques i funcionals de l'estructura.

Materials

- **Formigó:** Classe mínima C35/45 amb propietats adaptades a les condicions XA2.

2.2.3.3. Plaques alveolades pretensades

Protecció i fissuració admissible

- **Fissuració (wk):** L'obertura màxima de fissura serà de **0,2 mm**, més restrictiva que les bigues, segons les normes **UNE-EN 1168** i **UNE-EN 1992-1-1**.
- **Recobriment:** Es garantirà un recobriment mínim de **25 mm** sobre les armadures pretensades, adaptat a les condicions XA2.

Deformació màxima permesa

- La deformació màxima permesa serà de **l/1000**, equivalent a **5,82 mm** per a una llum de 5,82 m. Aquest criteri assegura que les deformacions no afectin la funcionalitat de l'estructura ni el trànsit ferroviari.

Materials i execució

- **Formigó pretensat:** Classe mínima C50/60 amb relació aigua/ciment ajustada per durabilitat i resistència.

Taula resum dels criteris de durabilitat i deformabilitat

Element	Recobriment mínim	Fissuració admissible (w_k)	Deformació màxima	Materials
Micropilots	30 mm (camisa) / 50 mm (armadura)	No aplicable	Control d'assentaments	Beurada CEM I 42,5 N, relació $a/c = 0,5$
Bigues de formigó armat	40 mm	0,3 mm	$l/500 = 11,64\,\text{mm}$	C35/45, classe XA2
Plaques alveolades	25 mm	0,2 mm	$l/1000 = 5,82\,\text{mm}$	C50/60, classe XA2

Normatives aplicades

- **Código Estructural (Reial decret 470/2021):** Prescripcions sobre durabilitat, recobriments i fissuració.
- **UNE-EN 1992-1-1 (Eurocodi 2):** Requisits de deformabilitat, fissuració i protecció d'armadures.
- **UNE-EN 206+A2:** Classes d'exposició i requisits de dosificació del formigó.
- **UNE-EN 1168:** Especificacions per a plaques alveolades pretensades.
- **UNE-EN 14199:** Execució de treballs geotècnics especials. Micropilots.
- **API 5CT:** Especificacions per a tubs i armadures metàl·liques.

2.2.4. Models de càlcul. Software utilitzat

Per a la verificació i validació dels diferents elements estructurals, s'han utilitzat diversos programes d'anàlisi, càlcul i verificació basats en mètodes avançats d'enginyeria. Aquests programes han permès abordar amb precisió els càlculs i simulacions necessàries per al projecte. El programari utilitzat ha estat el següent:

2.2.4.1. Autodesk Robot Structural Analysis (RSA)

Autodesk Robot Structural Analysis (RSA) és un programari avançat d'anàlisi estructural basat en la metodologia dels **Elements Finits (MEF)**. Desenvolupat per Autodesk, és ideal per al càlcul d'estructures complexes en l'àmbit de l'enginyeria civil i l'edificació.

Característiques principals

- **Metodologia dels Elements Finits (MEF):** Divideix l'estructura en elements finits interconnectats per calcular amb precisió esforços, deformacions i reaccions.
- **Àmplia aplicabilitat:** Admet diferents tipologies estructurals, com edificis, ponts i fonamentacions, amb capacitat d'analitzar accions estàtiques i dinàmiques.
- **Normatives internacionals:** Incorpora les normatives de disseny estructural, com els Eurocodis, que permeten validar els resultats segons criteris reglamentaris.

Aplicació en el projecte

En aquest projecte, RSA s'ha utilitzat específicament per al modelatge i l'anàlisi dels esforços i reaccions transmeses als micropilots. Els usos destacats han estat:

1. **Anàlisi de combinacions de càrrega:** S'han aplicat accions permanents, variables i accidentals segons l'**Eurocodi 1** i la **IAPF**.
2. **Reaccions sobre micropilots:** RSA ha calculat les forces i moments transmesos als micropilots per assegurar el dimensionament adequat.
3. **Modelatge tridimensional:** Creació d'un model 3D de l'estructura del pont, incloent propietats dels materials, geometries i condicions de frontera.
4. **Optimització del disseny:** Simulació de càrregues reals per verificar la resistència i estabilitat estructural.

2.2.4.2. GEO5 de Fine Software

GEO5 és un conjunt de programes desenvolupat per **Fine Software** per a l'anàlisi geotècnica i el disseny de fonamentacions. En aquest projecte, s'han utilitzat els mòduls **Pile Group** i **Micropile** per al càlcul i verificació dels micropilots.

Mòdul Pile Group

Aquest mòdul s'utilitza per analitzar grups de pilots o micropilots connectats per una placa rígida, emprant tant mètodes analítics com el mètode de molla (FEM).

- **Anàlisi de capacitat portant vertical:** Calcula la capacitat portant del grup de pilots en sòls cohesius i no cohesius, considerant la interacció entre els pilots i el terreny.

- **Anàlisi de settlements:** Determina els assentaments del grup de pilots sota càrregues aplicades, utilitzant mètodes com el de Poulos per a sòls no cohesius.
- **Distribució d'esforços i desplaçaments:** Avalua la distribució de desplaçaments i esforços al llarg de cada pilot dins del grup.
- **Disseny de reforç:** Permet el dimensionament de l'armadura dels pilots segons normatives com l'EN 1992-1 (EC 2).

Aplicació en el projecte:

S'ha realitzat un model numèric geotècnic d'un tram de pont amb 4+4 micropilots, comprovant l'estabilitat, els assentaments i la verificació estructural de la camisa metàl·lica.

Mòdul Micropile

Aquest mòdul està destinat a la verificació de micropilots reforçats amb tubs o barres d'acer, considerant tant el tronc com l'arrel del micropilot.

- **Verificació de la capacitat portant:** Avalua la capacitat portant del tronc i l'arrel del micropilot, utilitzant mètodes com els de Lizzi, Littlejohn i Bustamante.
- **Anàlisi de pandeig:** Inclou la verificació del pandeig del micropilot segons teories com la de Salas i Souch.
- **Verificació de la secció transversal:** Comprova la resistència de la secció del micropilot ajustada a la vida útil projectada.

Aplicació en el projecte:

S'han verificat les capacitats portants dels micropilots, incloent l'efecte de pandeig i la resistència de la camisa metàl·lica sota les condicions de càrrega previstes.

2.2.4.3. Struct4U - Mòdul XBeam2D

XBeam2D és un programari desenvolupat per **Struct4U** per a l'anàlisi i el disseny de bigues en 2D. En aquest projecte, s'ha utilitzat per a la modelització, càlcul i verificació segons l'**Eurocodi 2** de les bigues longitudinals de formigó armat que s'executaran in situ i on recolzen les plaques alveolars.

Característiques principals

- **Anàlisi estructural 2D:** Permet el càlcul de bigues de formigó, acer o fusta sobre múltiples suports.
- **Disseny segons Eurocodi 2:** Inclou mòduls integrats per al disseny i la verificació de reforços segons l'EN 1992-1-1.
- **Interfície intuïtiva:** Facilita la introducció de dades i la modificació interactiva del reforç longitudinal i els estreps.

Aplicació en el projecte

En aquest projecte, XBeam2D s'ha utilitzat per:

Modelització de les bigues longitudinals: Creació d'un model detallat de les bigues de formigó armat que suporten les plaques alveolars.

Càlcul d'esforços i deformacions: Anàlisi de les càrregues aplicades i determinació dels esforços interns i les deformacions resultants.

Verificació segons Eurocodi 2: Comprovació que les bigues compleixen els requisits de resistència i servei establerts a l'EN 1992-1-1.

2.2.4.4. Placa alveolada – Verificació a partir de fitxes tècniques

La verificació de les plaques alveolades de 40 cm de cantell amb una capa de compressió de 10 cm s'ha realitzat seguint els passos següents:

Obtenció dels esforços de càlcul i servei:

- Utilitzant el model estructural realitzat amb **RSA**, s'han obtingut els moments flectors i esforços tallants de càlcul per a l'estat límit últim (ELU).
- També s'han obtingut els moments flectors característics en servei per a la combinació freqüent en l'estat límit de servei (ELS).

Verificació de les plaques:

- La verificació s'ha realitzat a partir de les fitxes tècniques del fabricant **Zenet Prefabricados, S.L.**.
- Les fitxes asseguren el correcte dimensionament de les plaques segons les condicions de càrrega, resistència i deformabilitat especificades en el projecte.

Avantatges d'aquest mètode

- **Precisió basada en dades reals:** L'ús de les fitxes del fabricant proporciona una verificació directa de les plaques sota les condicions específiques del projecte.

- **Fiabilitat normativa:** Les plaques compleixen amb la normativa **UNE-EN 1168** i estan optimitzades per al trànsit ferroviari.

L'ús combinat d'aquests programes ha permès una anàlisi detallada i precisa dels elements estructurals i geotècnics del projecte, assegurant el compliment dels requisits de seguretat i funcionalitat establerts.

2.3. FONAMENTACIÓ AMB MICROPILONS

2.3.1. Descripció del sistema de fonamentació

La fonamentació de l'estructura es resol mitjançant **micropilons de tipus autoperforant**, una solució adequada per a terrenys amb baixa capacitat portadora i condicions geotècniques complexes. Els micropilons adoptats són del tipus **N80**, amb camisa metàl·lica d'un diàmetre de 219,1 mm i un gruix de 12,5 mm, complint amb les especificacions de la norma **API**.

La longitud dels micropilons s'ha determinat segons la resistència del terreny i l'optimització del comportament estructural, adoptant les següents dimensions:

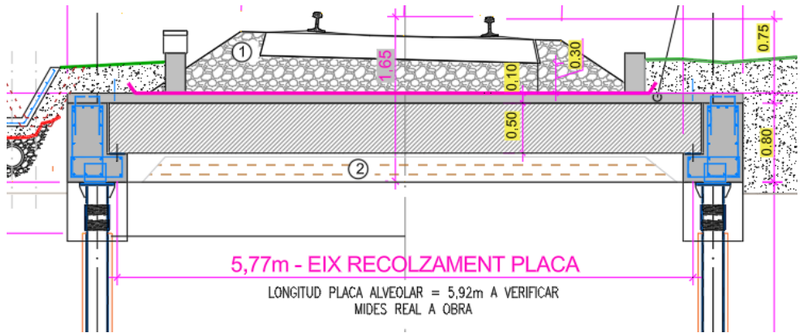
- **Tram 1:** 19,60 m.
- **Tram 2:** 21,20 m.
- **Tram 3:** 23,40 m.

El sistema de perforació utilitzat és del tipus **SpiraFlush (o sistema comercial similar)**, que permet la perforació amb aire comprimit i el retorn controlat del detritus pel tub de revestiment, minimitzant l'impacte sobre el terreny i garantint l'estabilitat durant la perforació.

Els **micropilons** es disposen formant una cortina a banda i banda del traçat ferroviari, amb una separació longitudinal de 2,00 m entre ells. Aquesta configuració permet garantir una distribució òptima de les càrregues i una estabilitat adequada de la fonamentació.

Sobre els micropilons es recolzen les **bigues longitudinals en forma de -L- de formigó armat**, que actuen com a elements intermedis de suport estructural. Aquestes bigues constitueixen la base sobre la qual es col·loca el **tauler del pont**, format per **plaques alveolars pretensades**, que compleixen les exigències de resistència i rigidesa requerides per al trànsit ferroviari.

La següent imatge mostra una secció transversal del pont, on es pot observar el sistema estructural adoptat, incloent-hi la disposició dels micropilons, les bigues longitudinals i les plaques alveolars:



2.3.2. Model de càlcul utilitzat. Software utilitzat

El model numèric de la fonamentació amb micropilons s'ha realitzat utilitzant el programari **GEO5** en el mòdul "Grup de Pilots", seguint la metodologia de modelatge per **mètodes de ressorts** i d'acord amb els criteris de disseny establerts pel **Eurocodi 7 (EN 1997-1)**. A continuació, es descriuen els detalls del modelatge, les hipòtesis adoptades i els resultats obtinguts.

2.3.2.1. Configuració del model

- **Àrea modelada:** S'ha considerat un tram de 8 metres de longitud del pont, amb **4 micropilons a cada banda** del traçat ferroviari (un total de 8 micropilons).
- **Distribució dels micropilons:**
  - **Separació longitudinal:** 2,00 metres entre eixos.
  - **Separació transversal:** 6,22 metres entre eixos de les cortines.
- **Longitud dels micropilons:** 19,60 metres (corresponent al tram 1, el més desfavorable).
  - **Rao d'elecció del tram 1:** És el tram amb menor encastament als estrats portants (marges), amb una capa més gruixuda d'**llims arenosos** i una capa més fina de **graves i còdols**.
- Tota la longitud del micropiló es considera injectada amb beurada de ciment.
- La verificació realitzada consisteix a analitzar el grup de 8 micropilons mitjançant el **mètode dels ressorts (Spring Method)**. Cada micropiló s'ha modelat com una **biga sobre sòl elàstic**, dividint-lo en 10 seccions per calcular els valors de les molles horitzontals i verticals.
- El procés de càlcul i verificació s'ha dut a terme mitjançant la **variant de deformació del mètode dels elements finits (FEM)**.

- Les càrregues aplicades a cada micropiló s'han extret del **model estructural global del tauler**, calculat amb el programari **Robot Structural Analysis (RSA)**.

- La verificació dels micropilons s'ha realitzat seguint la metodologia dels **Estats Límits**, que permet validar tant la resistència de la secció transversal de la camisa com la capacitat de la zona injectada.

- S'ha analitzat l'estabilitat interna del micropiló (vinclament) comparant l'esforç axial amb l'**axil crític (Ncr)**, que provocaria la fallida per vinclament dins el sòl circumdant. Per al càlcul de Ncr, s'ha utilitzat el **mètode geomètric d'Euler**, considerant el mòdul de reacció horitzontal del sòl (kh, mòdul de Winkler). El coeficient de reducció aplicat a l'axil crític (γmf) s'ha pres com a 1, és a dir, sense reduccions.

- La capacitat portant de la secció transversal de la camisa d'acer s'ha verificat combinant el moment flector i la càrrega de compressió, considerant el **coeficient de vinclament**. Es té en compte que la compressió es transmet tant per la camisa d'acer com per la beurada de ciment, però depreciant la contribució de la beurada quan es troba traccionada. Els factors parcials de seguretat aplicats han estat:

    - **γss=1,5:** Reducció de la resistència de l'acer.

    - **γsc=1,5:** Reducció de les característiques de resistència de la beurada.

- La **capacitat portant per fregament** s'ha determinat segons la **metodologia de Lizzi**, àmpliament utilitzada i integrada en el programari **GEO5**. Aquesta capacitat depèn de la resistència al fregament límit entre la superfície del micropiló i el terreny, que varia en profunditat segons els estrats següents:

    - **Llims arenosos:** 36,36 kPa.

    - **Graves i còdols:** 96,67 kPa.

    - **Estrat de margues:** 121,21 kPa, corresponent a l'encastament final al sòl de gran cohesió i elevada rigidesa.

Aquests valors s'han obtingut a partir del **fregament unitari límit per fust**, calculat segons la formulació establerta a la **Guia de Recomendaciones para el Proyecto, Construcción y Control de Micropilotes del Ministerio de Fomento (1997)**, que defineix la resistència de fregament en funció de les característiques del terreny. Tal com es mostra en el següent apartat on es detalla el càlcul dels valors de fregament per fust.

Amb els valors de fregament unitari obtinguts de la guia, s'ha aplicat la **teoria de Lizzi** per determinar la capacitat portant total del micropiló per fregament, integrant les resistències per tota la longitud del micropiló.

2.3.3. Justificació del càlcul del fregament unitari per fust a compressió.

Com s'ha comentat, els valors de resistència a l'enfonsament per fregament lateral del micropiló s'han obtingut a partir del **fregament unitari límit per fust**, calculat segons la formulació establerta a la **Guia de Recomendaciones para el Proyecto, Construcción y Control de Micropilotes del Ministerio de Fomento (1997)**, que defineix la resistència de fregament en funció de les característiques del terreny. Es mostra a continuació el desenvolupament del càlcul:

COMPROBACIÓN DE MICROPILOTES SEGÚN PROFUNDIDAD DE PERFORACIÓ		
(Introducir valores celdas amarillas)		
DATOS MICROPILOTE ZONA 1		
Diametro nominal perforación (dp)	275	mm
Perimetro contacto terreno (pc)	0,86	m
Longitud perforada de cáclulo (lm)	19,6	m
Límite elàstico armadura tubular (fy)	552	Mpa
Diámetro exterior armadura (de)	219,1	mm
Diámetro interior de l'armadura tubular (di)	194,1	mm
Espesor armadura tubular (et)	12,5	mm
Resist. caract. compresión lechada Cemento (fck)	25	Mpa
Densidad armadura tubular (dst)	78,5	kN/m3
Densidad lechada cemento (dch)	22	kN/m3
Recubrimiento mínim armatdura tubular (r)	30	mm
Reducción del espesor por corrosión (re)	1,2	mm

PROPIEDADES DEL TERRENO	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Σ	Notas
ZONA 1	Limo arcilloso	Cantos y gravas	Marga Yesifera		
Longitud del sondeo (m)	4	4	25,3		
Potencia del estrato (m)	4,85	6	14,45		
Longitud de empotramiento micropilote (m)	4,85	6	8,7		Se verifica: Lemp >=6D
SPT (N30)	12	25	-		
Resistencia compresión simple (qu) kN/m2	-	-	1032,5		
Resistencia a tall sense drenatge (cu) kN/m2	2,4	6,5	516		
Coeficiente de empuje pasivo terreno granular (kp)	3,18	3,06	3,19		
Angulo de rozamineto interno (Φ) º	31,4	30,5	31,5		
Peso aparente del suelo (γa) kN/m3	18,5	21,5	20		
Parámetro del suelo (Módulo Winkler) según Bowles (k) MN/m3	70	220	400		Modulo de Winkler según Bowles (GEO5)
Módulo lineal de reacción del subsuelo (kh) MN/m3	2,50	7,97	14,28		Modul de reacción lineal horizontal (GeO5)
Rozamiento unitario límite por fuste (rf,lim) kN/m2	60	160	200		Bustamante (fig. 3.3)
Coeficient de minoración (Fr)	1,65	1,65	1,65		Tabla 3.2
Rozamiento unitario por fuste a compresió (rfc,d) kN/m2	**36,36**	**96,97**	**121,21**		
Resistencia de cáclulo por fuste (Rfc,d) kN	152,37	502,65	911,06	1566,08	
Resistencia de cáclulo por punta (Rp,d) kN	-	-	136,66	136,66	
Resistencia de cálculo frente al fallo hundimiento (Rc,d) kN	152,37	502,65	1047,72	**1702,74**	kN

2.3.4. Justificació del càlcul de la resistència a tallant vertical superficial per a seccions circulars segons el model Winkler-Pasternak.

El model **Winkler-Pasternak** és una aproximació que descriu el comportament del sòl en interacció amb una estructura, en aquest cas, amb un micropiló. Aquesta metodologia l'hem

utilitzat amb el software GEO5 per calcular la resistència a tallant vertical superficial per a seccions circulars en funció de les propietats del sòl i la geometria del micropiló.

Aquest model proporciona una estimació realista de la resistència a tallant vertical, considerant les propietats del sòl i la geometria del micropiló. Aquesta resistència és clau per verificar la seguretat i estabilitat dels micropilons, especialment en estrats de sòl de baixa capacitat portant**. S'adjunta full de càlcul propi amb la obtenció dels valors del resistència a tallant vertical kv(MN/m3):**

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A CORTANTE (VERTICAL) SUPERFICIAL PARA SECCONS TRANSVERSALES CIRCULARES INTRODUCIDAS EN EL TERRENO

(Calculada según los parametrso C1 y C2 del modelo Winkler-Pastermak a partir del modulo de deformación del suelo)

FORMULACIÓN SECCIÓ TRANSVERSAL CIRCULAR (MICROPILOTE)

$$k = 2\pi r\sqrt{C_1 C_2}\frac{K_1(\alpha r)}{K_2(\alpha r)}$$

r	Radio de la sección transversal del Micropilote
c1, c2	Paramentros del suelo según model Winkler
K1(α·r)	Valor de la función de Bessel K1
K2(α·r)	Valor de la función de Bessel K2
α	$\sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$

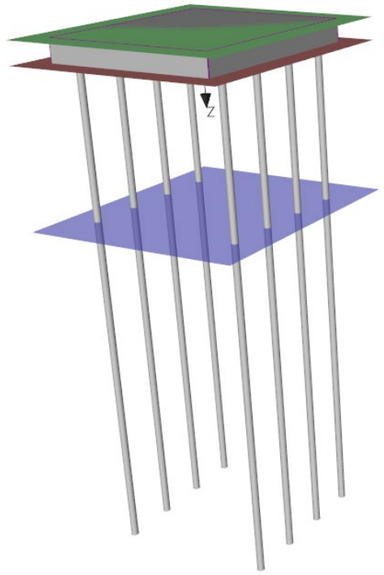
NIVEL GEOTECNICO		Deformability modulus Edef[Mpa]	Poisson's ratio ν	Acting width b (mm)	Ratio H/b H=Deformation zone deph	C1 [MN/m3]	C2 [MN/m]	r [m]	α	Punto de Bessel modif. α·r	Funció de Bessel modif. K1(α·r)	Funció de Bessel modif. K2(α·r)	Shear modulus of reaction kv [MN/m3]
Balast	0 - 1m												
Qt2-al	1m-5,85m	8,3	0,4	1000	2	27,78	7,14	0,175	1,97	0,345	2,4511	4,6861	8,10
Qt2-gs	5,85m-11,85m	24,8	0,3	1000	2	43,43	11,07	0,175	1,98	0,347	2,4386	4,6551	12,63
Epmgx	11,85m--∞	150	0,3	1000	2	160,43	80,21	0,175	1,41	0,247	3,0377	6,1946	61,17

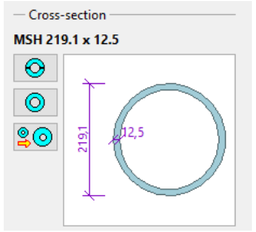
Calculat els valors aproximats de **C1** i **C2** per als tres estrats segons les dades de l'informe geotècnic. Per als paràmetres de suposició, he assumit un **ample de cimentació B de 1.0 m** i una **profunditat de zona deformada H de 2.0 m**. Aquí tens els valors resultants:

Estrat	Profunditat (m)	ν	Edef (MPa)	C1 (MN/m³)	C2 (MN/m)
Qt2_al (lim argilós sorrenc)	0.00 – 1.90	0.40	10.0	27.78	7.14
Qt2_gs (graves sorrencs)	1.90 – 3.10	0.40	24.8	43.43	11.07
EPmgx (margues amb guixos)	3.10 – 4.90	0.25	150.0	160.43	80.21

2.3.5. Verificació dels micropilons.

Verification of pile group





2.3.5.1. Materials and standards

Concrete structures :	EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 :	standard
Steel structures :	EN 1993-1-1 (EC3)
Partial factor on bearing capacity of steel cross section :	γ_{M0} = 1,00

2.3.5.2. Soil parameters

NIVEL 1 - LIMO ARENOSO (Qt2-al)

Unit weight :	γ	=	21,15 kN/m³
Angle of internal friction :	φ_{ef}	=	31,40 °
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	5,00 kPa
Deformation modulus :	E_{def}	=	10,00 MPa
Poisson's ratio :	ν	=	0,40
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	22,00 kN/m³
Coefficient :	k	=	2,12 MN/m³
Angle of dispersion :	β	=	19,62 °

NIVEL 2 - CANTOS Y GRAVAS (Qt2-gs)

Unit weight :	γ	=	21,50 kN/m³
Angle of internal friction :	φ_{ef}	=	34,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Deformation modulus :	E_{def}	=	24,80 MPa
Poisson's ratio :	ν	=	0,40
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	22,00 kN/m³
Coefficient :	k	=	6,75 MN/m³
Angle of dispersion :	β	=	19,06 °

NIVEL 3 - MARGA YESÍFERA

Unit weight :	γ	=	22,00 kN/m³
Angle of internal friction :	φ_{ef}	=	38,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	13,00 kPa
Deformation modulus :	E_{def}	=	150,00 MPa
Poisson's ratio :	ν	=	0,25
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	22,00 kN/m³
Coefficient :	k	=	12,10 MN/m³
Angle of dispersion :	β	=	19,68 °

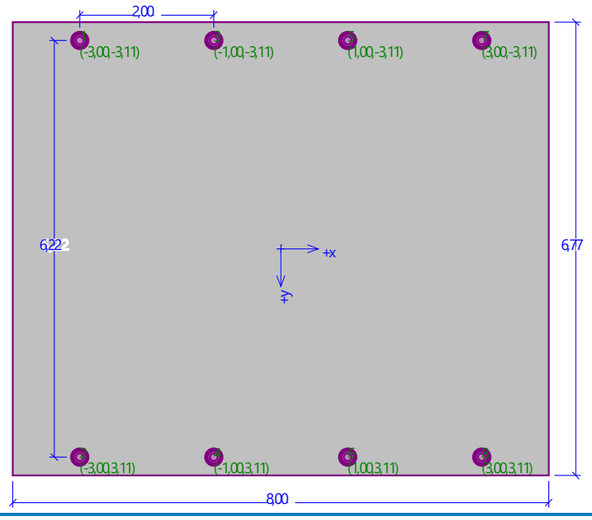
2.3.5.3. Construction

Width of pile cap	b_x	=	8,00	m
	b_y	=	6,77	m
Pile diameter	d	=	0,22	m
Number of piles	n_x	=	4	
	n_y	=	2	
Spacing of piles	s_x	=	2,00	m
	s_y	=	6,22	m

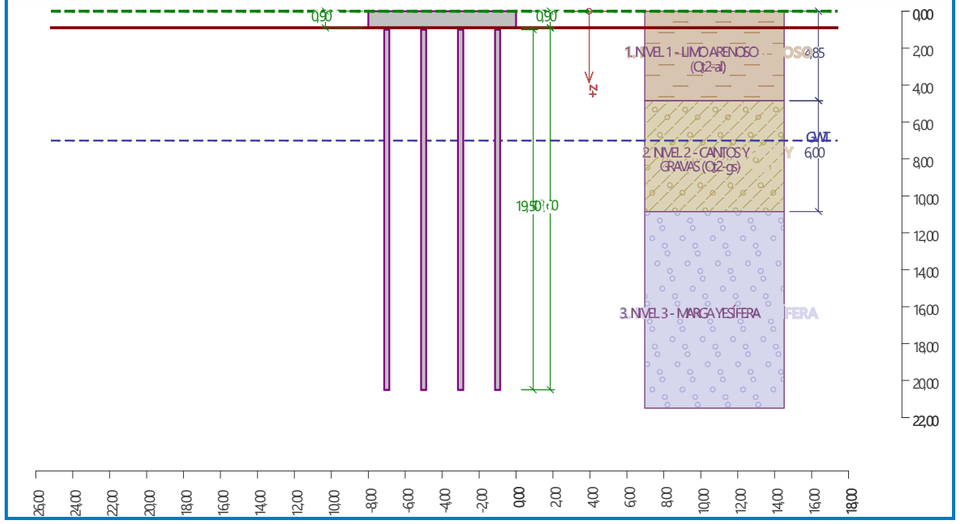
2.3.5.4. Cross-section : MSH 219.1 x 12.5

Diameter	=	219,1	mm
Web thickness	=	12,5	mm

Name : Planta encepat	Stage - analysis : 1 - 0
Description : Encepat micropilons piles passera.	



Name : Secció transversal Micropilons piles	Stage - analysis : 1 - 0
Description : Geometria encepat piles i estratigrafia considerada	



2.3.5.5. Geometry

Thickness of pile cap	t	=	0,90	m
Length of piles	l	=	19,60	m
Diameter of root	d_r	=	0,28	m
Root length	l_r	=	19,50	m
Resistance of foundation soil	R	=	0,00	kPa

2.3.5.6. Material of structure

Unit weight γ = 23,00 kN/m^3
Analysis of concrete structures carried out according to the standard EN 1992-1-1 (EC2).
Concrete : C 35/45

Cylinder compressive strength	f_{ck}	=	35,00	MPa
Tensile strength	f_{ctm}	=	3,20	MPa
Elasticity modulus	E_{cm}	=	34000,00	MPa
Shear modulus	G	=	14167,00	MPa

Structural steel: American Petroleum Institute): API N80 (user defined)

Yield strength	f_y	=	552,00	MPa
Ultimate tensile strength	f_u	=	689,00	MPa
Elasticity modulus	E	=	210000,00	MPa
Shear modulus	G	=	81000,00	MPa

2.3.5.7. Determination of vertical springs

Spring on the base k_p = 17,32 MN/m.

2.3.5.8. Shear modulus of subsoil reaction (veure full excel 2.3.4)

Depth [m]	k_v [MN/m³]
0.00	8.10
1.00	8.10
1.01	8.10
5.85	8.10
5.86	12.63
11.85	12.63
11.86	61.17
18.60	61.17
18.70	61.17
19.60	61.17

2.3.5.9. Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	4,85	0,00 .. 4,85	NIVEL 1 - LIMO ARENOSO (Qt2-al)	
2	6,00	4,85 .. 10,85	NIVEL 2 - CANTOS Y GRAVAS (Qt2-gs)	
3	-	10,85 .. ∞	NIVEL 3 - MARGA YESÍFERA	

2.3.5.10. Load

No.	Load new	Load change	Name	Type	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]
1	Yes		ELU_597,46 kN x 8 + (Horitzontal el 5%)	Design	4779,68	0,00	0,00	238,98	238,98	0,00
2	Yes		ELS_342.53 (Freqüent) x 8 + (horitzontal el 5%)	Service	2740,24	0,00	0,00	137,01	137,01	0,00

2.3.5.11. Ground water table

The ground water table is at a depth of 7,00 m from the original terrain.

2.3.5.12. Global settings

Analysis type : spring method - micropiles
Type of pile : floating piles - input the stiffness of springs
Connection piles / pile cap : hinge
Modulus of reaction : linear

2.3.5.13. Analysis results

Maximum internal forces (all load cases)

Maximum compressive force = -811,42 kN
Minimum compressive force = -44,97 kN
Max. bending moment = 120,02 kNm
Max. shear force = 42,08 kN

Maximum displacements (only service load cases)

Max. settlement = 3,2 mm
Maximum horizontal displacement of pile cap = 195,9 mm
Max. rotation of pile cap = 1,1E-03 °

Maximum internal forces (all load cases)

Load : 1	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]	M_{max} [kNm]	Q_{max} [kN]
pile 1 - 1	-779,16	-65,85	120,02	42,08
pile 1 - 2	-789,92	-66,71	119,97	42,06
pile 1 - 3	-800,67	-67,57	119,91	42,04
pile 1 - 4	-811,42	-68,43	119,86	42,03
pile 2 - 1	-761,87	-64,47	119,85	42,02

Load : 1	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]	M_{max} [kNm]	Q_{max} [kN]
pile 2 - 2	-772,63	-65,33	119,80	42,01
pile 2 - 3	-783,38	-66,19	119,75	41,99
pile 2 - 4	-794,13	-67,05	119,70	41,97

Load : 2	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]	M_{max} [kNm]	Q_{max} [kN]
pile 1 - 1	-527,43	-45,76	68,81	24,13
pile 1 - 2	-533,59	-46,25	68,78	24,12
pile 1 - 3	-539,76	-46,74	68,75	24,10
pile 1 - 4	-545,92	-47,24	68,72	24,09
pile 2 - 1	-517,51	-44,97	68,71	24,09
pile 2 - 2	-523,68	-45,46	68,68	24,08
pile 2 - 3	-529,84	-45,95	68,65	24,07
pile 2 - 4	-536,01	-46,45	68,62	24,06

2.3.5.14. Analysis of micropile

Materials and standards

Concrete structures :	EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 :	standard
Steel structures :	EN 1993-1-1 (EC3)
Partial factor on bearing capacity of steel cross section :	γ_{M0} = 1,00

Micropiles

Verification of section :	geometric method (Euler)
Verification of root :	Lizzi theory
Verification methodology :	Limit states (LSD)

Reduction coeff. of soil parameters Permanent design situation			
Reduction coeff. of internal friction :	$\gamma_{m\varphi}$ =	1,25	[–]
Reduction coeff. of cohesion :	γ_{mc} =	1,40	[–]
Reduction coeff. of critical force :	γ_{mf} =	1,00	[–]
Reduction coeff. for cement mixture :	γ_{sc} =	1,50	[–]
Reduction. coeff of steel strength :	γ_{ss} =	1,50	[–]

Reduction coeff. of soil parameters Permanent design situation			
Reduction coeff. of root bearing capacity :	γ_r =	1,50	[–]

Soil parameters

NIVEL 1 - LIMO ARENOSO (Qt2-al)

Unit weight :	γ =	21,15	kN/m³
Angle of internal friction :	φ_{ef} =	31,40	°
Cohesion of soil :	c_{ef} =	5,00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat} =	22,00	kN/m³

NIVEL 2 - CANTOS Y GRAVAS (Qt2-gs)

Unit weight :	γ =	21,50	kN/m³
Angle of internal friction :	φ_{ef} =	34,00	°
Cohesion of soil :	c_{ef} =	0,00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat} =	22,00	kN/m³

NIVEL 3 - MARGA YESÍFERA

Unit weight :	γ =	22,00	kN/m³
Angle of internal friction :	φ_{ef} =	38,00	°
Cohesion of soil :	c_{ef} =	13,00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat} =	22,00	kN/m³

Geometry

Diameter	=	219,1	mm
Wall thickness	=	12,5	mm

Free length of pile	l =	0,10	m
Root length	l_r =	19,50	m
Diameter of root	d_r =	0,28	m
Pile inclination from vertical	α =	0,00	°
Pile head offset	l_a =	0,00	m

Material of structure

Unit weight γ = 23,00 kN/m³
Analysis of concrete structures carried out according to the standard EN 1992-1-1 (EC2).

Concrete : C 35/45

Cylinder compressive strength	f_{ck} =	35,00	MPa
Elasticity modulus	E_{cm} =	34000,00	MPa

Structural steel: American Petroleum Institute): API N80 (user defined)
Yield strength f_y = 552,00 MPa
Elasticity modulus E = 210000,00 MPa

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	3,95	0,00 .. 3,95	NIVEL 1 - LIMO ARENOSO (Qt2-al)	
2	6,00	3,95 .. 9,95	NIVEL 2 - CANTOS Y GRAVAS (Qt2-gs)	
3	-	9,95 .. ∞	NIVEL 3 - MARGA YESÍFERA	

Load

No.	Load new	Load change	Name	Force N [kN]	Moment M [kNm]
1	Yes		LC 1	811,42	120,02
2	Yes		LC 2	44,97	120,02

Ground water table

The ground water table is at a depth of 7,00 m from the original terrain.

2.3.5.15. Cross-section verification 1

Analysis carried out with an automatic selection of the most unfavorable load cases.

Calculation with corrosion effect
Intended durability t = 100 [year]
Soil type: native soils

Internal stability check: geometric method (Euler)
calculation of section effective length - bearing (hinged-hinged).

Modulus of subsoil reaction E_p = 25,00 MN/m³
Calculate number of halfwaves n = 2,67
Effective length l_{cr} = 2,58 m

Critical normal force N_{crd} = 15567,23 kN
Maximal normal force N_{max} = 811,42 kN
Internal stability of micropile section is SATISFACTORY

Verification of coupled section bearing capacity:
The maximum utilization of the cross-section is for the load case No. 1

Area of ideal cross-section A_i = 1,21E+04 mm²
Moment of inertia of ideal cross-section J_i = 4,99E+07 mm⁴
Beam slenderness λ = 40,108
Buckling coefficient κ = 0,893
Location of neutral axis = -43,4 mm

Stress in steel = 260,87 MPa
Design strength of steel = 368,00 MPa
Coupled section of micropile is SATISFACTORY

2.3.5.16. Root verification

Calculation method - Lizzi theory.
Coefficient of root diameter influence = 0,80

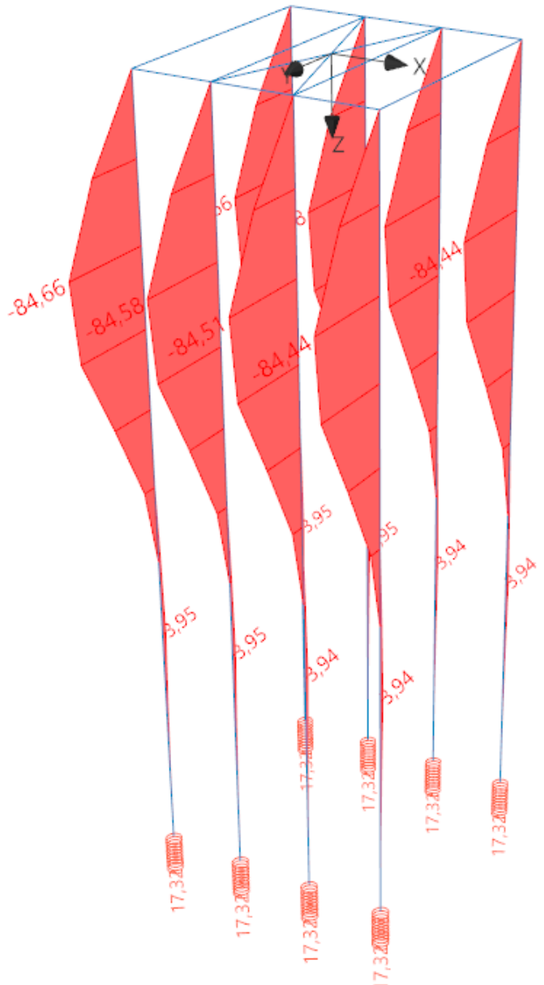
Skin friction on the root

No.	Coordinate [m]	Friction [kPa]
1	0,00	36,36
2	0,19	36,36
3	1,20	36,36
4	1,21	36,36
5	3,95	36,36
6	3,96	96,97
7	9,95	96,97
8	9,96	121,21
9	19,50	121,21

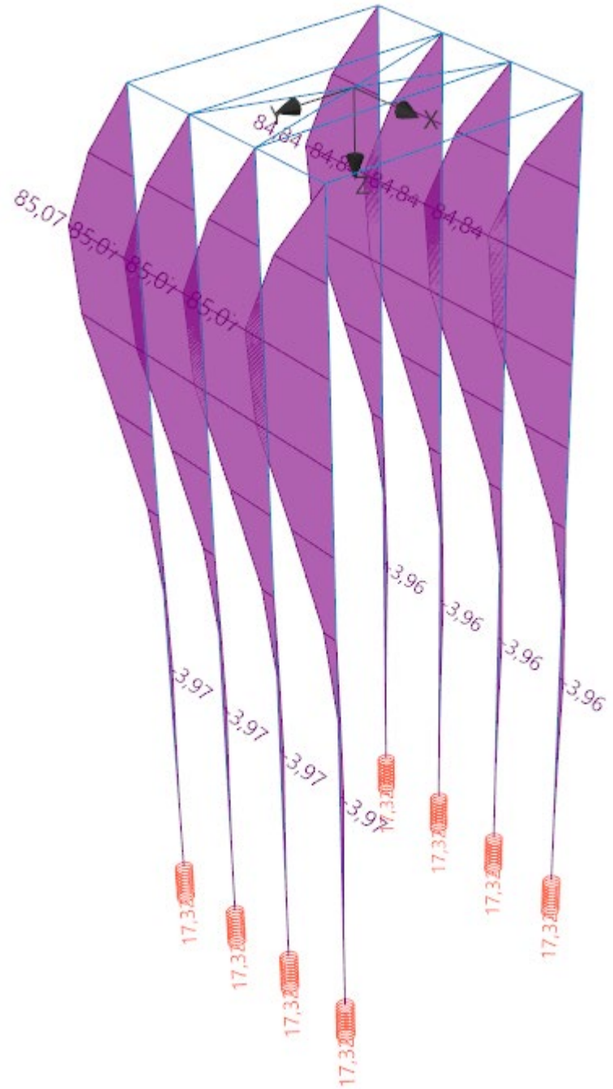
Verification of compressive micropile
Shaft resistance R_s = 1324,80 kN
Design bearing capacity of the micropile root R_d = 883,20 kN
Maximum normal force N_{max} = 811,42 kN
Bearing capacity of compressive micropile is SATISFACTORY

RESUM DE LES GRÀFIQUES D'ESFORÇOS:

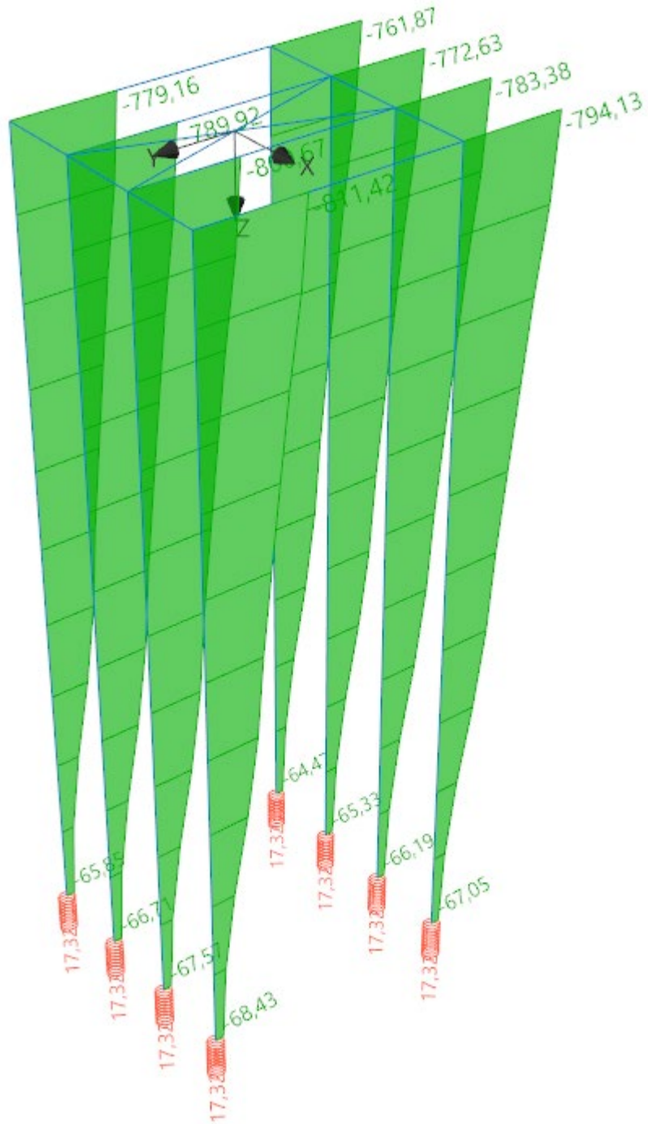
Bending moment Mx (kN·m):



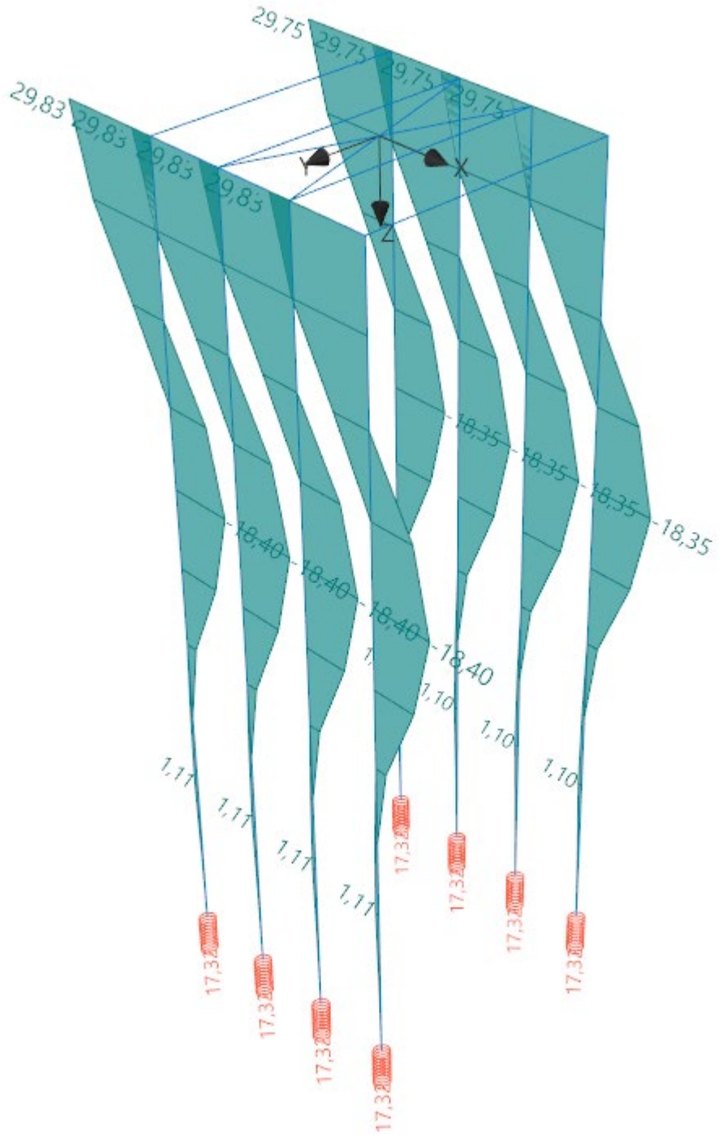
Bending moment My (kN·m):



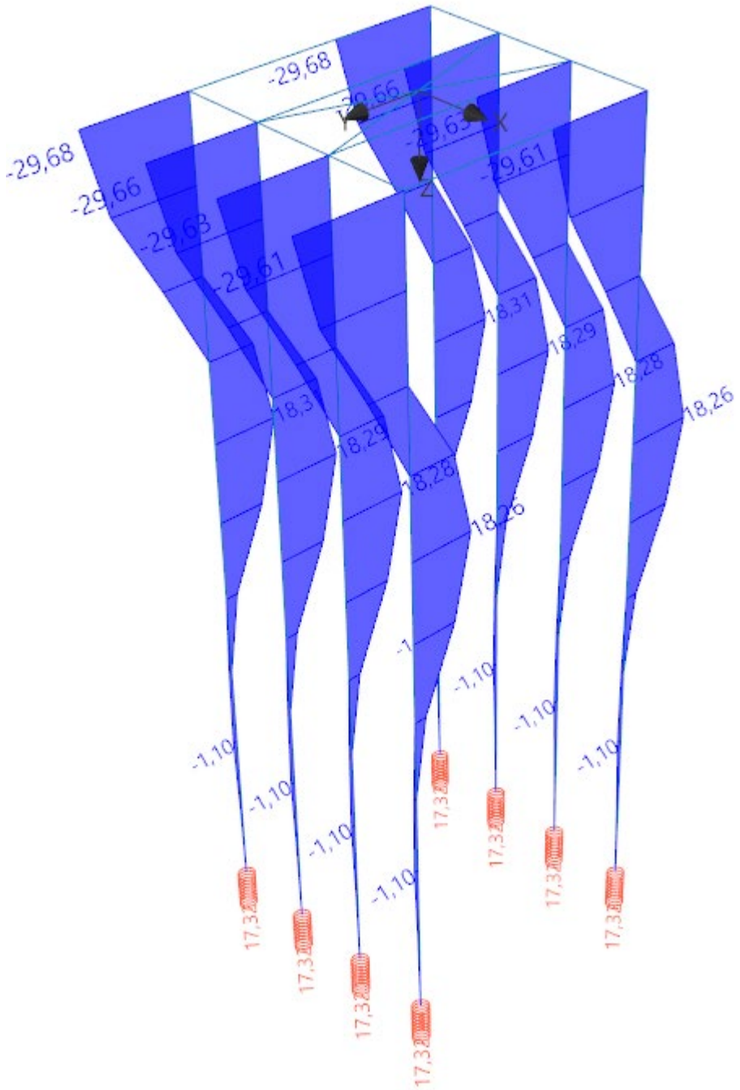
Normal Force (kN):



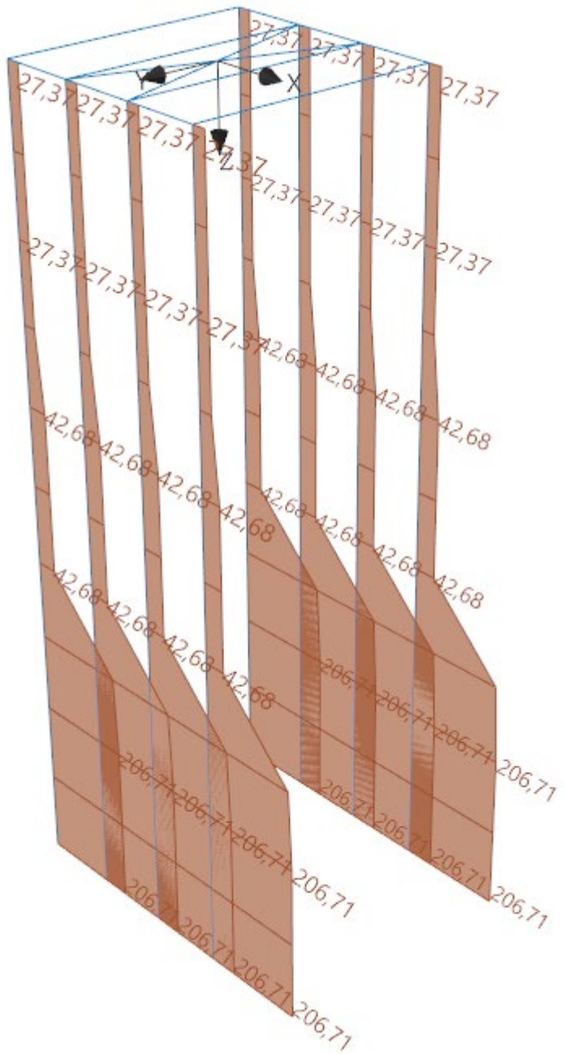
Shear force Qx (kN):



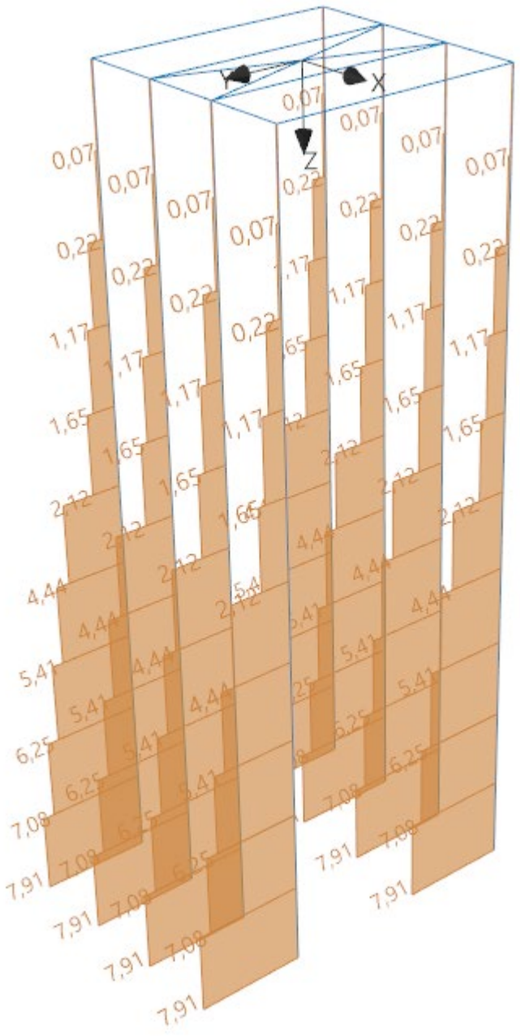
Shear force Qy (kN):



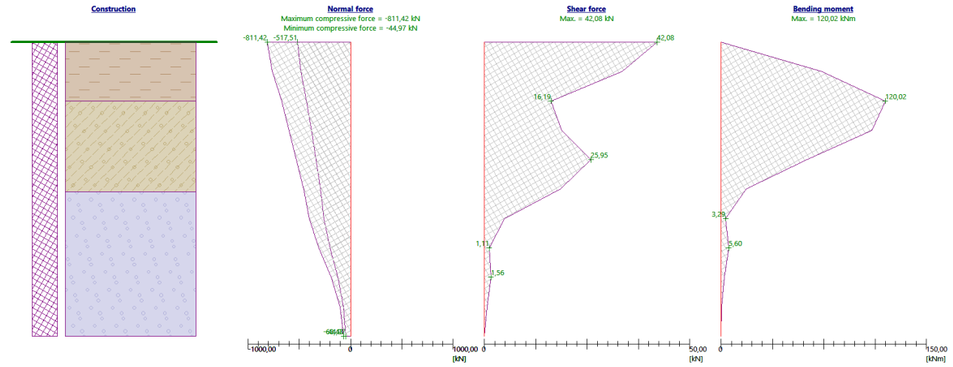
Vertical Spring (MN/m):



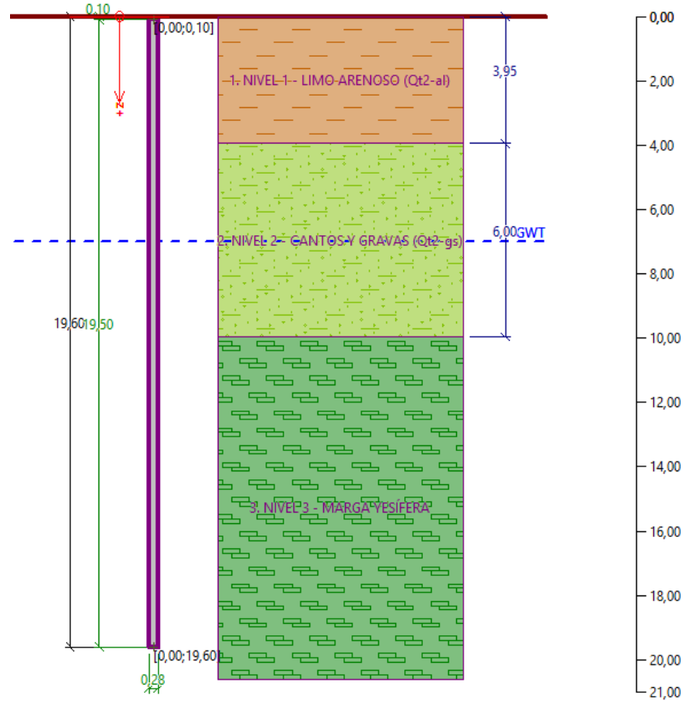
Horitzontal springs (MN/m3):



2.3.5.17. ENVELOPE OF LOAD CASES:



2.3.6. RESUM DE VERIFICACIÓ DELS MICROPILONS:



Maximum internal forces (all load cases)

Maximum compressive force	=	-811,42	kN
Minimum compressive force	=	-44,97	kN
Max. bending moment	=	120,02	kNm
Max. shear force	=	42,08	kN

Maximum displacements (only service load cases)

Max. settlement	=	3,2	mm
Maximum horizontal displacement of pile cap	=	195,9	mm
Max. rotation of pile cap	=	1,1E-03	°

Verification

Cross-section verification 1
Analysis carried out with an automatic selection of the most unfavorable load cases.

Calculation with corrosion effect
Intended durability t = 100 [year]
Soil type: native soils

Internal stability check: geometric method (Euler)
calculation of section effective length - bearing (hinged-hinged).

Modulus of subsoil reaction	E_p =	25,00	MN/m³
Calculate number of halfwaves	n =	2,67	
Effective length	l_{cr} =	2,58	m
Critical normal force	N_{crd} =	15567,23	kN
Maximal normal force	N_{max} =	811,42	kN

Internal stability of micropile section is SATISFACTORY

Verification of coupled section bearing capacity:
The maximum utilization of the cross-section is for the load case No. 1

Area of ideal cross-section	A_i =	1,21E+04	mm²
Moment of inertia of ideal cross-section	J_i =	4,99E+07	mm⁴
Beam slenderness	λ =	40,108	
Buckling coefficient	κ =	0,893	
Location of neutral axis	=	-43,4	mm
Stress in steel	=	260,87	MPa
Design strength of steel	=	368,00	MPa

Coupled section of micropile is SATISFACTORY

Skin friction on the root

Input variable limit skin friction q — q_{sav} = 160,00 [kPa]

No.	Coordinate x [m]	Friction q [kPa]
1	0,00	36,36
2	0,19	36,36
3	1,20	36,36
4	1,21	36,36
5	3,95	36,36
6	3,96	96,97
7	9,95	96,97
8	9,96	121,21
9	19,50	121,21

Add | Edit | Remove

Root verification
Calculation method - Lizzi theory.
Coefficient of root diameter influence = 0,80

Verification of compressive micropile

Shaft resistance	R_s =	1324,80	kN
Design bearing capacity of the micropile root	R_d =	883,20	kN
Maximum normal force	N_{max} =	811,42	kN

Bearing capacity of compressive micropile is SATISFACTORY

2.4. BIGUES LONGITUDINALS DE FORMIGÓ ARMAT IN-SITU

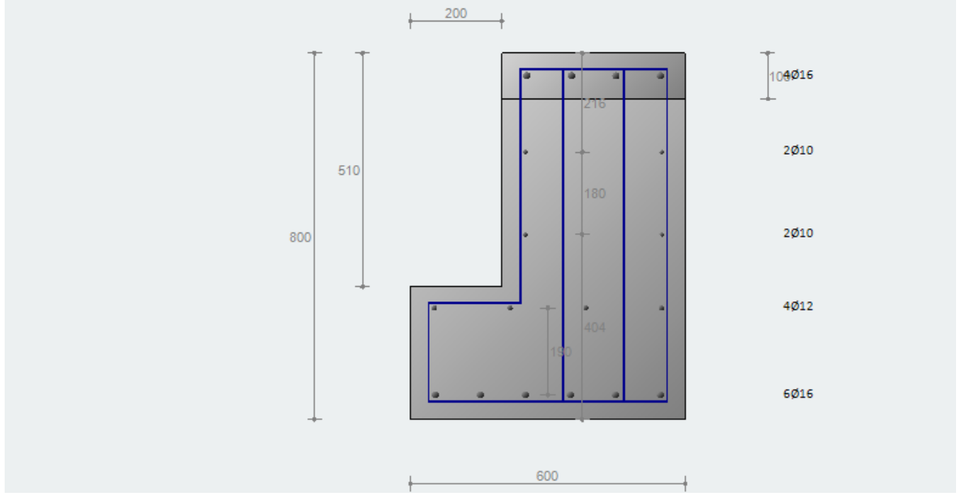
2.4.1. Descripció geomètrica i funcional.

2.4.1.1. Descripció geomètrica

Es mostra a continuació la secció transversal de la biga longitudinal proposada per al recolzament de les plaques alveolars, amb les dimensiones de la secció i l'armat proposat:

General / Material | Cover | Longitudinal reinforcement | Stirrups

Profile Name	viga_L_(40+20)x80	Concrete grade	C35/45	h	800 [mm]
	✓ concrete top layer	Steel grade	B500B	b	600 [mm]
	☐ Prefab	Concrete grade layer	C35/45	h concrete top lay	100 [mm]
Element type	Beam	Creep coefficient	φ 2,7		
Structural Class	S3	Granule diameter	31,5 [mm]		



2.4.1.2. Classe estructural

Les bigues longitudinals del projecte es poden classificar com a **S3** segons l'Eurocodi 2. Aquesta classe estructural assegura que es consideren adequadament els efectes diferits i deformacions sense requerir criteris més estrictes de classes superiors.

2.4.1.3. Classe d'exposició ambiental. Recobriment segons EC2

El recobriment mínim de les armadures depèn de la classe d'exposició ambiental segons l'**Eurocodi 2 (EC2)** i les condicions de durabilitat.

Segons les condicions de durabilitat del projecte:

- Les bigues enterrades sota el terreny, en absència de clorurs o sulfats agressius, es classifiquen en:
    - XC2: Carbonatació moderada (humitat variable en el terreny).
- Si el terreny presentés agents químics com sulfats o clorurs, s'haurien de considerar les classes XA1-XA3 (atac químic).

De l'estudi geotècnic del projecte, no es detecta un atac químic sever, així que considerem **XC2** com a base per determinar el recobriment.

2.4.1.4. Requisit de recobriment mínim:

El **recobriment mínim** d'armadures (c_{min}) es calcula tenint en compte:

1. **Recobriment per durabilitat** (c_{dur}):
    - Segons el **EC2**, per a la classe d'exposició **XC2**, el recobriment mínim és:

$$c_{dur} = 30\,\text{mm}$$

2. **Recobriment per tolerància de construcció** (c_{dev}):
    - Es recomana afegir un marge de tolerància constructiva de:

$$c_{dev} = 10\,\text{mm}$$

Càlcul del recobriment total (c_{nom}):

$$c_{nom} = c_{dur} + c_{dev} = 30\,\text{mm} + 10\,\text{mm} = 40\,\text{mm}$$

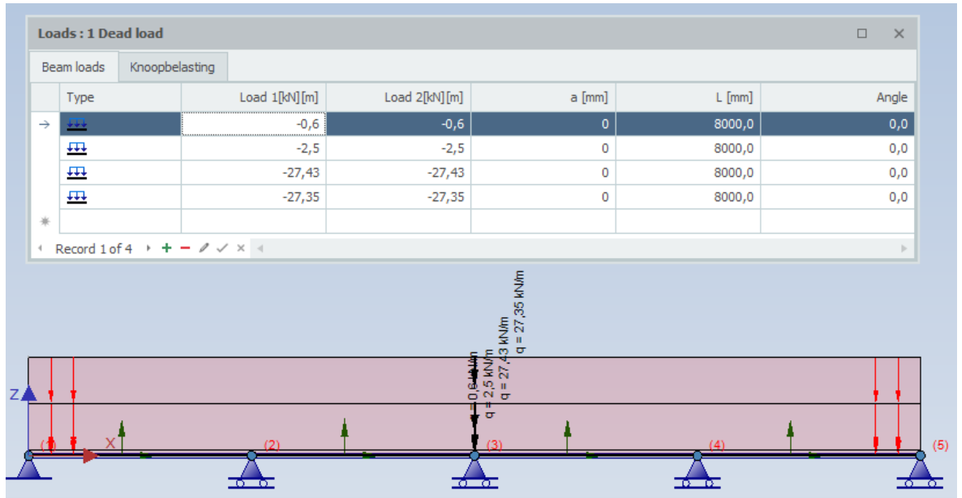
Així en les bigues enterrades sota terreny: En aquestes condicions, i classe XC2 el recobriment mínim de 40 mm és adequat per garantir la durabilitat del formigó armat en contacte amb el terreny.

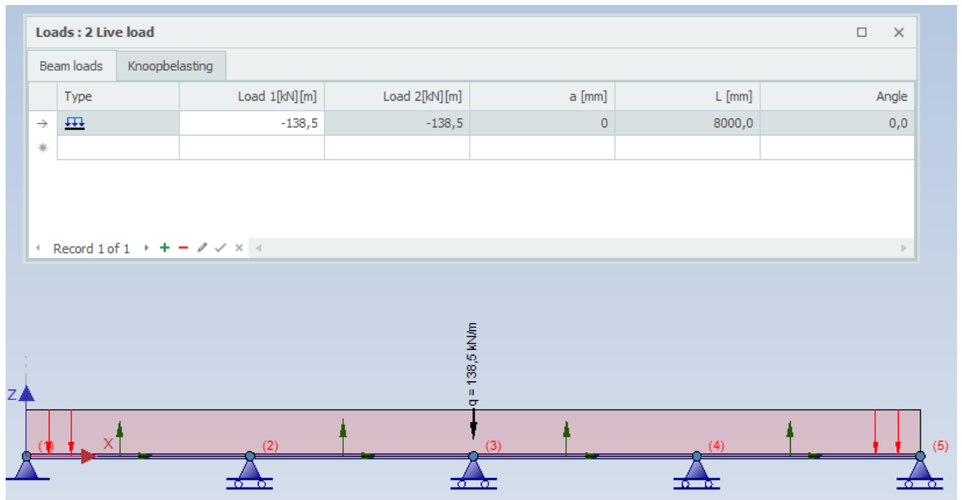
2.4.2. Model de càlcul per a les bigues

Per a verificar les bigues de recolzament de les plaques que recolzen sobre els micropilons, s'ha porta terme un model de càlcul que es composa de 4 vànol com a biga continua mitjançant el programari XBeam2D de Struct4U, donat que entenem que en el pitjor dels casos un màxim de 4 vànol s'executaran amb l'armat continu, el que resulta sempre desfavorable pels vànols extrems. L'armat es calcula pels esforços mes desfavorables en el model de biga continua i es verifiquen tots els ELU i ELS.

2.4.3. Definició de càrregues aplicades.

Les carregues aplicades son les següents:





Les combinació d'accions per l'ELU, i l'ELS aplicades son les següents:

Load case

	No.	Description	Loaded/Unloaded	Type	ψ0	ψ1	ψ2
	1	Dead load	All together	Dead load incl. self-weight	1	1	1
→	2	Live load	All together	A:domestic	0,7	0,5	0,3
*							

Record 2 of 2

☑ Automatically generate combinations ☐ Permanent load favorable

Combinations

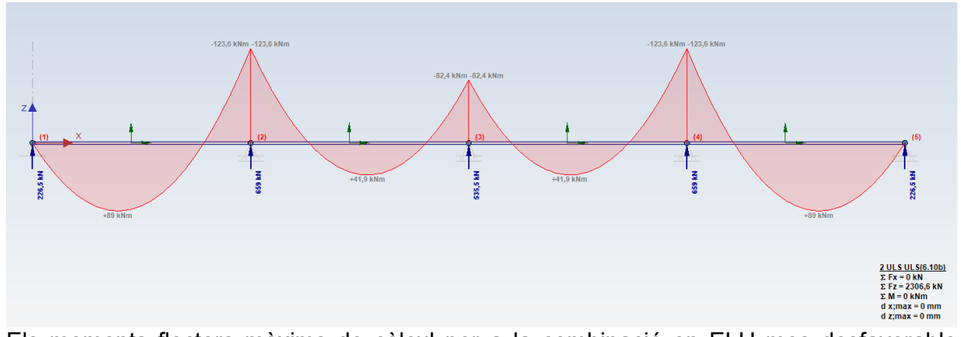
	No.	Description	Type	1 : Dead load	2 : Live load
→	1	ULS(6.10a)	ULS	1,00x1,35	0,70x1,50
	2	ULS(6.10b)	ULS	1,00x1,20	1,00x1,50
	3	SLS Permanent	SLS Permanent	1,00x1,00	
	4	SLS Quasi permanent	SLS Quasi permanent	1,00x1,00	0,30x1,00
	5	SLS	SLS	1,00x1,00	0,50x1,00

Record 1 of 5

2.4.4. Verificació de l'estat límit últim (ELU).

Es verifiquen a continuació els ELU de les diferents seccions, calculant l'envolvent resistent a partir de les armadures proposades en la secció i comparant-la amb l'envolvent d'esforços en ELU.

2.4.4.1. Moment flectors de càlcul:

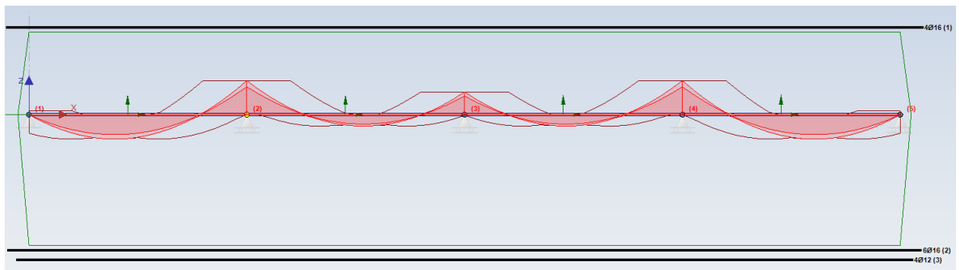


Els moments flectors màxims de càlcul per a la combinació en ELU mes desfavorable ULS(6.10b) resulten:

Md=123,60kN·m (Tracció fibra superior-recolzament)
Md=89,00kN/m (Tracció fibra inferior-centre vànol)

2.4.4.2. Envolvent resistent a flexió ELU:

Es verifica per a tots els vànol l'armat longitudinal proposat. Es mostra a continuació la envolvent resistent de l'armadura proposada y com queda sobradament coberta la envolvent dels esforços:



La línia color verd indica la envolvent resistent deguda a l'armadura longitudinal per a l'ELU, Armat inferior: 6Φ12+4Φ12 / Armat superior 4Φ16. La envolvent dels esforços que sol·licita les diferents seccions de la biga es mostra en color vermell. Les seccions al llarg de la biga es mostren sobradament armades a flexió (línia verda).

2.4.4.3. Comprovació flexió secció centre vànol - Tracció fibra inferior:

Armat longitudinal inferior: : 6Φ16+4Φ12:

SECTION 6 ULTIMATE LIMIT STATES (ULS)

6.1 Bending with or without axial force

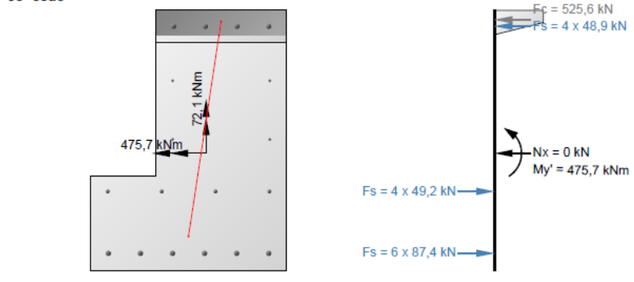
M_{Ed} (x = 909 mm) = 86,82 kNm $< M_{Rd}$ = 475,71 kNm (u.c.=0,18)

$$x_{u,max} = \frac{\delta - k_1}{k_2} d = \frac{1 - 0{,}44}{1{,}25(0{,}6 + \frac{0{,}0014}{\varepsilon_{cu2}})} d = 0{,}448\, d = 311 \text{ mm} \quad \text{...(5.10a)}$$

x_u = 75,1 mm < $x_{u;max}$ = 311 mm

Cross Section Calculation

εc=εcu3



Angle bending axis and neutral line α = 0,000 °; xu = 75,1 mm; d = 694,2 mm
Centroid section y' = 54,0 z' = -439,1 (y = 54,0 z = 54,0)

y' [mm]	z' [mm]	Wap.	As [mm ²]	Δε [o/oo]	σc [N/mm ²]	Δσs [N/mm ²]
100,0	**0,0**			**-3,500**	**-23,3**	
-46,0	-49,0	1Ø16	201	-1,216		-243,2
51,3	-49,0	1Ø16	201	-1,216		-243,2
148,7	-49,0	1Ø16	201	-1,216		-243,2
246,0	-49,0	1Ø16	201	-1,216		-243,2
-248,0	-556,0	1Ø12	113	22,417		434,8
-82,7	-556,0	1Ø12	113	22,417		434,8
82,7	-556,0	1Ø12	113	22,417		434,8
248,0	-556,0	1Ø12	113	22,417		434,8
-246,0	-746,0	1Ø16	201	31,273		434,8
-147,6	-746,0	1Ø16	201	31,273		434,8
-49,2	-746,0	1Ø16	201	31,273		434,8
49,2	-746,0	1Ø16	201	31,273		434,8
147,6	-746,0	1Ø16	201	31,273		434,8
246,0	-746,0	1Ø16	201	31,273		434,8

y' [mm]	z' [mm]	Fc [kN]	Fs [kN]	dy' [mm]	dz' [mm]	F [kN]	F.dy' [kNm]	F.dz' [kNm]
100,0	-29,2	-525,6		46,0	409,9	-525,6	-24,2	-215,5
-46,0	-49,0		-48,9	-100,0	390,1	-48,9	4,9	-19,1
51,3	-49,0		-48,9	-2,6	390,1	-48,9	0,1	-19,1
148,7	-49,0		-48,9	94,7	390,1	-48,9	-4,6	-19,1
246,0	-49,0		-48,9	192,0	390,1	-48,9	-9,4	-19,1
-248,0	-556,0		49,2	-302,0	-116,9	49,2	-14,8	-5,7
-82,7	-556,0		49,2	-136,6	-116,9	49,2	-6,7	-5,7
82,7	-556,0		49,2	28,7	-116,9	49,2	1,4	-5,7
248,0	-556,0		49,2	194,0	-116,9	49,2	9,5	-5,7
-246,0	-746,0		87,4	-300,0	-306,9	87,4	-26,2	-26,8
-147,6	-746,0		87,4	-201,6	-306,9	87,4	-17,6	-26,8
-49,2	-746,0		87,4	-103,2	-306,9	87,4	-9,0	-26,8
49,2	-746,0		87,4	-4,8	-306,9	87,4	-0,4	-26,8
147,6	-746,0		87,4	93,6	-306,9	87,4	8,2	-26,8
246,0	-746,0		87,4	192,0	-306,9	87,4	16,8	-26,8
					totaal:	0,0	-72,1	-475,7

2.4.4.4. Comprovació flexió secció recolzament - Tracció fibra superior:

Armadura longitudinal superior : 4Φ16

SECTION 6 ULTIMATE LIMIT STATES (ULS)

6.1 Bending with or without axial force

M_{Ed} (x = 2000 mm) = -123,57 kNm < M_{Rd} = -299,66 kNm (u.c.=0,41)

$$x_{u,max} = \frac{\delta - k_1}{k_2} d = \frac{1 - 0{,}44}{1{,}25(0{,}6 + \frac{0{,}0014}{\varepsilon_{cu2}})} d = 0{,}448\, d = 250{,}4 \text{ mm} \qquad ...(5.10a)$$

x_u = 53,3 mm < $x_{u;max}$ = 250,4 mm

Cross Section Calculation

εc=εcu

Angle bending axis and neutral line α = 0,000 ⁰; xu = 53,3 mm; d = 558,9 mm
Centroid section y' = 54,0 z' = -439,1 (y = 54,0 z = 54,0)

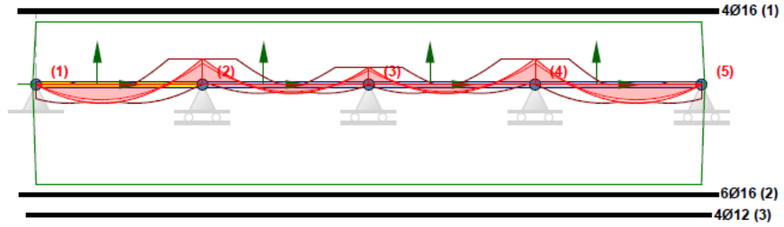
y' [mm]	z' [mm]	Wap.	As [mm ²]	Δε [o/oo]	σc [N/mm ²]	Δσs [N/mm ²]
-46,0	**-49,0**	1Ø16	201	**45,000**		**434,8**
51,3	**-49,0**	1Ø16	201	**45,000**		**434,8**
148,7	**-49,0**	1Ø16	201	**45,000**		**434,8**
246,0	**-49,0**	1Ø16	201	**45,000**		**434,8**
-248,0	-556,0	1Ø12	113	12,298		434,8
-82,7	-556,0	1Ø12	113	12,298		434,8
82,7	-556,0	1Ø12	113	12,298		434,8
248,0	-556,0	1Ø12	113	12,298		434,8
-246,0	-746,0	1Ø16	201	0,043		8,6
-147,6	-746,0	1Ø16	201	0,043		8,6
-49,2	-746,0	1Ø16	201	0,043		8,6
49,2	-746,0	1Ø16	201	0,043		8,6
147,6	-746,0	1Ø16	201	0,043		8,6
246,0	-746,0	1Ø16	201	0,043		8,6
0,0	-800,0			-3,440	-23,3	

y' [mm]	z' [mm]	Fc [kN]	Fs [kN]	dy' [mm]	dz' [mm]	F [kN]	F.dy' [kNm]	F.dz' [kNm]
-46,0	-49,0		87,4	-100,0	390,1	87,4	-8,7	34,1
51,3	-49,0		87,4	-2,6	390,1	87,4	-0,2	34,1
148,7	-49,0		87,4	94,7	390,1	87,4	8,3	34,1
246,0	-49,0		87,4	192,0	390,1	87,4	16,8	34,1
-248,0	-556,0		49,2	-302,0	-116,9	49,2	-14,8	-5,7
-82,7	-556,0		49,2	-136,6	-116,9	49,2	-6,7	-5,7
82,7	-556,0		49,2	28,7	-116,9	49,2	1,4	-5,7
248,0	-556,0		49,2	194,0	-116,9	49,2	9,5	-5,7
-246,0	-746,0		1,7	-300,0	-306,9	1,7	-0,5	-0,5
-147,6	-746,0		1,7	-201,6	-306,9	1,7	-0,3	-0,5
-49,2	-746,0		1,7	-103,2	-306,9	1,7	-0,2	-0,5
49,2	-746,0		1,7	-4,8	-306,9	1,7	0,0	-0,5
147,6	-746,0		1,7	93,6	-306,9	1,7	0,2	-0,5
246,0	-746,0		1,7	192,0	-306,9	1,7	0,3	-0,5
0,0	-779,3	-556,7		-54,0	-340,2	-556,7	30,0	189,4
					totaal:	0,0	35,0	299,7

2.4.4.5. Resum verificació armat longitudinal ELU

Longitudinal reinforcement

no.	from x [mm]	to x [mm]	Length [mm]	Side	Reinforcement	z [mm]	Ld begin [mm]	Ld end [mm]	Weight [kg]
1	-212	8212	8424	Top	4Ø16	-41	160	160	53,2
2	-200	8200	8400	Bottom	6Ø16	-754	160	160	79,5
3	-120	8120	8240	Bottom	4Ø12	-556	120	120	29,3
4	-100	8100	8200	Top	2Ø10	-396	100	100	10,1
5	-100	8100	8200	Top	2Ø10	-216	100	100	10,1
								Total	182,2

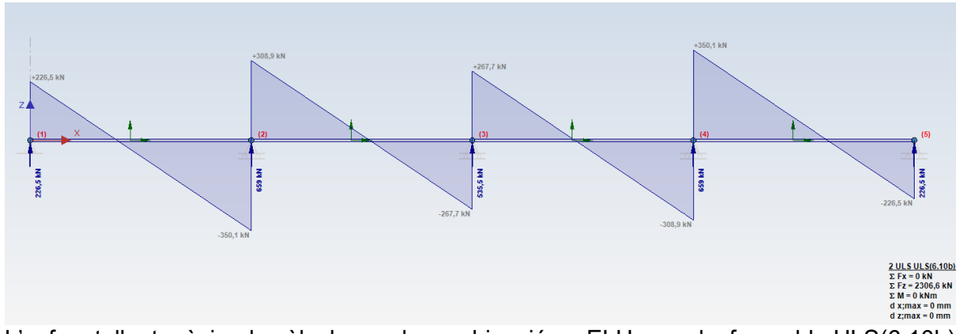


Envelope shifted M-line (ULS)

Longitudinal reinforcement - Ultimate limit state (ULS)

x [mm]	Sect.	MEd [kNm]	MRd [kNm]	xu [mm]	xu,max [mm]	Side	Reinforcement	Remarks
2000	1	-123,6	-299,7	53,3	250,4	Top	4Ø16	
6000	1	-123,6	-299,7	53,3	250,4	Top	4Ø16	
786	1	88,8	475,7	75,1	311,0	Bottom	6Ø16+4Ø12	
3071	1	41,6	475,7	75,1	311,0	Bottom	6Ø16+4Ø12	
4929	1	41,6	475,7	75,1	311,0	Bottom	6Ø16+4Ø12	
7214	1	88,8	475,7	75,1	311,0	Bottom	6Ø16+4Ø12	

2.4.4.6. Esforç tallant de càlcul:

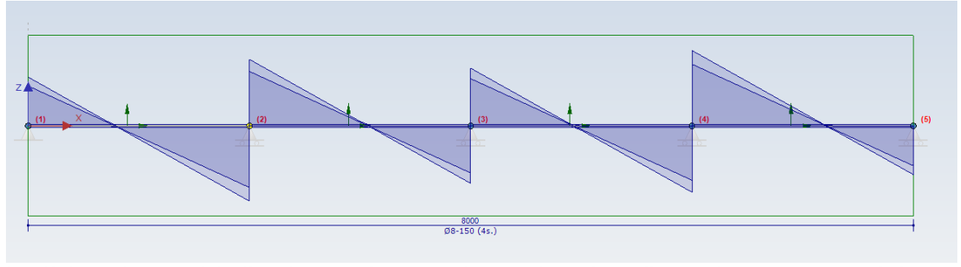


L'esforç tallant màxim de càlcul per a la combinació en ELU mes desfavorable ULS(6.10b) resulta:

Vd=350,10kN

2.4.4.7. Envolvent resistent a tallant ELU:

Es verifica per a tots els vànol l'armat transversal proposat. Es mostra a continuació la envolvent resistent de l'armadura transversal proposada y com queda sobradament coberta la envolvent dels esforços:



La línia color verd indica la envolvent resistent deguda a l'armadura transversal Armat transversal= 4eΦ8c/150 per a l'ELU. La envolvent dels esforços que sol·licita les diferents seccions de la biga es mostra en color blau. Les seccions al llarg de la biga es mostren sobradament armades a talant (línia verda).

2.4.4.8. Comprovació a tallant de la secció sobre els recolzaments

Armat a tallant: 4eΦ8c/150

Stirrups

from x [mm]	to x [mm]	Length [mm]	Stirrups
0	8000	8000	Ø8-150 (4s.)

6.2 Shear

Ø8-150 (4s.)

V_{Ed} (x = 2000 mm) = 350,12 kN $< V_{Rd}$ = 469,44 kN (u.c.=0,75)

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{566}} = 1,595 \le 2,0$$

$\rho_l = A_{sl} / (b_w\ d) = 804 / (400 \times 566) = 0,004 < 0,02$

$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c}\ k\ (100\ \rho_l\ f_{ck})^{1/3} + k_1\ \sigma_{cp}]\ b_w\ d =$ ...(6.2.a)

$= [0 \times 1,595 \times (100 \times 0,004 \times 35)^{1/3} + 0 \times 0] \times 400 \times 566 \times 10^{-3} = 0$ kN

$= [0 \times 1,595 \times (100 \times 0,004 \times 35)^{1/3} + 0 \times 0] \times 400 \times 566 \times 10^{-3} = 0$ kN

$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1\ \sigma_{cp})\ b_w\ d = (0 + 0 \times 0) \times 400 \times 566 \times 10^{-3} = 0$ kN ...(6.2.b)

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z\ f_{ywd}\ \cot\theta = \frac{201}{150} \times 676 \times 435 \times 1,192 \times 10^{-3} = 469,44 \text{ kN} \quad ...(6.8)$$

$$\nu = 0,6\ [1 - \frac{f_{ck}}{250}] = 0,6 \times [1 - \frac{35}{250}] = 0,516 \quad ...(6.6N)$$

$V_{Rd,max} = \alpha_{cw}\ b_w\ z\ \nu_1\ f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$ ...(6.9)

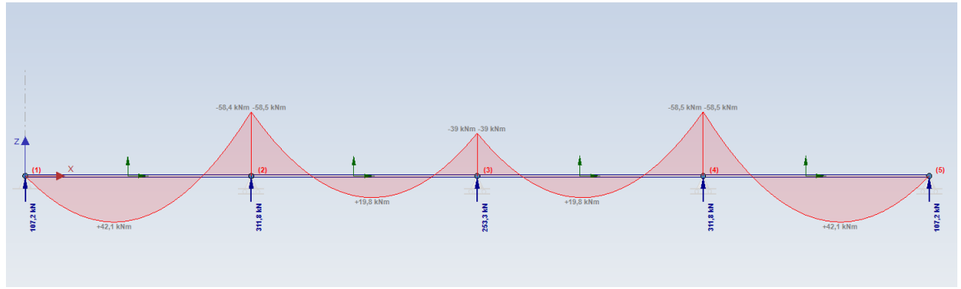
$= 1 \times 400 \times 676 \times 0,6 \times 23,3 / (1,192 + 0,839) \times 10^{-3} = 1863,77$ kN

Shear reinforcement - Ultimate limit state (ULS)

...EN 1992-1-1 art.6.2.1

x [mm]	VEd [kN]	VRd,c [kN]	VRd,s [kN]	VRd,max [kN]	Side	Stirrups	Remarks
2000	-350,1	0,0	-420,1	-1667,7	Top	Ø8-150 (4s.)	
8000	-226,5	0,0	-420,1	-1667,7	Top	Ø8-150 (4s.)	
0	226,5	0,0	420,1	1667,7	Bottom	Ø8-150 (4s.)	
2000	308,9	0,0	420,1	1667,7	Bottom	Ø8-150 (4s.)	

2.4.4.9. Verificació dels estat límits de servei (ELS):

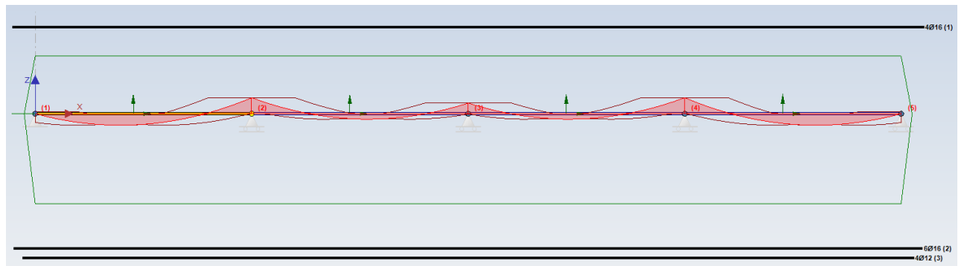


Els moments flectors màxims característics per a la combinació freqüent resulten:

Mk=58.40 kN·m (Tracció fibra superior-secció per recolzaments)
Mk=42.10 kN/m (Tracció fibra inferior-secció centre vànol)

2.4.4.10. Envolvent característica a flexió ELS:

Es verifica per a tots els vànols l'armat longitudinal proposat sobradament cobreix l'armat necessària per a no superar el moment de fissuració. Es mostra a continuació la envolvent resistent de l'armadura proposada en color verd y com queda sobradament coberta la envolvent dels esforços en ELS comb. Freqüent:



La línia color verd indica la envolvent deguda a l'armadura longitudinal per a no superar el moment de fissuració en l'ELS, armat inferior: 6Φ16+4Φ12 / Armat superior 4Φ16. La envolvent dels esforços que sol·licita les diferents seccions de la biga en ELS es mostra en color vermell. Les seccions al llarg de la biga es mostren sobradament armades a flexió i per tant compleixen els estats límits de servei línia verda).

2.4.5. Verificació de la fissuració en secció centre vànol (ELS)

Es verifica la fissuració de bigues de formigó armat seguint els criteris establerts pel **Eurocodi 2 (EN 1992-1-1)**.

L'obertura calculada (wk) es compara amb el límit establert a la normativa:

- wk≤0,3 mm (exposició moderada, XC2):

SECTION 7 SERVICEABILITY LIMIT STATES (SLS)

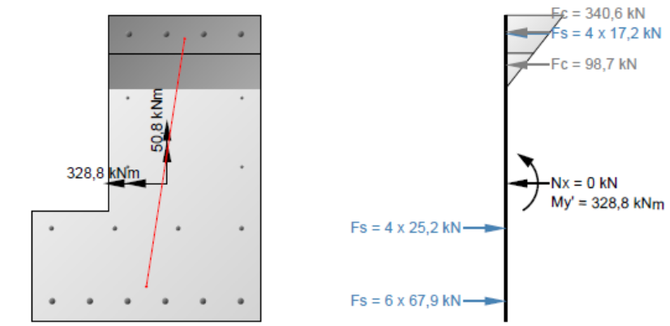
7.3.3 Control of cracking without direct calculation

M_k (x = 909 mm) = 41,07 kNm < M_{Rk} = 328,80 kNm (u.c.=0,12)

σ_s = 337,9 N/mm ^{2} w_k = 0,34 mm → s_{max} = 99 mm ...(Tabel 7.3N)

s_{prov} = 98,4 mm ≤ s_{max} = 99,1 mm

Cross Section Calculation



Angle bending axis and neutral line α = 0,000 ^{0} ; xu = 190,1 mm; d = 708,4 mm
Centroid section y' = 54,0 z' = -439,1 (y = 54,0 z = 54,0)

y' [mm]	z' [mm]	Wap.	As [mm ^{2}]	Δε [o/oo]	σc [N/mm ^{2}]	Δσs [N/mm ^{2}]
100,0	0,0			-0,578	-11,6	
-46,0	-49,0	1Ø16	201	-0,429		-85,8
51,3	-49,0	1Ø16	201	-0,429		-85,8
148,7	-49,0	1Ø16	201	-0,429		-85,8
246,0	-49,0	1Ø16	201	-0,429		-85,8
100,0	-100,0			-0,274	-5,5	
-248,0	-556,0	1Ø12	113	1,112		222,4
-82,7	-556,0	1Ø12	113	1,112		222,4
82,7	-556,0	1Ø12	113	1,112		222,4
248,0	-556,0	1Ø12	113	1,112		222,4
-246,0	**-746,0**	1Ø16	201	**1,689**		**337,9**
-147,6	**-746,0**	1Ø16	201	**1,689**		**337,9**
-49,2	**-746,0**	1Ø16	201	**1,689**		**337,9**
49,2	**-746,0**	1Ø16	201	**1,689**		**337,9**
147,6	**-746,0**	1Ø16	201	**1,689**		**337,9**
246,0	**-746,0**	1Ø16	201	**1,689**		**337,9**

y' [mm]	z' [mm]	Fc [kN]	Fs [kN]	dy' [mm]	dz' [mm]	F [kN]	F.dy' [kNm]	F.dz' [kNm]
100,0	-44,1	-340,6		46,0	395,1	-340,6	-15,7	-134,6
-46,0	-49,0		-17,2	-100,0	390,1	-17,2	1,7	-6,7
51,3	-49,0		-17,2	-2,6	390,1	-17,2	0,0	-6,7
148,7	-49,0		-17,2	94,7	390,1	-17,2	-1,6	-6,7
246,0	-49,0		-17,2	192,0	390,1	-17,2	-3,3	-6,7
100,0	-130,0	-98,7		46,0	309,1	-98,7	-4,5	-30,5
-248,0	-556,0		25,2	-302,0	-116,9	25,2	-7,6	-2,9
-82,7	-556,0		25,2	-136,6	-116,9	25,2	-3,4	-2,9
82,7	-556,0		25,2	28,7	-116,9	25,2	0,7	-2,9
248,0	-556,0		25,2	194,0	-116,9	25,2	4,9	-2,9
-246,0	-746,0		67,9	-300,0	-306,9	67,9	-20,4	-20,8
-147,6	-746,0		67,9	-201,6	-306,9	67,9	-13,7	-20,8
-49,2	-746,0		67,9	-103,2	-306,9	67,9	-7,0	-20,8
49,2	-746,0		67,9	-4,8	-306,9	67,9	-0,3	-20,8
147,6	-746,0		67,9	93,6	-306,9	67,9	6,4	-20,8
246,0	-746,0		67,9	192,0	-306,9	67,9	13,0	-20,8
					totaal:	0,0	-50,8	-328,8

y' [mm]	z' [mm]	Wap.	As [mm ²]	Δε [o/oo]	σc [N/mm ²]	Δσs [N/mm ²]
-46,0	**-49,0**	1Ø16	201	**1,794**		**358,7**
51,3	**-49,0**	1Ø16	201	**1,794**		**358,7**
148,7	**-49,0**	1Ø16	201	**1,794**		**358,7**
246,0	**-49,0**	1Ø16	201	**1,794**		**358,7**
-248,0	-556,0	1Ø12	113	0,340		68,1
-82,7	-556,0	1Ø12	113	0,340		68,1
82,7	-556,0	1Ø12	113	0,340		68,1
248,0	-556,0	1Ø12	113	0,340		68,1
-246,0	-746,0	1Ø16	201	-0,204		-40,9
-147,6	-746,0	1Ø16	201	-0,204		-40,9
-49,2	-746,0	1Ø16	201	-0,204		-40,9
49,2	-746,0	1Ø16	201	-0,204		-40,9
147,6	-746,0	1Ø16	201	-0,204		-40,9
246,0	-746,0	1Ø16	201	-0,204		-40,9
0,0	-800,0			-0,359	-7,2	

2.4.6. Verificació de la fissuració en secció recolzaments (ELS)

SECTION 7 SERVICEABILITY LIMIT STATES (SLS)

7.3.3 Control of cracking without direct calculation

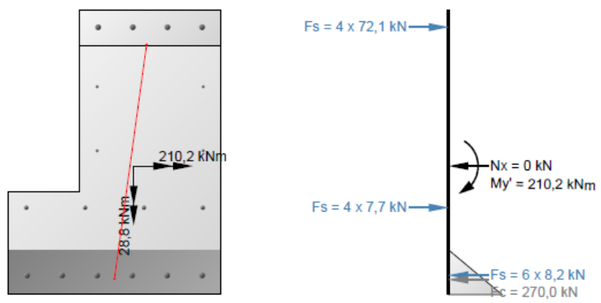
M_k (x = 2000 mm) = -58,46 kNm $< M_{Rk}$ = -210,23 kNm (u.c.=0,28)

σ_s = 358,7 N/mm ² w_k = 0,3 mm ...(Tabel 7.2N) → $Ø^*_s$ = 8,1 mm

$$Ø_s = Ø^*_s \, (f_{ct,eff} / 2,9) \frac{k_c \, h_{cr}}{2(h - d)} = 8,1 \times (3,21 / 2,9) \times \frac{0,4 \times 439,1}{2 \times (800 - 751)} = 16 \text{ mm} \quad ...(7.6N)$$

$Ø_{prov}$ = 16 mm ≤ $Ø_{max}$ = 16 mm

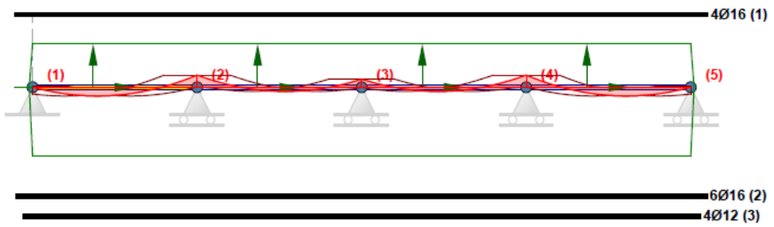
Cross Section Calculation



Angle bending axis and neutral line α = 0,000 °; xu = 125,3 mm; d = 702,1 mm
Centroid section y' = 54,0 z' = -439,1 (y = 54,0 z = 54,0)

y' [mm]	z' [mm]	Fc [kN]	Fs [kN]	dy' [mm]	dz' [mm]	F [kN]	F.dy' [kNm]	F.dz' [kNm]
-46,0	-49,0		72,1	-100,0	390,1	72,1	-7,2	28,1
51,3	-49,0		72,1	-2,6	390,1	72,1	-0,2	28,1
148,7	-49,0		72,1	94,7	390,1	72,1	6,8	28,1
246,0	-49,0		72,1	192,0	390,1	72,1	13,8	28,1
-248,0	-556,0		7,7	-302,0	-116,9	7,7	-2,3	-0,9
-82,7	-556,0		7,7	-136,6	-116,9	7,7	-1,1	-0,9
82,7	-556,0		7,7	28,7	-116,9	7,7	0,2	-0,9
248,0	-556,0		7,7	194,0	-116,9	7,7	1,5	-0,9
-246,0	-746,0		-8,2	-300,0	-306,9	-8,2	2,5	2,5
-147,6	-746,0		-8,2	-201,6	-306,9	-8,2	1,7	2,5
-49,2	-746,0		-8,2	-103,2	-306,9	-8,2	0,8	2,5
49,2	-746,0		-8,2	-4,8	-306,9	-8,2	0,0	2,5
147,6	-746,0		-8,2	93,6	-306,9	-8,2	-0,8	2,5
246,0	-746,0		-8,2	192,0	-306,9	-8,2	-1,6	2,5
0,0	-758,2	-270,0		-54,0	-319,1	-270,0	14,6	86,2
					totaal:	0,0	28,8	210,2

2.4.6.1. Resum de la verificació a fissuració ELS.



Envelope shifted M-line (SLS)

Longitudinal reinforcement - Service limit state (SLS)

Control of cracking without direct calculationt ...EN 1992-1-1 art.7.3.3

x [mm]	Sect.	Mk [kNm]	MRk [kNm]	s [mm]	s,max [mm]	Ø [mm]	Ø,max [mm]	Remarks
2000	1	-58,5	-210,2	97,3	51,6	16,0	16,0	
6000	1	-58,5	-210,2	97,3	51,6	16,0	16,0	
786	1	42,0	328,8	98,4	99,1	16,0	14,7	
3071	1	19,7	328,8	98,4	99,1	16,0	14,7	
4929	1	19,7	328,8	98,4	99,1	16,0	14,7	
7214	1	42,0	328,8	98,4	99,1	16,0	14,7	

2.4.7. Verificació de la deformació (ELS).

La verificació de la deformació en Estat Límit de Servei (ELS) es realitza utilitzant un mètode no lineal basat en els **diagrames Moment-Curvatura (M-κ)**. Aquest mètode permet considerar el comportament real de la secció sota càrrega, incloent-hi els efectes de fluència (creep) i tensió post-fissuració (tension-stiffening) per obtenir resultats precisos.

El diagrama Moment-Curvatura (M−κ) descriu la relació entre el moment flector aplicat (M) i la curvatura (κ) de la secció en funció del nivell de càrrega i l'estat tensional dels materials (formigó i acer). El procés es desenvolupa en els següents passos:

Construcció del diagrama M-κ

Modelació dels materials:

- Formigó: Model no lineal que considera el comportament elàstic-lineal fins a la fissuració, i no lineal després, incloent-hi l'efecte de la fluència.
- Acer d'armadura: Model elàstic-perfectament plàstic amb tensió màxima igual al límit elàstic.
-

Estats de la secció:

- No fissurat: Fins que la tensió màxima al formigó arriba a la resistència a tracció.
- Fissurat: Comença a partir del moment de fissuració, on només l'acer resisteix les traccions i es considera l'efecte de tension stiffening (aportació del formigó entre fissures).

Càlcul dels valors clau del diagrama:

- Moment de fissuració (Mfis): Moment que provoca la primera fissura en el formigó.
- Moment màxim (Mu): Moment últim resistent de la secció.

Càlcul de la deformació a partir de M-κ

1. La curvatura (κ) es calcula per a cada nivell de moment aplicat (M) utilitzant el diagrama M-κ.
2. La deformació (δ) es calcula integrant la curvatura al llarg de la llum de la biga:

$$\delta = \int_0^L \kappa(x) \cdot x^2 \, dx$$

- Per a una biga simplement recolzada, es pot simplificar a:

$$\delta_{max} = \frac{\kappa_{max} \cdot L^2}{8}$$

- On κ_{max} és la curvatura corresponent al moment màxim aplicat.

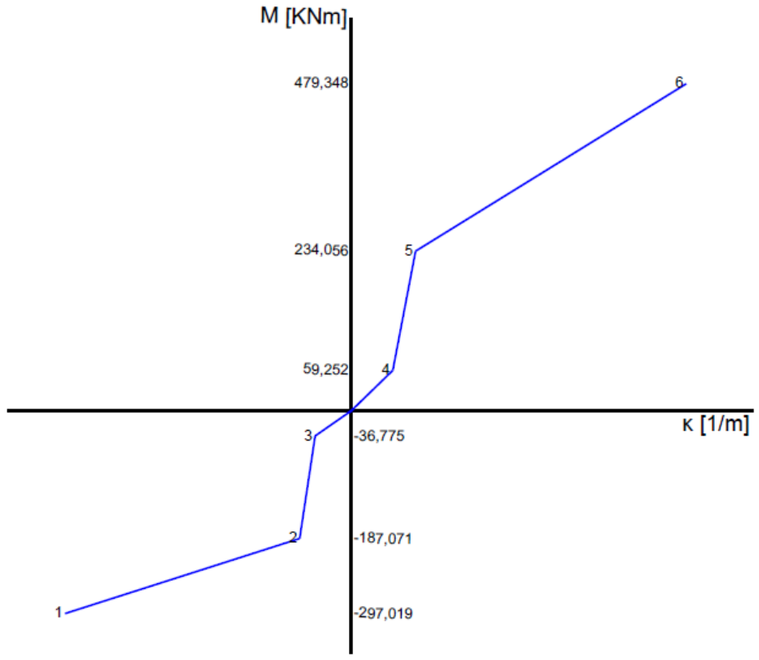
Fluència (creep): El model M-κ incorpora un coeficient de fluència (φφφ) que amplifica les deformacions derivades de les càrregues permanents, especialment en la combinació quasi-permanent.

Tension stiffening: Aquest efecte es considera per incloure l'aportació del formigó entre fissures, reduint lleugerament les deformacions calculades en estat fissurat.

Les deformacions s'han comparat amb els límits establerts per la normativa (L/1000) per garantir el compliment funcional i de durabilitat de l'estructura.

Per a la secció transversal de centre de vànol a llarg termini:

M-N-Kappa - diagram - SLS long term



Point [mm]	z' [mm]	Δε [o/oo]	Δσs [N/mm ²]	x [mm]	εboven [o/oo]	εonder [o/oo]
1:σ=fy	-49,0	2,500	500,0	176,9	2,713	-0,770
2:σ=fctm	0,0	0,349	3,2	355,4	0,349	-0,279
3:	0,0	0,349	3,2	164,6	0,349	-0,090
4:	0,0	0,000	0,0	0,0	0,000	0,000
5:	-800,0	0,349	3,2	249,9	-0,158	0,349
6:σ=fctm	-800,0	0,349	3,2	444,6	-0,436	0,349
7:σ=fy	-746,0	2,500	500,0	256,0	-1,306	2,775

Point	My [kNm]	Mz [kNm]	α [°]	κ [1/m]	Ely [Nm ²]	d [mm]
1:σ=fy	-297,019	40,212	0,0	-4,4	68207589	645,1
2:σ=fctm	-187,071	32,916	0,0	-0,8	23865165	666,5
3:	-36,775	5,174	0,0	-0,5	67046777	715,1
4:	0,000	0,000	0,0	0,0	0	0,0
5:	59,252	-9,338	0,0	0,6	93515386	710,3
6:σ=fctm	234,056	-41,183	0,0	1,0	23865165	691,3
7:σ=fy	479,348	-74,168	0,0	5,1	93958673	687,7

2.4.7.1. Verificació de la deflexió a llarg termini (ELS Comb. Freqüent)

Deflections by calculation

Checking deflections by calculation ...EN 1992-1-1 art.7.4.3

Profile No.:1 Creep coefficient φ = 2,70

Combination 5 - SLS

x1 [mm]	x2 [mm]	M;G [kNm]	EI;G,inst [Nm ²]	M;qp [kNm]	EI;qp,long [Nm ²]	EI;qp,short [Nm ²]	M;k [kNm]	EI;k [Nm ²]
0	333	7,9	752637629	12,7	238651654	752637629	16,0	752637629
333	667	18,0	752637629	29,1	238651654	752637629	36,5	752637629
667	1000	20,7	752637629	33,4	238651654	752637629	41,9	752637629
1000	1333	15,9	752637629	25,7	238651654	752637629	32,2	752637629
1333	1667	3,6	752637629	5,8	238651654	752637629	7,3	752637629
1667	2000	-16,1	752637629	-26,1	238651654	752637629	-32,7	752637629
2000	2333	-17,7	752637629	-28,7	238651654	752637629	-36,0	752637629
2333	2667	-1,2	752637629	-1,9	238651654	752637629	-2,4	752637629
2667	3000	7,9	752637629	12,7	238651654	752637629	16,0	752637629
3000	3333	9,5	752637629	15,3	238651654	752637629	19,2	752637629
3333	3667	3,6	752637629	5,8	238651654	752637629	7,3	752637629
3667	4000	-9,7	752637629	-15,7	238651654	752637629	-19,8	752637629
4000	4333	-9,7	752637629	-15,7	238651654	752637629	-19,8	752637629
4333	4667	3,6	752637629	5,8	238651654	752637629	7,3	752637629
4667	5000	9,5	752637629	15,3	238651654	752637629	19,2	752637629
5000	5333	7,9	752637629	12,7	238651654	752637629	16,0	752637629
5333	5667	-1,2	752637629	-1,9	238651654	752637629	-2,4	752637629
5667	6000	-17,7	752637629	-28,7	238651654	752637629	-36,0	752637629
6000	6333	-16,1	752637629	-26,1	238651654	752637629	-32,7	752637629
6333	6667	3,6	752637629	5,8	238651654	752637629	7,3	752637629
6667	7000	15,9	752637629	25,7	238651654	752637629	32,2	752637629
7000	7333	20,7	752637629	33,4	238651654	752637629	41,9	752637629

x1 [mm]	x2 [mm]	M;G [kNm]	EI;G,inst [Nm ²]	M;qp [kNm]	EI;qp,long [Nm ²]	EI;qp,short [Nm ²]	M;k [kNm]	EI;k [Nm ²]
7333	7667	18,0	752637629	29,1	238651654	752637629	36,5	752637629
7667	8000	7,9	752637629	12,7	238651654	752637629	16,0	752637629

x1 [mm]	x2 [mm]	w;inst 1 [mm]	w;qp,long 2 [mm]	w;qp,short 3 [mm]	w;creep (2-3) [mm]	w;k 4 [mm]	w;tot,k 4+(2-3) [mm]	w;bij,k 4+(2-3)-1 [mm]
0	333	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
333	667	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
667	1000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	1333	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1333	1667	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1667	2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	2333	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2333	2667	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2667	3000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3000	3333	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3333	3667	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3667	4000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4000	4333	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4333	4667	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4667	5000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5000	5333	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5333	5667	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5667	6000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6000	6333	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6333	6667	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6667	7000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7000	7333	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7333	7667	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7667	8000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

$w_{tot,k}$ = 0,0 mm < 0,004 x l = 0,004 x 2000 = 8,0 mm
$w_{bij} = w_{tot,k} - w_{on}$ = 0,0 - 0,0 = 0,0 mm < 0,002 x l = 0,002 x 2000 = 4,0 mm
$w_{tot,k}$ = 0,0 mm < 0,004 x l = 0,004 x 2000 = 8,0 mm
$w_{bij} = w_{tot,k} - w_{on}$ = 0,0 - 0,0 = 0,0 mm < 0,002 x l = 0,002 x 2000 = 4,0 mm
$w_{tot,k}$ = 0,0 mm < 0,004 x l = 0,004 x 2000 = 8,0 mm
$w_{bij} = w_{tot,k} - w_{on}$ = 0,0 - 0,0 = 0,0 mm < 0,002 x l = 0,002 x 2000 = 4,0 mm
$w_{tot,k}$ = 0,0 mm < 0,004 x l = 0,004 x 2000 = 8,0 mm
$w_{bij} = w_{tot,k} - w_{on}$ = 0,0 - 0,0 = 0,0 mm < 0,002 x l = 0,002 x 2000 = 4,0 mm

Com es pot verificar en la taula anterior, en tots els vànols la fletxa resulta pràcticament nul·la, el que valida les restriccions de deformació. (L/250 ; L/500; L/1000).

2.5. PLACA SUPERIOR DE FORMIGÓ PRETENSAT (LLOSA ALVEOLAR)

2.5.1. Descripció geomètrica i funcional.

La solució estructural adoptada per al pont inclou una placa alveolar prefabricada de formigó pretensat complementada amb una capa de compressió de formigó armat in situ, configurada per garantir la resistència i funcionalitat de l'estructura sota les càrregues ferroviàries. Aquest sistema ofereix una solució lleugera, resistent i fàcil d'executar, adaptada a les necessitats del projecte.

1. Placa alveolar prefabricada

- **Cantell de la placa:** $h = 0,50\,\mathrm{m}$.
- **Material:** Formigó pretensat de classe **C45/55**.
- **Armadura pretensada:** Cordons actius de tipus **Y1860 S7**, amb límit elàstic $f_{pk} = 1860\,\mathrm{N/mm^2}$.
- **Pes de l'element prefabricat:** $w = 7,55\,\mathrm{kN/m^2}$.

2. Capa de compressió de formigó in situ

- **Gruix de la capa de compressió:** $c = 0,10\,\mathrm{m}$.
- **Material:** Formigó armat de classe **C35/45**.
- **Armadura de repartiment:** Xarxa d'acer electrosoldat de tipus **200 × 200 × 6 , \text{mm}**.
- **Pes del formigó in situ:** $w_f = 1,39\,\mathrm{kN/m^2}$.

3. Forjat complet (placa alveolar + capa de compressió)

- **Cantell total del forjat:** $H = 0,60\,\mathrm{m}$.
- **Pes total del forjat:** $w_t = 8,94\,\mathrm{kN/m^2}$.

3. Recolzaments i elements auxiliars

- **Recolzaments:** Les plaques alveolars es disposen com a bigues simplement recolzades amb una penetració mínima de **0,15 m** sobre les bigues longitudinals de formigó armat.
- **Bandes de neopré:** Entre les plaques alveolars i les bigues de suport s'instal·len bandes de neopré per absorbir les irregularitats del contacte i garantir una distribució uniforme de les càrregues.
- **Adherència:** La capa de compressió es col·loca sobre les plaques alveolars, creant una unió monolítica que assegura la transmissió d'esforços entre ambdós elements.

3.1.1. Esta de càrregues aplicat

Les càrregues considerades han estat aplicades sobre el model numèric generat amb el programari **Autodesk Robot Structural Analysis (RSA)**. Aquest model ha permès determinar les accions sobre la llosa alveolar i la capa de compressió, així com sobre els recolzaments i la fonamentació.

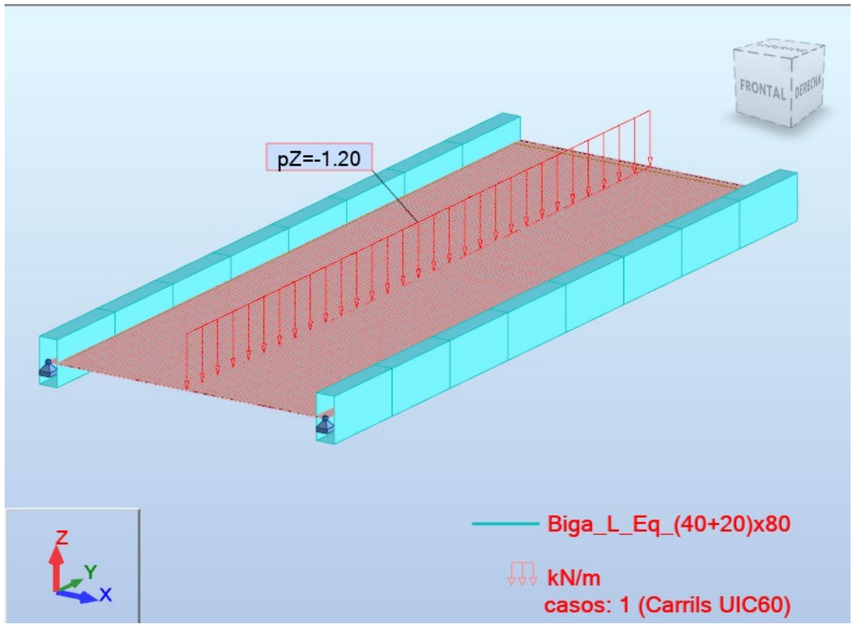
Tipus de càrregues i descripció

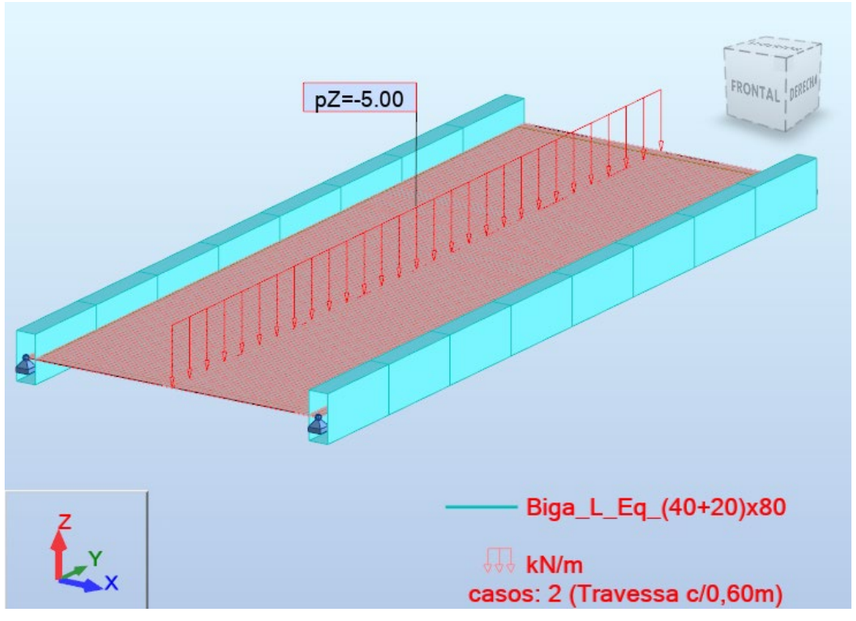
Tipus de càrrega	Descripció	Valor
Càrrega del carril	Pes del carril UIC 60 per unitat de longitud.	$q = 0,60\,\mathrm{kN/m}$
Càrrega de les travesses	Pes de les travesses distribuït per unitat de longitud de la via.	$q = 3,00\,\mathrm{kN/m}$
Càrrega del balast	Pes del balast considerant un espessor mitjà de 0,30 m i densitat de $18\,\mathrm{kN/m^3}$.	$q = 18,00\,\mathrm{kN/m^3}$
Càrrega del tren UIC-71	Tren tipus UIC 71 amb una càrrega per eix de 250 kN.	$P_{eix} = 250,00\,\mathrm{kN}$
Càrrega repartida ferroviària	Distribució equivalent del tren UIC-71 en una càrrega uniformement repartida sobre la via.	$q = 80,00\,\mathrm{kN/m}$
Coeficient de classificació (α)	Factor multiplicador que té en compte la distribució i classificació de la càrrega.	$\alpha = 1,21$
Coeficient d'impacte dinàmic (ϕ)	Factor d'augment per tenir en compte l'efecte dinàmic del trànsit ferroviari.	$\phi = 1,71$
Sobrecàrrega d'ús	Acció de manteniment o personal sobre la llosa.	$q = 5,00\,\mathrm{kN/m^2}$

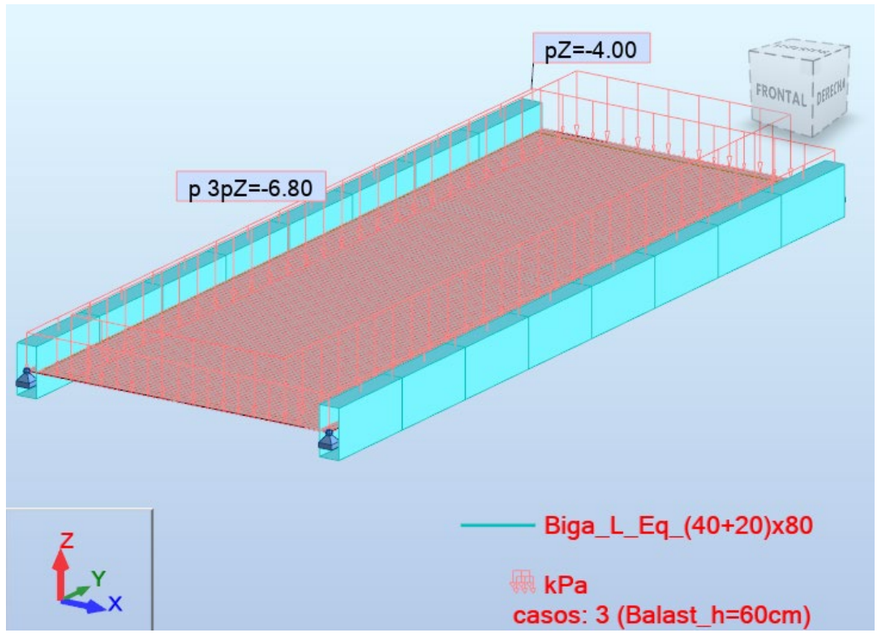
Criteris d'aplicació al model

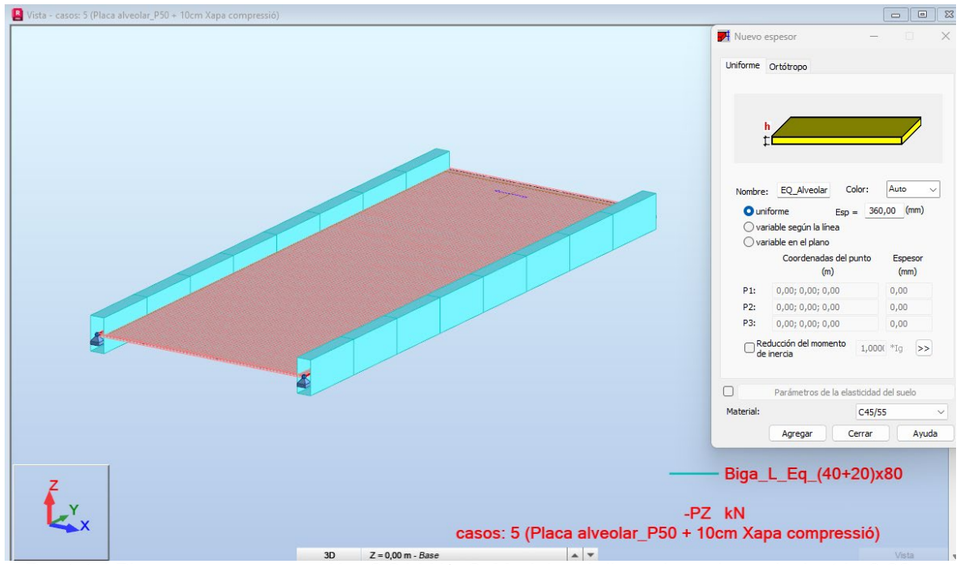
- Les càrregues permanents inclouen el pes propi de la llosa alveolar i de la capa de compressió, així com les càrregues derivades de la via (balast, carril i travesses).
- Les càrregues ferroviàries consideren el tren tipus **UIC 71** amb les corresponents amplificacions derivades del **coeficient de classificació (α)** i el **coeficient d'impacte dinàmic (ϕ)**.
- Totes les accions s'han aplicat com a càrregues uniformement distribuïdes o puntuals al model d'elements finits segons correspongui.

A continuació, es mostren les imatges extretes del model numèric generat amb RSA, que inclouen la disposició de les càrregues aplicades al model:

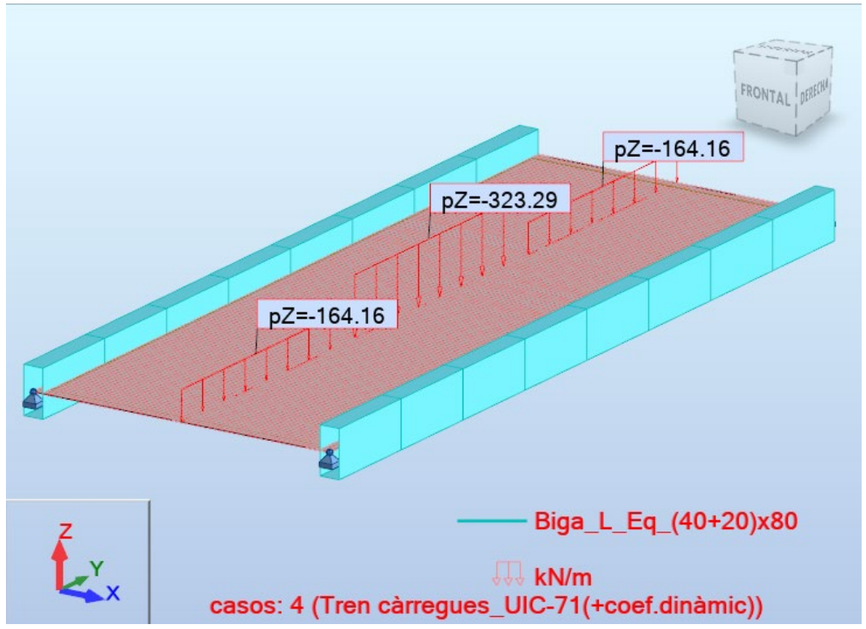








Pes total Placa + xap compressió = 8,94 kN/m2. Model amb llosa de gruix equivalent h=0,36m.



3.1.2. Verificació i càlcul per a les plaques alveolades. Esforços.

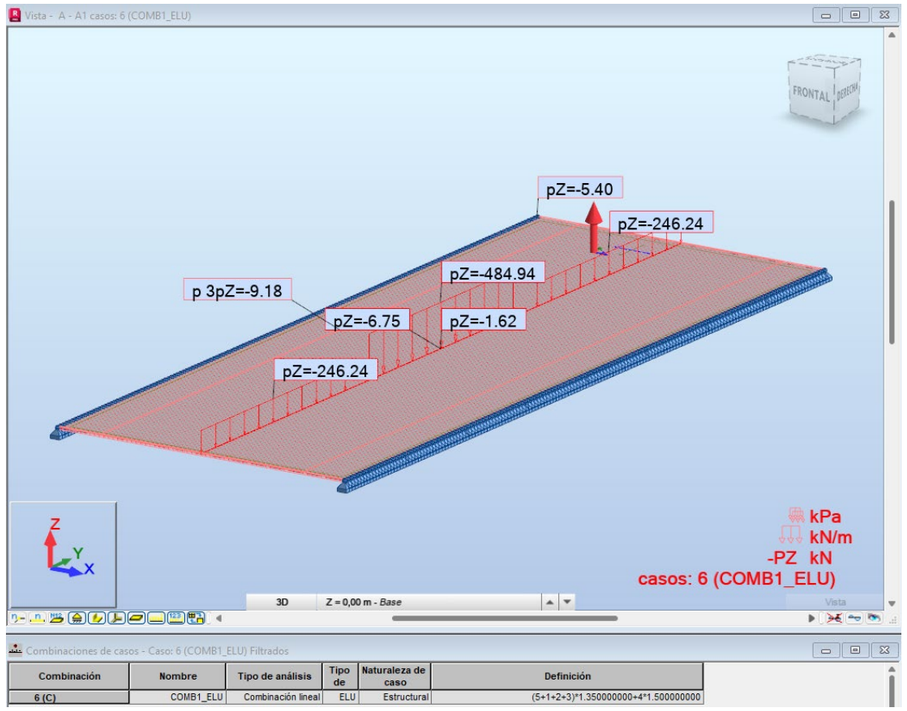
Per al disseny i verificació de l'estructura, s'han definit i aplicat les combinacions d'accions en Estat Límit Últim (ELU) i en Estat Límit de Servei (ELS) seguint les directrius establertes per la normativa Eurocodi 0 (EC0) i la IAPF. Aquestes combinacions tenen com a objectiu assegurar que l'estructura compleixi els requisits de seguretat i funcionalitat sota les condicions de càrrega més desfavorables.

3.1.2.1. Combinacions d'accions en ELU

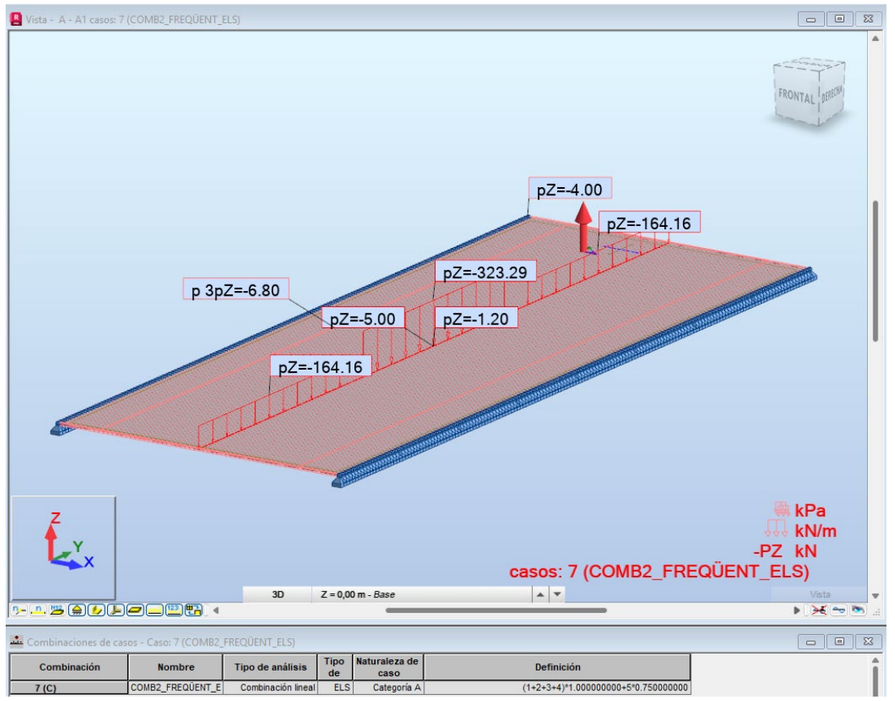
Les combinacions d'accions en ELU s'han utilitzat per determinar els esforços màxims de dimensionament i per garantir la seguretat estructural. Aquestes consideren:

- **Càrregues permanents majorades**: Incloent el pes propi de la llosa alveolar, la capa de compressió, el balast, les travesses i el carril.
- **Càrregues variables**: Incloent el tren tipus **UIC-71**, aplicant els corresponents coeficients de classificació i impacte dinàmic.
- **Sobrecàrregues d'ús**: Accions temporals de manteniment o personal.

Es mostra l'aplicació de la combinació per l'ELU sobre el model;



Es mostra l'aplicació de la combinació Freqüent per l'ELS sobre el model;



3.1.2.2. Combinacions d'accions en ELS

Les combinacions en ELS s'han utilitzat per verificar:

- **Fissuració**: Assegurar que el moment flector en servei no superi el moment de fissuració de la llosa.
- **Deformació**: Garantir que la deformació màxima calculada es mantingui dins del límit admissible segons la normativa ferroviària (L/1000L/1000L/1000).

Les combinacions consideren:

- **Condicions freqüents**: Càrregues permanents més una part de les càrregues variables aplicades segons els coeficients reductors d'ús.

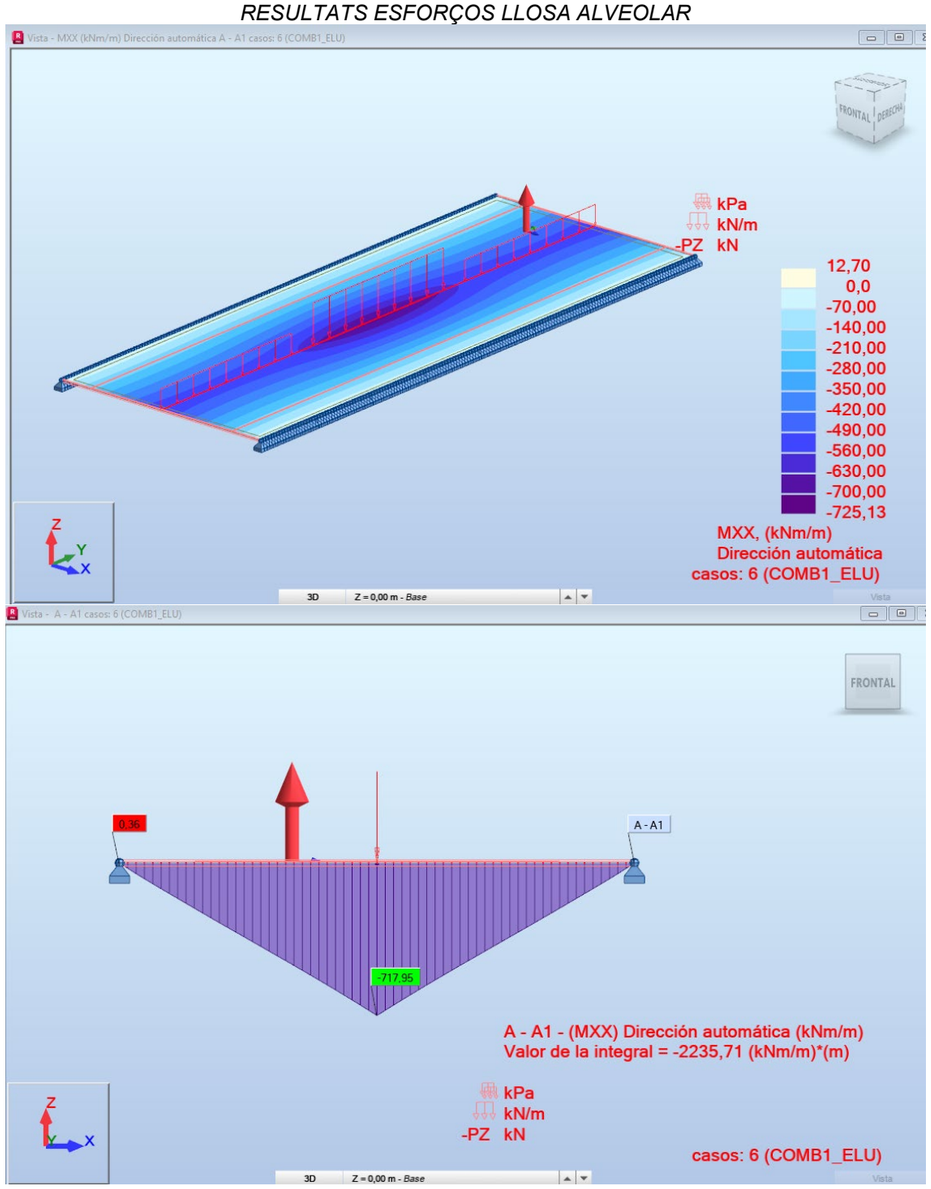
3.1.2.3. Obtenció dels esforços amb el programari RSA

Amb el model numèric realitzat utilitzant el programari **Autodesk Robot Structural Analysis (RSA)**, un cop aplicades totes les càrregues i combinacions definides, s'han obtingut els esforços següents:

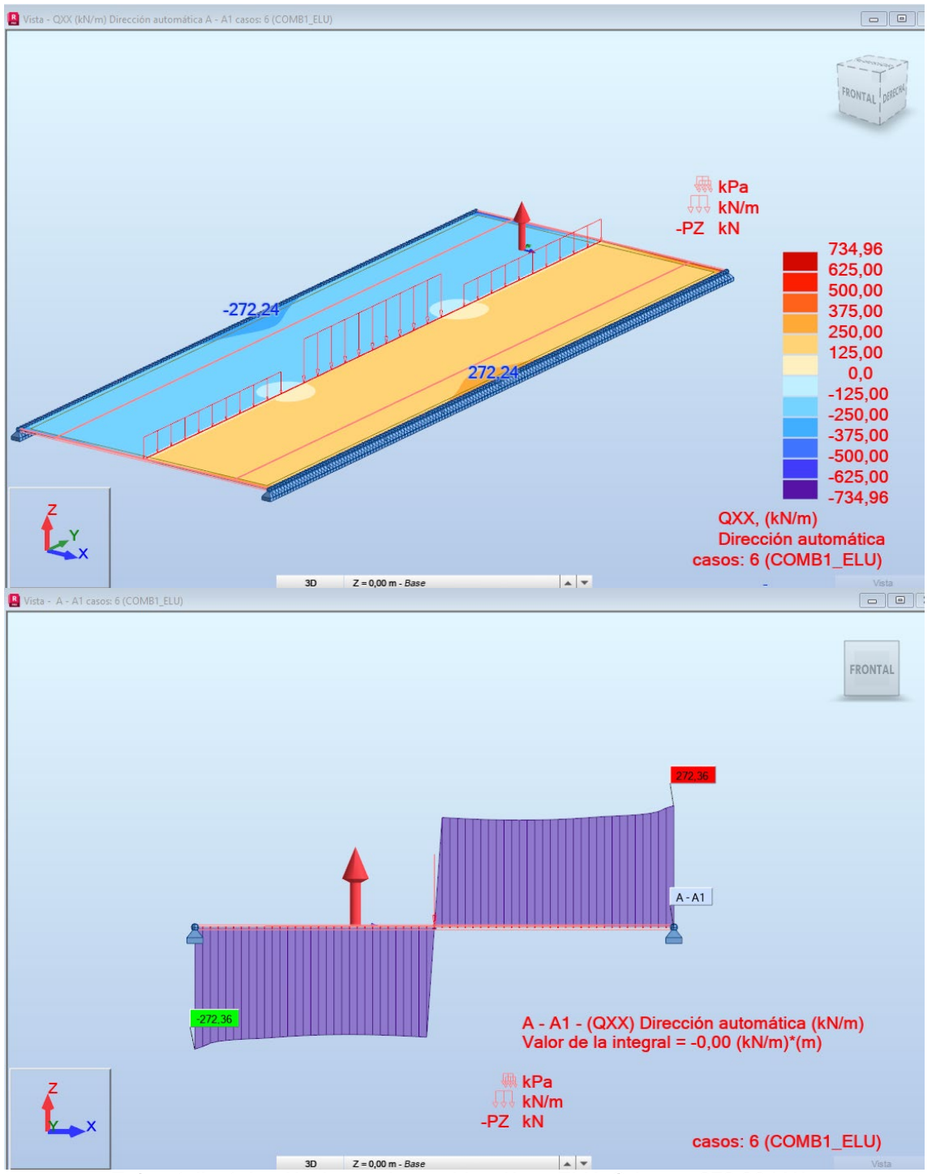
- **Moment flector**: Esforços màxims i mínims en ELU i ELS.
- **Esforç tallant**: Verificació dels esforços de tall per al disseny de la llosa i la capa de compressió.
- **Deformacions**: Anàlisi de la rigidesa i comportament de l'estructura sota càrrega.

A continuació, es mostren les imatges extretes del model generat amb RSA que inclouen els esforços obtinguts per a cada combinació i els diagrames de moment flector i esforços tallants:

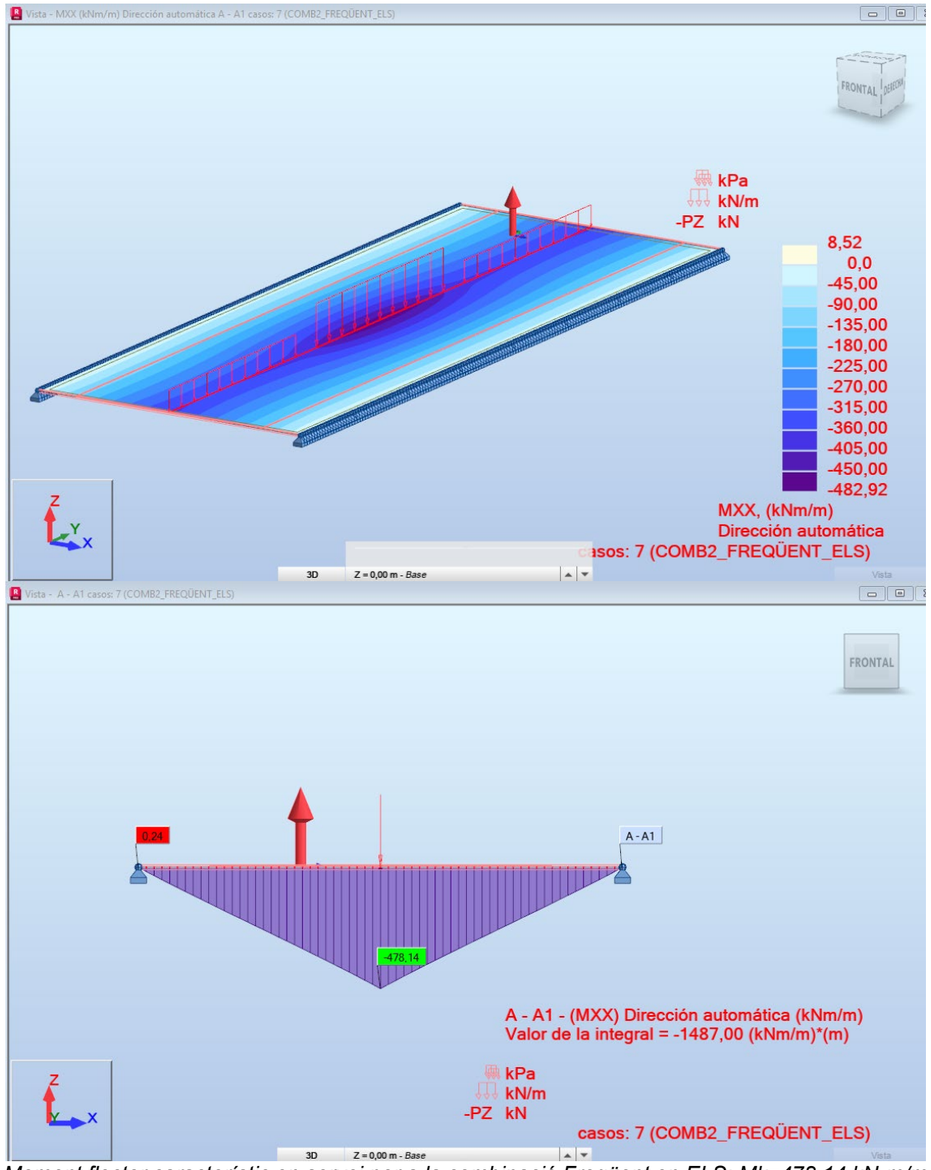
RESULTATS ESFORÇOS LLOSA ALVEOLAR



Moment flector de càlcul per la combinació en ELU: Mdmax=717,95 kN·m/m



Esforç tallant de càlcul per a la combinació en ELU: Qdmax= 272,36 kN/m



Moment flector característic en servei per a la combinació Freqüent en ELS: Mk=478,14 kN·m/m (Combinació Freqüent)

Taula resum d'esforços:

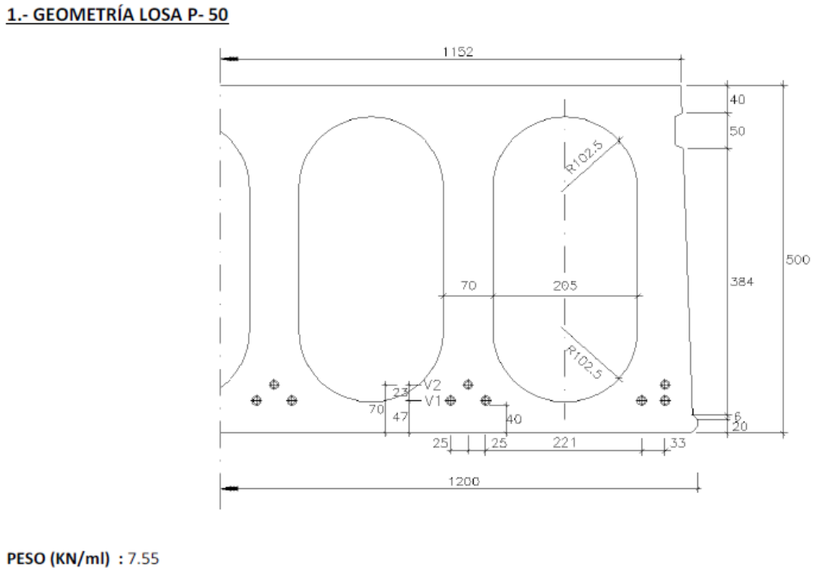
Taula d'esforços de càlcul del conjunt llosa + xapa de compressió

Esforç	Valor
Moment flector de càlcul	$M_d = 717,95\,\text{kNm/m}$
Esforç tallant de càlcul	$V_d = 272,36\,\text{kN/m}$
Moment en servei, combinació freqüent	$M_{fis} = 478,14\,\text{kNm/m}$
Deformació màxima admissible (fletxa)	$\delta_{max} = L/1000 = 5,80\,\text{mm}$

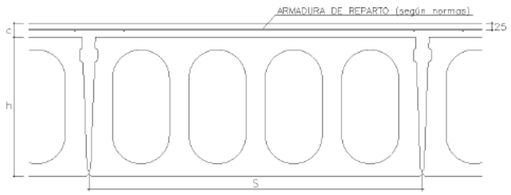
3.1.2.4. Criteris de dimensionament per escollir la placa comercial.

Es realitza l'elecció del tipus de placa alveolar, el cantell i l'armat de pretensat en funció de les fitxes tècniques d'un fabricant, utilitzades a mode d'exemple, amb l'objectiu d'obtenir els paràmetres mínims que hauria de complir la placa escollida per garantir el compliment dels esforços de càlcul.

Un esquema comercial de placa alveolar que compliria els requeriments estructurals del projecte seria:



2.- FORJADOS



TIPO DE FORJADO (h+c)*s	PESO (KN/m²)
(50+ 0) * 120	6´58
(50+ 5) * 120	7´76
(50+10) * 120	8´94

FLEXIÓN POSITIVA (por m)												
TIPO DE FORJADO (h+c)*s	TIPO DE LOSA	MOMENT. ULTIMO Mu (mKN/m) (3)	ESFUERZO CORTANTE ULTIMO Vu MC-78 Md<Mo 1+Mo/Md=2 (KN/m) (4)	Md>Mo (KN/m) (4)		ESFUERZO RASANTE Sección tipo Vu (KN/m) (5)	MOMENT. FISUR. (hormigón in situ) Mf (MKN/m) (6)	RIGIDEZ TOTAL FISURADA E·Ib (m²MN/m) (6)	E·If	MOMENTOS LIMITE FISUR. Dap1 DE SERVICIO III (mKN/m) (7)	DESCOM. / CLASE I	
(50+10) *120	P50-1	446.9	175.5	375.1	177.7	332.2	170.6	448.7	443.7	437.8	272.7	242.7
	P50-2	479.8	177.6	382.1	185.5	331.0	171.0	449.7	444.6	457.5	293.8	261.4
	P50-3	493.9	178.5	385.2	189.0	330.0	171.1	450.0	444.9	465.0	300.2	268.8
	P50-4	555.9	182.5	397.8	203.3	328.4	171.8	451.8	446.5	499.5	337.9	302.5
	P50-5	616.5	186.4	409.7	216.9	327.2	172.5	453.6	448.2	534.8	376.0	336.5
	P50-6	675.8	190.3	420.9	226.7	326.2	173.1	455.3	449.9	569.3	413.2	369.7
	P50-7	731.0	194.2	432.1	235.1	324.3	173.7	456.9	451.2	600.7	447.5	400.4
	P50-8	792.8	198.2	442.5	243.0	325.2	174.6	459.1	453.3	638.3	488.1	436.5
	P50-9	853.8	202.1	452.3	250.6	326.0	175.4	461.3	455.3	675.2	527.8	471.8
	P50-10	912.5	206.0	461.6	258.0	326.6	176.2	463.5	457.3	709.0	564.5	504.7

FLEXIÓN NEGATIVA (por m)															
REFUERZO SUPERIOR POR LOSA	B400 MOM. Y CORT.ULTIMO-ABERT.FISURA Mu (mKN/m) (3)	Rel. x/d (8)	Losa lím. (9)	Vu MC-78 KN/m (4)	Vu exper. KN/m (4)	Wk mm (10)	B500 MOM. Y CORT.ULTIMO-ABERT.FISURA Mu (mKN/m)	Rel. x/d	Losa lím.	Vu MC-78 KN/m	Vu exper. KN/m	Wk mm	ESF. RAS. Vu KN/m (5)	MOM. FIS. Mf MKN/m (6)	RIGIDEZ TOTAL FIS. E·Ib (m²MN/m (6))	E·If
5φ16	0.0	.00		0.0	0.0	.00	0.0	.00		0.0	.0	.00	339.3	194.6	453.0	49.0
6φ16	0.0	.00		0.0	0.0	.00	242.2	.06	11	104.1	188.7	.14	339.3	197.1	456.7	57.0
7φ16	227.5	.05	11	108.2	203.1	.10	281.5	.07	11	108.2	184.9	.17	339.3	199.6	460.4	64.8
8φ16	259.2	.06	11	112.3	199.9	.10	320.4	.08	11	112.3	183.1	.19	339.3	202.2	464.2	72.3
9φ16	290.7	.07	11	116.4	198.4	.12	359.1	.09	11	116.4	182.7	.20	339.3	204.8	468.0	79.5
6φ16+4φ16	322.0	.08	11	120.5	198.1	.13	397.4	.09	11	120.5	183.4	.20	339.3	207.4	471.9	86.5
8φ16+3φ16	353.0	.08	11	124.6	198.7	.14	435.4	.11	11	124.6	184.7	.21	339.3	210.0	475.7	93.3
8φ16+4φ16	383.9	.09	11	128.7	200.0	.15	473.0	.12	11	128.7	186.6	.21	339.3	212.7	479.6	103.3
8φ20	397.8	.10	11	130.7	200.9	.19	489.8	.13	11	130.7	187.7	.27	338.1	213.6	480.8	106.1
9φ20	445.3	.11	11	137.1	204.2	.19	547.1	.15	11	137.1	191.7	.26	338.1	217.8	486.9	117.0
6φ20+4φ20	492.1	.13	11	143.6	208.4	.19	603.1	.17	11	143.6	196.4	.26	338.1	222.0	493.0	127.7

RELACIÓN a o RELACIÓN W1,c / W1,s (11) : 1.36
INCREMENTO EXCENTRICIDAD (e,c – e,s), mm (12) : 78.6
ESFUERZO CORTANTE ULTIMO Vu2, Sección tipo, KN/m (13) : 290.4

Així es resumeixen en la següent taula, les característiques tècniques mínimes que al menys hauria de complir la placa alveolar a executar en l'obra per tal d'assolir els requeriments d'esforços i deformacions obtinguts dels models numèrics de càlcul de projecte:

Taula de característiques mínimes de la placa alveolada

Paràmetre	Valor
Cantell de la placa alveolar	$h = 0,50\,\mathrm{m}$
Gruix xapa de compressió	$c = 0,10\,\mathrm{m}$
Cantell total del forjat	$H = 0,60\,\mathrm{m}$
Pes de l'element prefabricat	$w = 7,55\,\mathrm{kN/m^2}$
Pes del formigó in situ	$w_f = 1,39\,\mathrm{kN/m^2}$
Pes total del forjat	$w_t = 8,94\,\mathrm{kN/m^2}$
Armadura pretensada	Cordons actius $Y1860S7$, límit elàstic $f_{pk} = 1860\,\mathrm{N/mm^2}$
Formigó in situ	$C35/45$
Formigó de la placa alveolada	$C45/55$
Moment últim de flexió positiva	$M_u = 912,50\,\mathrm{kNm/m}$
Rigidesa no fissurada	$E \cdot I_h = 463500\,\mathrm{kNm^2/m}$
Rigidesa fissurada	$E \cdot I_f = 457300\,\mathrm{kNm^2/m}$
Moment de fissuració (descompressió)	$M_{fis} = 504,70\,\mathrm{kNm/m}$
Esforç tallant últim	$V_u = 290,40\,\mathrm{kN/m}$

3.1.2.5. Verificació de l'estat límit últim (ELU):

Per realitzar la verificació en l'Estat Límit Últim (ELU) de la placa alveolar + xapa de compressió, seguirem els passos següents, verificant tant la resistència a flexió com al tallant. Utilitzarem els valors proporcionats:

Dades per al càlcul

- **Moment de càlcul (ELU):** $M_d = 717,95\,\text{kNm/m}$
- **Esforç tallant de càlcul (ELU):** $V_d = 272,36\,\text{kN/m}$
- **Moment últim resistent:** $M_u = 912,50\,\text{kNm/m}$
- **Esforç tallant resistent:** $V_u = 290,40\,\text{kN/m}$

1. Verificació de flexió (ELU)

La verificació es basa en assegurar que:

$$M_d \leq M_u$$

Substituïm els valors:

$$717,95\,\text{kNm/m} \leq 912,50\,\text{kNm/m}$$

- **Conclusió:** El moment de càlcul és inferior al moment resistent últim, per tant, **la placa compleix a flexió en ELU.**

---

2. Verificació de tallant (ELU)

La verificació es basa en assegurar que:

$$V_d \leq V_u$$

Substituïm els valors:

$$272,36\,\text{kN/m} \leq 290,40\,\text{kN/m}$$

- **Conclusió:** L'esforç tallant de càlcul és inferior a l'esforç resistent últim, per tant, **la placa compleix a tallant en ELU.**

Resum de verificacions

Verificació	Esforç de càlcul (ELU)	Esforç resistent (últim)	Compliment
Flexió	$M_d = 717,95\,\text{kNm/m}$	$M_u = 912,50\,\text{kNm/m}$	Sí
Tallant	$V_d = 272,36\,\text{kN/m}$	$V_u = 290,40\,\text{kN/m}$	Sí

La placa alveolada + xapa de compressió compleix els requeriments de resistència tant a flexió com a tallant en l'Estat Límit Últim (ELU).

3.1.2.6. Verificació de l'estat límit de servei fissuració (ELS):

Per verificar el compliment en l'Estat Límit de Servei (ELS) respecte a la fissuració, hem de comparar el **moment característic en servei per la combinació freqüent (Mfis)** amb el **moment de descompressió (Mdes)** de la placa alveolada + xapa de compressió. Aquesta verificació garanteix que no hi hagi fissures significatives en servei.

Dades per al càlcul

- **Moment característic en servei (freqüent):** $M_{fis} = 478,14\,\text{kNm/m}$
- **Moment de descompressió (fissuració):** $M_{des} = 504,70\,\text{kNm/m}$

Verificació de fissuració (ELS)

La condició per al compliment és:

$$M_{fis} \leq M_{des}$$

Substituïm els valors:

$$478,14\,\text{kNm/m} \leq 504,70\,\text{kNm/m}$$

- **Conclusió:** El moment característic en servei és inferior al moment de descompressió de la placa, per tant, **compleix en l'Estat Límit de Servei per a la fissuració.**

Resum de verificació (ELS)

Verificació	Moment en servei (M_{fis})	Moment de descompressió (M_{des})	Compliment
Fissuració (ELS)	$478,14\,\mathrm{kNm/m}$	$504,70\,\mathrm{kNm/m}$	Sí

La placa alveolada + xapa de compressió compleix els criteris de l'Estat Límit de Servei respecte a la fissuració, garantint que no hi hagi descompressió significativa en servei.

3.1.2.7. Verificació en Estat Límit de Servei (ELS) de deformació:

La verificació de deformació en ELS s'utilitza per assegurar que les deformacions de la placa alveolada + xapa de compressió es mantenen dins dels límits establerts per garantir la funcionalitat de la infraestructura ferroviària.

Dades per al càlcul

- Llum de la placa: $L = 5,80\,\mathrm{m}$
- **Rigidesa no fissurada** ($E \cdot I_h$): $463500\,\mathrm{kNm^2/m}$
- **Rigidesa fissurada** ($E \cdot I_f$): $457300\,\mathrm{kNm^2/m}$
- **Càrrega uniformement repartida equivalent** (q): $170,81\,\mathrm{kN/m}$ (calculada anteriorment)
- **Deformació admissible segons IAPF:**
  Segons la normativa IAPF (Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes Ferroviarios), la deformació màxima admissible per a ponts ferroviaris és:

$$\delta_{admissible} = \frac{L}{1000} = \frac{5,80}{1000} = 5,80\,\mathrm{mm}$$

La càrrega uniformement repartida equivalent (q) es calcula per traduir el **moment de càlcul (Md)** obtingut del model numèric amb el programari **Autodesk Robot Structural Analysis (RSA)** a una càrrega distribuïda sobre una biga simplement recolzada. Això permet determinar la deformació màxima (δmax) del conjunt llosa alveolar + capa de compressió en funció de la seva rigidesa:

Fórmula per al càlcul de q:

$$M_d = \frac{q \cdot L^2}{8} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{8 \cdot M_d}{L^2}$$

Substitució dels valors:

- **Moment de càlcul (ELU):** $M_d = 717,95\,\mathrm{kNm/m}$
- **Llum** (L): $5,80\,\mathrm{m}$

$$q = \frac{8 \cdot 717,95}{5,80^2}$$

$$q = \frac{5743,6}{33,64} \approx 170,81\,\mathrm{kN/m}$$

Determinació de la deformació màxima (δ_{max}):

Un cop determinat q, calculem la deformació màxima de la placa alveolar utilitzant la fórmula per a una biga simplement recolzada:

$$\delta_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

On:

- $q = 170,81\,\mathrm{kN/m}$: Càrrega uniformement repartida equivalent.
- $L = 5,80\,\mathrm{m}$: Llum de la biga.
- $E \cdot I$: Rigidesa flexional (en funció de l'estat fissurat o no fissurat).

Resultats del càlcul de la deformació

1. Per rigidesa no fissurada ($E \cdot I_h = 463500\,\mathrm{kNm^2/m}$):

$$\delta_{max,no\,fissurada} = \frac{5 \cdot 170,81 \cdot 5,80^4}{384 \cdot 463500}$$

$$\delta_{max,no\,fissurada} = \frac{968659,67}{178464000} \approx 5,43\,\mathrm{mm}$$

2. Per rigidesa fissurada ($E \cdot I_f = 457300\,\mathrm{kNm^2/m}$):

$$\delta_{max,fissurada} = \frac{5 \cdot 170,81 \cdot 5,80^4}{384 \cdot 457300}$$

$$\delta_{max,fissurada} = \frac{968659,67}{175603200} \approx 5,51\,\mathrm{mm}$$

Comparació amb la deformació admissible

Estat	Deformació màxima calculada (δ_{max})	Deformació admissible ($\delta_{admissible}$)	Compliment
No fissurat	$5,43\,\mathrm{mm}$	$5,80\,\mathrm{mm}$	Sí
Fissurat	$5,51\,\mathrm{mm}$	$5,80\,\mathrm{mm}$	Sí

El càlcul demostra que, tant en l'estat no fissurat com en el fissurat, la deformació màxima de la placa alveolar + xapa de compressió és inferior al límit admissible de 5,80 mm establert per la normativa **IAPF**, i per tant, compleix els criteris de l'Estat Límit de Servei de deformació. (ELS).

ANNEX NÚM. 3: ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

ÍNDEX

MEMÒRIA

PLÀNOLS

PLEC DE CONDICIONS

PRESSUPOST

MEMÒRIA

ÍNDEX

1. OBJECTE DE L'ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT ..... - 2 -

2. DADES GENERALS ..... - 2 -

2.1. PROMOTOR ..... - 2 -
2.2. AUTOR DE L'ESTUDI DE SEGURETAT ..... - 2 -
2.3. AUTOR PROJECTE CONSTRUCTIU ..... - 2 -
2.4. CSS EN FASE DE PROJECTE ..... - 2 -
2.5. TIPOLOGIA D'OBRA ..... - 2 -
2.6. SITUACIÓ ..... - 2 -
2.7. PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL DEL PROJECTE ..... - 2 -
2.8. TERMINI D'EXECUCIÓ ..... - 2 -
2.9. MÀ D'OBRA PREVISTA ..... - 2 -
2.10. CARACTERÍSTIQUES METEREOLÒGIQUES ..... - 2 -
2.10.1 Recomanacions per al pla de seguretat i salut ..... - 3 -
2.11. CARACTERÍSTIQUES DEL TERRENY ..... - 3 -
2.12. SERVEIS AFECTATS ..... - 3 -

3. DESCRIPCIÓ GENERAL DE LES OBRES ..... - 3 -

4. UNITATS CONSTRUCTIVES ..... - 4 -

4.1. TREBALLS EN VIA ..... - 4 -
4.2. TREBALLS EN CATENÀRIA ..... - 4 -

5. ORDRE D'EXECUCIÓ I FASES DE TREBALL ..... - 4 -

6. MAQUINÀRIA QUE INTERVINDRÀ A L'OBRA ..... - 4 -

6.1. SUBSTITUCIÓ DE TRAVESSES ..... - 4 -
6.2. DESMUNTATGE I MUNTATGE DE VIA ..... - 5 -
6.3. DEPURACIÓ MANUAL DE VIA ..... - 5 -
6.4. DEPURACIÓ MECÀNICA DE VIA ..... - 5 -
6.5. SUBSTITUCIÓ DE SUBJECCIONS ..... - 5 -
6.6. SOLDADURA ALUMINOTÈRMICA ..... - 5 -
6.7. HOOGENITZACIÓ DE TENSIONS ..... - 5 -
6.8. ANIVELLAMENT, ALINEACIÓ I PERFILAT ..... - 5 -
6.9. INSTAL·LACIÓ CUNETA I COL·LOCACIÓ TUB DREN ..... - 5 -
6.10. MOVIMENT DE TERRES. DESCÀRREGA DE BALAST ..... - 5 -
6.10.1 APILAMENT DELS MATERIALS DE VIA ..... - 5 -
6.10.2 MUNTATGE I DES MUNTATGE DE VIA ..... - 5 -
6.10.3 EXCAVACIÓ DE BALAST I TERRES ..... - 5 -
6.10.4 MUNTATGE DE VIA ..... - 5 -
6.10.5 TALL DE CARRIL ..... - 6 -
6.10.6 HOMOGENEITZACIÓ DE TENSIONS ..... - 6 -
6.10.7 SOLDADURA ALUMINOTÈRMICA ..... - 6 -
6.10.8 ANIVELLACIÓ I PERFILAT ..... - 6 -
6.10.9 EXECUCIÓ DE LES FEINES DE DRENATGE I D'IMPERMEABILITZACIÓ ..... - 6 -

7. CONDICIONS DE CONTROL DE SEGURETAT ESPECIALS ..... - 6 -

8. CONDICIONS D'ACCÉS I AFECCIONS DE LA VIA PÚBLICA ..... - 6 -

8.1. NETEJA I INCIDÈNCIA SOBRE L'ÀMBIENT QUE AFECTEN L'ÀMBIT PÚBLIC ..... - 7 -

9. INSTAL·LACIONS PROVISIONALS DE L'OBRA ..... - 7 -

9.1. SERVEIS DE SALUBRITAT I DE CONFORT DEL PERSONAL ..... - 7 -
9.2. TALLERS ..... - 7 -
9.3. ZONES D'APILAMENT. MAGATZEMS ..... - 7 -

APÈNDIX 1 FITXES D'ACTIVITATS-RISC-AVALUACIÓ

1. OBJECTE DE L'ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

El present E.S.S. té com a objectiu establir les bases tècniques, per fixar els paràmetres de la prevenció de riscos professionals durant la realització dels treballs d'execució de les obres que es descriuen en el document al que pertany aquest annex de Seguretat i Salut, així com complir amb les obligacions que es desprenen de la Llei 31 / 1995 i del RD 1627 / 1997, amb la finalitat de facilitar el control i el seguiment dels compromisos adquirits al respecte per part del/s Contractista/es.

D'aquesta manera, s'integra en la present Memòria Valorada les premisses bàsiques per a les quals el/s Contractista/es constructor/s pugui/n preveure i planificar, els recursos tècnics i humans necessaris per a l'acompliment de les obligacions preventives en aquest centre de treball, de conformitat al seu Pla d'Acció Preventiva propi d'empresa, la seva organització funcional i els mitjans a utilitzar, havent de quedar tot allò recollit al Pla de Seguretat i Salut, que haurà/n de presentar-se al Coordinador de Seguretat i Salut en fase d'Execució, amb antelació a l'inici de les obres, per a la seva aprovació i l'inici dels tràmits de Declaració d'Obertura davant l'Autoritat Laboral.

2. DADES GENERALS

2.1. PROMOTOR

Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

2.2. AUTOR DE L'ESTUDI DE SEGURETAT

Sr. Jordi Torrell Rico ECCP – GREHI enginyeria S.L.P

2.3. AUTOR PROJECTE CONSTRUCTIU

Sr. Jordi Torrell Rico ECCP – GREHI enginyeria S.L.P

2.4. CSS EN FASE DE PROJECTE

Sr. Jordi Torrell Rico ECCP – GREHI enginyeria S.L.P

2.5. TIPOLOGIA D'OBRA

Obra ferroviària de reforç estructural, construcció d'un pont enterrat.

2.6. SITUACIÓ

L'àmbit d'actuació es situa en el traçat ferroviari de la línia Lleida - La Pobla de Segur, concretament en el tram comprès entre els PK 29+522 i PK 29+661, al municipi de Gerb.

2.7. PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL DEL PROJECTE

El pressupost d'execució material del projecte, excloent la seguretat i salut (27.000€ PEM) puja a **1.596.406,92 € PEM**

2.8. TERMINI D'EXECUCIÓ

El termini previst per l'execució d'obra és de **4 mesos**. Dins d'aquest termini estan inclosos els terminis per a l'obtenció dels corresponents permisos, compra de materials, planificació de les obres, etc., així com els remats finals.

2.9. MÀ D'OBRA PREVISTA

Existeix una previsió màxima de treball de 10 operaris.

2.10. CARACTERÍSTIQUES METEREOLÒGIQUES

La zona de **Gerb**, al terme municipal d'Os de Balaguer, a la comarca de la Noguera, es troba en una regió amb un clima mediterrani continentalitzat. Aquestes són les característiques meteorològiques més rellevants que cal considerar per a l'execució de l'obra:

1. Temperatures

- **Mitjana anual:** Entre 13 i 15 °C.
- **Estiu:** Temperatures màximes que poden superar els **35 °C**, especialment durant els mesos de juliol i agost.
- **Hivern:** Temperatures mínimes que poden baixar fins a **-5 °C**, amb possibilitat de gelades nocturnes entre novembre i febrer.

2. Precipitacions

- **Mitjana anual:** Al voltant de **400-600 mm**, repartida de manera irregular al llarg de l'any.
- **Primavera i tardor:** Temporades amb major concentració de precipitacions, sovint en forma de ruixats intensos o tempestes.
- **Estiu:** Precipitacions escasses, però amb possibilitat de tempestes puntuals de curta durada.
- **Hivern:** Precipitacions baixes, amb possibilitat de neu en episodis puntuals.

3. Vent

- **Velocitat mitjana:** Entre 10 i 15 km/h, amb episodis de vents moderats.
- **Direcció predominant:** Vent de component nord-oest (**cierzo**) i sud-est (vent marítim).
- **Episodis intensos:** Possibilitat de ratxes de vent superiors als **50 km/h** durant temporals.

4. Humitat

- **Mitjana anual:** Entre el **50% i el 75%**, amb valors més elevats durant la tardor i l'hivern.
- **Estiu:** Humitat relativa baixa, afavorint condicions de sequedat.

5. Insolació

- **Hores de sol anuals:** Entre **2.500 i 2.800 hores**, fet que indica una alta radiació solar, especialment durant els mesos d'estiu.

6. Factors de risc meteorològic

- **Gelades:** Especialment significatives entre novembre i febrer, afectant la manipulació de materials i l'execució de tasques nocturnes.
- **Tempestes puntuals:** Durant la primavera i la tardor, que poden generar increments sobtats del cabal dels rius o arrossegament superficial en zones desprotegides.
- **Onades de calor:** Durant els mesos d'estiu, fet que pot afectar les condicions laborals i requerir mesures especials de seguretat i salut.

2.10.1 Recomanacions per al pla de seguretat i salut

1. **Protecció contra gelades:** Garantir la protecció dels materials sensibles al fred i ajustar els horaris de treball segons les temperatures mínimes.
2. **Gestió de riscos per tempestes:** Implementar sistemes de drenatge temporal i control d'erosió per minimitzar els efectes de les pluges intenses.
3. **Prevenció per onades de calor:** Assegurar punts d'hidratació per als treballadors i establir pauses durant les hores de màxima insolació.
4. **Control del vent:** Preveure mesures per evitar la caiguda d'elements en alçada durant episodis de vent intens.

Aquestes condicions meteorològiques han de ser tingudes en compte per planificar adequadament l'execució de l'obra i per garantir la seguretat i salut de tot el personal implicat.

2.11. CARACTERÍSTIQUES DEL TERRENY

La zona de **Gerb** presenta unes característiques geotècniques i geomorfològiques que han estat analitzades en detall per mitjà dels estudis tècnics geotècnics previs. A continuació, es descriuen les principals característiques del terreny a la zona prevista per a l'execució del pont enterrat:

1. Composició del terreny

- **Estrat superficial (limos arenosos):**
  - Material poc consolidat amb una capacitat portant limitada, però sense evidències de col·lapse imminent.
  - Gruix variable entre 6 i 9 metres.
- **Subestrat (graves i còdols):**
  - Bona capacitat portant i resistència moderada, però amb discontinuïtats en algunes zones.
  - Gruix mitjà de 3 a 5 metres.
- **Estrat profund (margues):**
  - Terreny molt competent amb elevada cohesió i un mòdul de deformació superior a 300 MPa.
  - Aquest estrat constitueix el suport òptim per als fonaments profunds.

2. Estabilitat del terreny

- **Moviments detectats:** No s'han identificat grans moviments del terreny ni evidències de riscos significatius associats a esllavissades o col·lapses de masses de terra.
- **Risc sísmic:** La zona de Gerb es troba en una regió amb una sismicitat baixa, tal com indica la classificació sísmica del territori segons la normativa vigent (**NCSE-02 i Eurocodi 8**).

3. Nivell freàtic

- Es localitza a profunditats mitjanes i no es preveu que afecti de manera significativa les operacions d'excavació o fonamentació.

Conclusions
Les característiques del terreny a la zona de Gerb permeten concloure que:

1. **Estabilitat general:** El terreny presenta una estabilitat adequada per a les obres projectades, amb riscos molt baixos associats a moviments de terres.
2. **Capacitat portant:** L'estrat profund de margues garanteix una capacitat portant suficient per als fonaments previstos.
3. **Absència de riscos sísmics rellevants:** La baixa sismicitat de la zona elimina riscos significatius relacionats amb aquest fenomen.

A nivell de riscos geotècnics, es considera que les condicions del terreny són favorables per a l'execució de l'obra, minimitzant els possibles contratemps durant la fase d'implantació i servei de la infraestructura. Aquests factors aporten confiança en la viabilitat tècnica i econòmica del projecte.

2.12. SERVEIS AFECTATS

L'execució de l'obra del pont enterrat afectarà principalment els **serveis ferroviaris** relacionats amb la via, ja que el projecte implica el desmuntatge i posterior reinstal·lació de les infraestructures ferroviàries. No es preveuen afectacions a altres serveis generals o subministraments externs a l'àmbit ferroviari. A continuació, es detallen els serveis implicats:

1. Desmuntatge de la via

- Retirada de tots els components de la infraestructura ferroviària:
  - **Carril:** Desmuntatge del carril existent (tipus UIC 60).
  - **Traveses:** Retirada de les travesses monobloc de formigó.
  - **Balast:** Extracció del balast fins a la cota de suport del tauler.
  - **Infraestructura de fixació:** Retirada de clips i plaques base.

2. Reposició de la via
Un cop finalitzada l'obra civil, es durà a terme la reinstal·lació dels elements desmuntats:

- **Col·locació del balast:** Reompliment i compactació del balast a la cota necessària per assegurar l'estabilitat del sistema.
- **Muntatge de les travesses i del carril:** Instal·lació de les travesses de formigó monobloc i col·locació del carril, incloent-hi els sistemes de fixació (clips i plaques base).
- **Alineació i nivellació:** Ajustament final de la via per garantir les condicions òptimes de seguretat i operativitat segons la normativa ferroviària.

3. Infraestructures de suport associades

- **Serveis de baixa tensió:** Es revisarà el correcte funcionament de les connexions elèctriques associades a la infraestructura ferroviària, si escau.
- **Canalitzacions per a fibra òptica:** En cas que es detectin serveis de comunicacions a la zona, s'avaluarà la seva afectació i, si és necessari, es reposaran en el seu estat original.

El Contractista ve obligat a la seva pròpia investigació per a la qual cosa sol·licitarà dels titulars d'obres i serveis, plànols de situació i localitzarà i descobrirà les conduccions i obres enterrades, per mitjà del detector de conduccions o per cales. Les adopcions de mesures de seguretat o la disminució dels rendiments es consideraran inclosos en els preus i, per tant, no seran objecte d'abonament independent.

3. DESCRIPCIÓ GENERAL DE LES OBRES

La memòria valorada de la que forma part el present document de ESS, té com a objectiu desenvolupar una solució tècnica integral per garantir la seguretat i estabilitat del traçat ferroviari de la línia Lleida - La Pobla de Segur, concretament en el tram comprès entre els PK 29+522 i PK 29+661, al municipi de Gerb.

Aquesta intervenció s'inscriu dins de les mesures de mitigació del risc geotècnic identificades a l'estudi elaborat per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), on s'ha detectat la presència de dolines i esvorancs que comprometen l'estabilitat de la infraestructura ferroviària.

El tram afectat presenta una longitud total de 139 metres i es divideix en tres zones específiques segons la seva localització i grau d'afectació:

- **Zona 1**: Comprèn 53 metres, des del PK 29+522 al PK 29+575.
- **Zona 2**: Inclou un tram de 46 metres entre els PK 29+575 i PK 29+621.
- **Zona 3**: Abarca els 40 metres restants, entre els PK 29+621 i PK 29+661.

Aquestes zones es caracteritzen per estar ubicades en un context geològic i hidrogeològic complex, amb materials quaternaris altament vulnerables a fenòmens de subsidència i tubificació, derivats de la infiltració d'aigua i l'arrossegament de materials fins. Aquesta problemàtica ha provocat deformacions recurrents en la plataforma ferroviària i ha requerit actuacions puntuals d'urgència en el passat.

La solució plantejada per al projecte implica la construcció d'un viaducte de nova generació que elimina el contacte directe de la via amb el terreny vulnerable. Aquest viaducte estarà format per una estructura modular que integra plaques alveolades prefabricades, recolzades sobre jàsseres de fonamentació correguda. Aquest sistema estructural transferirà les càrregues de la superestructura cap a una fonamentació profunda mitjançant micropilots de fins a 20 metres de profunditat, garantint així l'estabilitat i durabilitat de la infraestructura.

Amb aquesta actuació, es proporciona una solució tècnica robusta que no només respon als reptes actuals, sinó que també s'alinea amb els criteris d'eficiència i sostenibilitat requerits per a una infraestructura ferroviària de llarg recorregut. La intervenció, a més, permetrà minimitzar l'impacte de futures deformacions del terreny sobre el traçat, assegurant la continuïtat del servei ferroviari en condicions òptimes de seguretat i confort pels usuaris.

Aquest projecte es fonamenta en les dades proporcionades per l'estudi geotècnic de la zona, incorporant les mesures més adequades i avançades per mitigar els riscos detectats, contribuint així a la millora global de la línia ferroviària i a la preservació d'un servei essencial per a la mobilitat de la regió.

4. UNITATS CONSTRUCTIVES

Les unitats constructives que componen les obres objecte d'aquesta avaluació de riscos són les següents:

4.1. TREBALLS EN VIA

- Treballs de topografia.
- Apilament de materials de via.
- Desmuntatge i muntatge de via.
- Substitució de travesses.
- Depuració mecànica de balast.
- Tall de carril.
- Substitució de carril o JAE's
- Alliberament de tensions.
- Soldadura aluminotèrmica.
- Descàrrega de balast.
- Anivellament, alineació i perfilat amb maquinària lleugera i eines manuals.

4.2. TREBALLS EN CATENÀRIA

- NO es preveuen treball en catenària. La línia no funciona amb electrificació per catenària.

5. ORDRE D'EXECUCIÓ I FASES DE TREBALL

A continuació es detallen en ordre de precedència, les unitats i treballs més significatius dins de cadascuna de les tres Fases en les quals s'han dividit l'execució de les obres.

Replanteig i preparació de l'obra:

Es realitza el replanteig de l'emplaçament del pont enterrat, delimitant les zones d'intervenció i els accessos per a la maquinària. Durant aquesta fase, es garanteix la coordinació amb l'operador ferroviari per minimitzar les afectacions al servei.

Execució dels micropilons i les bigues longitudinals (horari diürn):

- **Micropilons:**
  - Perforació i col·locació simultània de les camises metàl·liques mitjançant el sistema de rotopercussió concèntrica SpiraFlush o similar.
  - Injecció de beurada de ciment segons el procediment establert.
  - Col·locació dels capitells per a la transmissió de càrregues a les bigues longitudinals.
- **Bigues longitudinals:**
  - Muntatge de les armadures, encofrat i formigonat de les bigues de formigó armat en forma de **L**.

Tot aquest treball es realitza **durant horari diürn**, mentre el servei ferroviari es manté operatiu. Es compta amb la presència contínua d'un **encarregat homologat** que supervisa les operacions i garanteix el compliment de les normatives de seguretat ferroviària.

Tall de via i treballs finals (cap de setmana):

Un cop finalitzats els micropilons i les bigues en els tres trams, es planifica el tall del servei ferroviari en un cap de setmana, des de **divendres a les 22h fins dilluns a les 5h**, per executar les següents tasques:

- **Retirada de la via existent:**
  - Desmuntatge del carril (UIC 60), les travesses monobloc i el balast fins a la cota de suport del tauler.
- **Col·locació de les plaques alveolars:**
  - Instal·lació de les plaques pretensades sobre les bigues longitudinals amb bandes de neopré interposades.
  - Formigonat de la xapa de compressió de 10 cm sobre les plaques alveolars per donar rigidesa al tauler.
- **Reposició de la via:**
  - Reinstal·lació del balast, travesses i carrils, amb ajustament final de l'alineació i nivellació per garantir les condicions de seguretat i operativitat.

Finalització i inspecció:

Es revisa l'execució del conjunt de l'obra per garantir el compliment dels estàndards de qualitat i seguretat abans de restablir el trànsit ferroviari el **dilluns a les 5h**.

6. MAQUINÀRIA QUE INTERVINDRÀ A L'OBRA

6.1. SUBSTITUCIÓ DE TRAVESSES

- Motoclavadora.

- Eina manual.
- Gat Robel.
- Vaiacar.
- Tren de treballs

6.2. DESMUNTATGE I MUNTATGE DE VIA

- Vaiacar.
- Motoclavadora.
- Eina manual.
- Tren de treballs

6.3. DEPURACIÓ MANUAL DE VIA

- Eina manual.
- Motoclavadora.
- Gat Robel.
- Tren de treballs

6.4. DEPURACIÓ MECÀNICA DE VIA

- Vaiacar.
- Tren de treballs

6.5. SUBSTITUCIÓ DE SUBJECCIONS

- Eina manual.
- Motoclavadora.

6.6. SOLDADURA ALUMINOTÈRMICA

- Tallamazarotas.
- Esmeriladora.
- Eina manual

6.7. HOOGENITZACIÓ DE TENSIONS

- Tensors hidràulics.
- Motoclavadora.
- Gat Robel.

6.8. ANIVELLAMENT, ALINEACIÓ I PERFILAT

- Batedora lleugera.
- Perfiladora.
- Eina manual.

6.9. INSTAL·LACIÓ CUNETA I COL·LOCACIÓ TUB DREN

- Pala excavadora
- Vaiacar.
- Tren de treballs

6.10. MOVIMENT DE TERRES. DESCÀRREGA DE BALAST

- Camió Dumper 4x4
- Retroexcavadora.
- Pala carregadora.

6.10.1 APILAMENT DELS MATERIALS DE VIA

Descàrrega dels materials (travesses, carrils, etc.), que seran transportats des de fàbrica mitjançant camió grua i descarregats a la campa d'obres. Des d'allà el transport es realitzarà mitjançant el tren de treballs.

6.10.2 MUNTATGE I DES MUNTATGE DE VIA

La primera operació a realitzar, és el afluixat i retirada de les brides o tall amb tronzadora del carril vell a substituir, el seu desclavat amb motoclavadora, i la seva retirada per mitjà de tenalles de carrils a lloc pròxim per a la seva càrrega. El desmuntatge de via per parelles consisteix en el tall de la via en quatre punts i llevant mitjançant VAIACAR amb pinces. És un treball previ a la substitució de les travesses. El material procedent del llevant es col·locarà sobre les plataformes del tren de treballs pel seu posterior transport a la campa d'obres. Aquesta tasca es realitzarà de forma mecànica amb VAIACAR. Els riscos d'atrapament o caiguda de la càrrega són els més importants, pel que estarà prohibit que cap operari situï alguna part del seu cos sota la càrrega suspesa. A causa de l'ús de maquinària pesada hi haurà una sèrie de riscos com atropellaments, atrapaments, etc. Per això es prohibeix la permanència de personal en el radi d'acció de les màquines, a més, la maquinària portarà la botzina d'indicació de maniobra marxa enrere. El muntatge de via per parelles s'efectuarà de la mateixa manera amb maquinària pesada.

6.10.3 EXCAVACIÓ DE BALAST I TERRES

Una vegada alliberat l'àmbit de les obres del carril i travesses es procedirà a l'excavació de la plataforma ferroviària, excavació del balast existent fins a deixar totalment a la vista la contravolta del túnel. L'excavació es realitzarà amb VAIACAR, carregant-les directament sobre la plataforma del tren de treballs per tal que siguin transportades fins a la campa d'obres. En aquesta campa, seran descarregades de la plataforma i carregades en camió Dumper 4x4 per tal que siguin transportades a gestor autoritzat de residus. Degut a l'ús de maquinària pesada hi haurà una sèrie de riscos com atropellaments, atrapaments, etc. Per això es prohibeix la permanència de personal en el radi d'acció de les màquines, a més, la maquinària portarà la botzina d'indicació de maniobra marxa enrere.

6.10.4 MUNTATGE DE VIA

Una vegada finalitzada l'extensió del balast i batonat, es procedirà a la col·locació de les parelles de via a la distribució dels balast entre calaixos i perfilat manual del balast. Totes les feines indicades es realitzaran mitjançant l'ús de VAIACAR i batonadora amb maquinaria pesada i lleugera. Els riscos d'atrapament o caiguda de la càrrega són els més importants, pel que estarà prohibit que cap operari situï alguna part del seu cos sota la càrrega suspesa. A causa de l'ús de

maquinària pesada hi haurà una sèrie de riscos com atropellaments, atrapaments, etc. Per això es prohibeix la permanència de personal en el radi d'acció de les màquines, a més, la maquinària portarà la botzina d'indicació de maniobra marxa enrere.

6.10.5 TALL DE CARRIL

El tall es realitzarà amb serra de trepar de carril o bufador oxiacetilènic La tronzadora de carril es posicionarà al capdavant del carril per mitjà de la brida especial que posseeix la màquina, es tallarà amb disc abrasiu carril en sentit vertical.

6.10.6 HOMOGENEITZACIÓ DE TENSIONS

El treball es divideix en les següents fases:

- Constitució de punts fixos en els extrems del tram a homogenitzar, mitjançant atapeït de la clavazón a 40 travesses interiors al punt fix i 20 exteriors. Deixa anar la resta de la clavazón del tram.
- Col·locació dels tensors hidràulics en les dues semibarres.
- Col·locació de rodets entre el patí del carril i les travesses i colpeig del carril mitjançant maces de fusta.
- Dimensionament d'acord amb la temperatura i tall de la cala.
- Tensat del carril mitjançant els gats hidràulics.
- Soldadura aluminotèrmica del carril.
- Atapeït de la clavazón.

6.10.7 SOLDADURA ALUMINOTÈRMICA

El procés es realitzarà en les següents fases:

- Obertura de la cala.
- Col·locació de motlle i el gresol.
- Preescalfament.
- Colada.
- Tall de la mazarota.
- Esmerilament.

6.10.8 ANIVELLACIÓ I PERFILAT

Aquesta operació consisteix en el posicionament de la via, o desviament, en planta i en alçat, de forma manual, mitjançant batedora tipus Jackson.

6.10.9 EXECUCIÓ DE LES FEINES DE DRENATGE I D'IMPERMEABILITZACIÓ

S'utilitzaran mitjans manuals i maquinària. A causa de l'ús de maquinària pesada hi haurà una sèrie de riscos com atropellaments, atrapaments, etc. Per això es prohibeix la permanència de personal en el radi d'acció de les màquines, a més, la maquinària portarà la botzina d'indicació de maniobra marxa enrere.

7. CONDICIONS DE CONTROL DE SEGURETAT ESPECIALS

Caldrà mantenir especial atenció en tots els procesos de seguretat i salut derivats de l'execució d'obra donat el caràcter especial en el que els treballs es realitzen principalment degut a l'explotació del servei ferroviari en via única mentre per l'altre via es realitzen els treballs d'obra.

Caldrà per tant:

- Assegurar la formació adequada a tots els treballadors al respecte de les condicions de treballs amb servei en via única.
- Caldrà establir protocols de seguretat per a la reparació, manipulació, restitució, muntatge i desmuntatge de la barrera de gàlib en condicions optimes de seguretat.
- Mantenir i revisar al menys cada 6 hores, l'estat de solidesa i seguretat de la barrera de gàlib emeten informe al respecte i comunicant a la DO l'estat de la mateixa.
- Cal establir un protocol d'actuació en cas d'incidència amb la barrera de gàlib i en especial al respecte de la continuïtat del servei ferroviari en via única.
- Caldrà vigilància especifica al llarg de la barrera i revisió exhaustiva i diària abans d'iniciar-se el servei ferroviari cada mati.

8. CONDICIONS D'ACCÉS I AFECCIONS DE LA VIA PÚBLICA

En el PLA DE SEGURETAT I SALUT el Contractista definirà les desviacions i passos provisionals per a vehicles, vianants i pagesos de la comunitat de regants, els circuits i trams de senyalització, la senyalització, les mesures de protecció i detecció, els paviments provisionals, les modificacions que comporti la implantació de l'obra i la seva execució, diferenciant, si és cas, les diferents fases d'execució.

A aquests efectes, es tindrà en compte el que determina la Normativa per a la informació i senyalització d'obres al municipi i la Instrucció Municipal sobre la instal·lació d'elements urbans a l'espai públic de la ciutat que correspongui.

Quan correspongui, d'acord amb les previsions d'execució de les obres, es diferenciarà amb claredat i per cadascuna de les distintes fases de l'obra, els àmbits de treball i els àmbits destinats a la circulació de vehicles i vianants, d'accés a edificis i guals, etc.., i es definiran les mesures de senyalització i protecció que corresponguin a cadascuna de les fases.

És obligatori comunicar l'inici, l'extensió, la naturalesa dels treballs i les modificacions de la circulació de vehicles provocades per les obres, a la Guàrdia Municipal i als Bombers o a l'Autoritat que correspongui.

Quan calgui prohibir l'estacionament en zones on habitualment és permès, es col·locarà el cartell de "SENYALITZACIÓ EXCEPCIONAL" (1050 X 600 mm), amb 10 dies d'antelació a l'inici dels treballs, tot comunicant-ho a la Guàrdia Municipal o l'Autoritat que correspongui.
En la desviació o estrenyiment de passos per a vianants es col·locarà la senyalització corresponent.

No es podrà començar l'execució de les obres sense haver procedit a la implantació dels elements de senyalització i protecció que corresponguin, definits al PLA DE SEGURETAT aprovat.

El contractista de l'obra serà responsable del manteniment de la senyalització i elements de protecció implantats.

Els accessos de vianants i vehicles, estaran clarament definits, senyalitzats i separats

8.1. NETEJA I INCIDÈNCIA SOBRE L'ÀMBIENT QUE AFECTEN L'ÀMBIT PÚBLIC

Els contractistes netejaran i regaran diàriament l'espai públic afectat per l'activitat de l'obra i especialment després d'haver efectuat càrregues i descàrregues o operacions productores de pols o deixalles.

Es vigilarà especialment l'emissió de partícules sòlides (pols, ciment, etc.).

Caldrà prendre les mesures pertinents per evitar les roderes de fang sobre la xarxa viària a la sortida dels camions de l'obra. A tal fi, es disposarà, abans de la sortida del tancament de l'obra, una solera de formigó o planxes de „relliga" de 2 x 1 m, com a mínim, sobre la qual s'aturaran els camions i es netejaran per reg amb mànega cada parella de rodes.

Està prohibit efectuar la neteja de formigoneres directament al terreny o a qualsevol xarxa de clavegueram o drenatge.

Es regaran les pistes de circulació de vehicles.

Es regaran els elements a enderrocar, la runa i tots els materials que puguin produir pols.

En el tall de peces amb disc s'hi afegirà aigua.

9. INSTAL·LACIONS PROVISIONALS DE L'OBRA

9.1. SERVEIS DE SALUBRITAT I DE CONFORT DEL PERSONAL

Les instal·lacions provisionals d'obra s'adaptaran a les característiques especificades als articles 15 i ss del R.D. 1627/97, de 24 d'octubre, relatiu a les DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I SALUT A LES OBRES DE CONSTRUCCIÓ. Per al servei de neteja d'aquestes instal·lacions higièniques, es responsabilitzarà a una persona o un equip, els quals podran alternar aquest treball amb altres propis de l'obra. Per l'execució d'aquesta obra, es disposarà de les instal·lacions del personal que es defineixen i detallen tot seguit:

- Lavabos: Com a mínim un per a cada 10 persones.
- Cabines evacuació: S'ha d'instal·lar una cabina d'1,5 m2 x 2,3 m d'altura, dotada de placa turca, com a mínim, per a cada 25 persones
- Local dutxes: Cada 10 treballadors, disposaran d'una cabina de dutxa de dimensions mínimes d'1,5 m2 x 2,3 m d'altura, dotada d'aigua freda-calenta, amb terra antilliscant.
- Vestuari: Superfície aconsellable 2 m2 per treballador contractat.
- Menjador: Diferent del local de vestuari. A efectes de càlcul haurà de considerar-se entre 1,5 i 2 m2 per treballador que mengi a l'obra. Equipat amb banc allargat o cadires, proper a un punt de subministrament d'aigua (1 aixeta i pica rentaplats per a cada 10 comensals), mitjans per a escalfar menjars (1 microones per a cada 10 comensals), i cubell hermètic (60 l de capacitat, amb tapa) per a dipositar les escombraries.

9.2. TALLERS

Estaran ubicats estratègicament en funció de les necessitats de l'obra.

De forma general els locals destinats a tallers, tindran les següents dimensions mínimes (descomptats els espais ocupats per màquines, aparells, instal·lacions i/o materials): 3 m d'altura de pis a sostre, 2 m2 de superfície i 10 m3 de volum per treballador.

La circulació del personal i els materials estarà ordenada amb molta cura, abalisada i senyalitzada, amb una amplada mínima de la zona de pas de personal (sense càrrega) d'1,20 m^2 per a passadissos principals (1 m en passadissos secundaris) independent de les vies de manutenció mecànica de materials. En zones de pas, la separació entre màquines i/o equips mai no serà inferior a 0,80 m (comptat des del punt més sortint del recorregut de l'òrgan mòbil més pròxim). Al voltant dels equips que generin calor radiant, es mantindrà un espai lliure no inferior a 1,50 m, estaran apantallats i disposaran de mitjans portàtils d'extinció adequats. Les instal·lacions provisionals suspeses sobre zones de pas estaran canalitzades a una altura mínima d'1,90 m sobre el nivell del paviment.

La intensitat mínima d'il·luminació, en els llocs d'operació de les màquines i equips, serà de 200 lux. La il·luminació d'emergència serà capaç de mantenir, al menys durant una hora, una intensitat de 5 lux, i la seva font d'energia serà independent del sistema normal d'il·luminació.

L'accés, als diferents tallers provisionals d'obra, ha de restar restringit exclusivament al personal adscrit a cada un d'ells, restant expressament abalisada, senyalitzada i prohibida la presència de tota persona en el radi d'actuació de càrregues suspeses, així com en els de desplaçament i servituds de màquines i/o equips. Tots els accessos o passarel·les situades a altures superiors a 2 m sobre el sòl o plataforma de nivell inferior, disposarà de barana reglamentària d'1 m d'altura.

Els elements mòbils i transmissions estaran apantallats a les zones de treball o de pas susceptibles de possibilitar atrapaments o en el seu defecte es trobaran degudament senyalitzats. Els buits horitzontals seran condemnats.

La instal·lació elèctrica complirà amb les especificacions del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

Les operacions de manteniment preventiu de la maquinària es realitzaran de conformitat a les instruccions del fabricant o importador.

Les emanacions de pols, fibres, fums, gasos, vapors o boirines disposaran d'extracció localitzada, en la mesura del possible, evitant la seva difusió per l'atmosfera. En els tallers tancats, el subministrament d'aire fresc i net per hora i ocupant serà, al menys, de 30 a 50 m^3, llevat que s'efectuï una renovació total d'aire diversos cops per hora (no inferior a 10 cops).

9.3. ZONES D'APILAMENT. MAGATZEMS

Els materials emmagatzemats a l'obra, hauran de ser els compresos entre els valors "mínims-màxims", segons una adequada planificació, que impedeixi estacionaments de materials i/o equips inactius que puguin ésser causa d'accident.

Els Mitjans Auxiliars d'Utilitat Preventiva, necessaris per a complementar la manipulació manual o mecànica dels materials apilats, hauran estat previstos en la planificació dels treballs. Les zones d'apilament provisional estaran abalisades, senyalitzades i il·luminades adequadament.

De forma general el personal d'obra (tant propi com subcontractat) haurà rebut la formació adequada respecte als principis de manipulació manual de materials. De forma més singularitzada, els treballadors responsables de la realització de maniobres amb mitjans mecànics, tindran una formació qualificada de les seves comeses i responsabilitats durant les maniobres.

Barcelona, 19 de Juliol de 2024

L'enginyer Autor de la memòria valorada:

JORDI TORRELLES i RICO
Enginyer de Camins, Canals i Ports
Nº de col·legiat 19.189

APÈNDIX 1. FITXES D'ACTIVITATS-RISC-AVALUACIÓ

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016 | Rev: 1 | Hoja: 1 de 1

Descripción: Riesgos propios del entorno ferroviario

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
1	Caída de personas a distinto nivel		X		X			X			
2	Caída de personas a mismo nivel	X			X			X			
5	Caída de objetos desprendidos		X		X			X			
6	Pisadas sobre objetos	X			X			X			
7	Golpes contra objetos inmóviles		X		X			X			
14	Exposición a temperaturas extremas	X			X			X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
22	Accidentes causados por seres vivos	X			X			X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
24	Accidentes de tráfico		X		X			X			

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve	**B**	Baja	**T**	Tolerable
S	Severa	**M**	Media	**I**	Importante
G	Gravedad	**A**	Alta	**M**	Moderado
				IN	Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.

Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo

Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo

Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016 | Rev: 1 | Hoja: 1 de 1

Descripción: Manipuolación de materiales y cargas

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
4	Caída de objetos por manipulación		X			X			X		
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X			
5	Caída de objetos desprendidos			X	X				X		
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		
13	Sobreesfuerzos	X				X		X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve	**B**	Baja	**T**	Tolerable
S	Severa	**M**	Media	**I**	Importante
G	Gravedad	**A**	Alta	**M**	Moderado
				IN	Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.

Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo

Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo

Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS	Fecha:	29/07/2016
		Rev: 1	Hoja: 1 de 1

Descripción: Servicios afectados

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
17	Exposición a sustancias nocivas		X		X			X			
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	**S** Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS	Fecha:	29/07/2016
		Rev: 1	Hoja: 1 de 1

Descripción: Zonas de acopio y zonas de paso

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
2	Caída de personas a mismo nivel	X				X		X			
5	Caída de objetos desprendidos		X		X			X			
6	Pisadas sobre objetos	X				X		X			
7	Golpes contra objetos inmóviles	X			X			X			
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	**S** Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016 | Rev: 1 | Hoja: 1 de 1

Descripción: Mobilidad y seguridad vial

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
24	Accidentes de tráfico		X		X			X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X			X			
21	Incendios		X		X			X			
20	Explosiones			X	X			X			

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve S Severa	**B**	Baja **M** Media	**T**	Tolerable **I** Importante
G	Gravedad	**A**	Alta	**M**	Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.

Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo

Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo

Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016 | Rev: 1 | Hoja: 1 de 1

Descripción: Trabajos topografia

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
1	Caída de personas a distinto nivel			X	X				X		
2	Caída de personas a mismo nivel	X				X		X			
9	Golpes por objetos o herramientas		X		X			X			
10	Proyección de fragmentos o partículas	X				X		X			
13	Sobreesfuerzos		X		X			X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve S Severa	**B**	Baja **M** Media	**T**	Tolerable **I** Importante
G	Gravedad	**A**	Alta	**M**	Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.

Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo

Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo

Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016 | Rev: 1 | Hoja: 1 de 1

Descripción: Acopio de materiales de via

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
4	Caída de objetos por manipulación		X			X			X		
5	Caída de objetos desprendidos		X			X			X		
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X			
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X		X			X			
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		
12	Atrapamiento por vuelco de máquinas			X	X				X		
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		

Gravedad	Probabilidad	Valoración
L Leve **S** Severa	**B** Baja **M** Media	**T** Tolerable **I** Importante
G Gravedad	**A** Alta	**M** Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016 | Rev: 1 | Hoja: 1 de 1

Descripción: Desmontaje y montaje de via

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
1	Caída de personas a distinto nivel			X	X				X		
2	Caída de personas a mismo nivel	X				X		X			
4	Caída de objetos por manipulación		X		X			X			
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X			
10	Proyección de fragmentos o partículas	X				X		X			
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		
13	Sobreesfuerzos	X				X		X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
30	Agentes químicos		X		X			X			
31	Agentes físicos		X		X			X			

Gravedad	Probabilidad	Valoración
L Leve **S** Severa	**B** Baja **M** Media	**T** Tolerable **I** Importante
G Gravedad	**A** Alta	**M** Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS				Fecha:			29/07/2016			
					Rev: 1			Hoja: 1 de 1			
Descripción: Sustitución de traviesas											
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
1	Caída de personas a distinto nivel			X	X				X		
2	Caída de personas a mismo nivel	X				X		X			
4	Caída de objetos por manipulación		X		X			X			
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X			
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		
13	Sobreesfuerzos	X				X		X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve	B	Baja	T	Tolerable
S	Severa	M	Media	I	Importante
G	Gravedad	A	Alta	M	Moderado
				IN	Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS				Fecha:			29/07/2016			
					Rev: 1			Hoja: 1 de 1			
Descripción: Depuración mecanizada de balasto											
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	N
10	Proyección de fragmentos o partículas	X				X		X			
16	Contactos eléctricos			X	X						
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
30	Agentes químicos		X		X			X			
31	Agentes físicos		X		X			X			

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve	B	Baja	T	Tolerable
S	Severa	M	Media	I	Importante
G	Gravedad	A	Alta	M	Moderado
				IN	Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS	Fecha:	29/07/2016
		Rev: 1	Hoja: 1 de 1

Descripción: Depuración manual de balasto

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
9	Golpes por objetos o herramientas		X			X			X		
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos		X		X			X			
13	Sobreesfuerzos	X			X			X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	**S** Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS	Fecha:	29/07/2016
		Rev: 1	Hoja: 1 de 1

Descripción: Corte de carril

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	**S** Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS							Fecha:		29/07/2016		
								Rev: 1		Hoja: 1 de 1		
Descripción: Sustitución de carril, cupón de carril												
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración				
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN	
4	Caída de objetos por manipulación		X			X			X			
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X				
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X			
13	Sobreesfuerzos	X				X			X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X			

Gravedad	Probabilidad	Valoración
L Leve **S** Severa	**B** Baja **M** Media	**T** Tolerable **I** Importante
G Gravedad	**A** Alta	**M** Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS							Fecha:		29/07/2016		
								Rev: 1		Hoja: 1 de 1		
Descripción: Liberación de tensiones												
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración				
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN	
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X				
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos		X		X			X				
16	Contactos eléctricos			X	X				X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X			

Gravedad	Probabilidad	Valoración
L Leve **S** Severa	**B** Baja **M** Media	**T** Tolerable **I** Importante
G Gravedad	**A** Alta	**M** Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS			Fecha:	29/07/2016						
				Rev: 1	Hoja: 1 de 1						
Descripción: Soldadura aluminotérmica de carril											
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
9	Golpes por objetos o herramientas		X		X			X			
10	Proyección de fragmentos o partículas	X				X		X			
15	Contactos térmicos		X			X			X		
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			
17	Exposición a sustancias nocivas		X			X			X		
19	Exposición a radiaciones		X			X			X		
13	Sobreesfuerzos	X				X		X			

Gravedad	Probabilidad	Valoración
L Leve **S** Severa **G** Gravedad	**B** Baja **M** Media **A** Alta	**T** Tolerable **I** Importante **M** Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS			Fecha:	29/07/2016						
				Rev: 1	Hoja: 1 de 1						
Descripción: Descarga de balasto mediante maquinaria pesada											
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
1	Caída de personas a distinto nivel		X		X			X			
2	Caída de personas a mismo nivel	X				X		X			
5	Caída de objetos desprendidos		X		X			X			
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos										
13	Sobreesfuerzos	X				X		X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
30	Agentes químicos	X				X		X			

Gravedad	Probabilidad	Valoración
L Leve **S** Severa **G** Gravedad	**B** Baja **M** Media **A** Alta	**T** Tolerable **I** Importante **M** Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS							Fecha:			29/07/2016		
								Rev: 1			Hoja: 1 de 1		
Descripción: Nivelación, alineación y perfilado (Máq. Manual)													
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración					
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN		
2	Caída de personas a mismo nivel	X				X		X					
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X					
13	Sobreesfuerzos		X		X			X					
16	Contactos eléctricos			X	X				X				
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X				
31	Agentes físicos	X				X		X					

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	S Severa	B Baja	M Media	T Tolerable	I Importante
G Gravedad		A Alta		M Moderado	IN Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS							Fecha:			29/07/2016		
								Rev: 1			Hoja: 1 de 1		
Descripción: Revisión aparato de dilatación													
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración					
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN		
2	Caída de personas a mismo nivel	X				X		X					
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X					
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos		X		X			X					
13	Sobreesfuerzos	X				X		X					
16	Contactos eléctricos			X	X				X				
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X				

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	S Severa	B Baja	M Media	T Tolerable	I Importante
G Gravedad		A Alta		M Moderado	IN Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS				Fecha:			29/07/2016			
					Rev: 1			Hoja: 1 de 1			
Descripción: Instalación eléctrica de obra											
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
1	Caída de personas a distinto nivel		X		X			X			
2	Caída de personas a mismo nivel		X			X			X		
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X			
16	Contactos eléctricos		X			X			X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	S Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS				Fecha:			29/07/2016			
					Rev: 1			Hoja: 1 de 1			
Descripción: Oxicorte, oxi-acetileno y oxi-gas											
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
10	Proyección de fragmentos o partículas	X				X		X			
15	Contactos térmicos		X			X			X		
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
17	Exposición a sustancias nocivas		X		X			X			
19	Exposición a radiaciones		X		X			X			
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	S Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS												
							Fecha:			29/07/2016			
							Rev: 1			Hoja: 1 de 1			
Descripción: Herramientas manuales													
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración					
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN		
4	Caída de objetos por manipulación		X		X			X					
9	Golpes por objetos o herramientas		X			X			X				
10	Proyección de fragmentos o partículas	X				X		X					
13	Sobreesfuerzos	X			X			X					

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve	**B**	Baja	**T**	Tolerable
S	Severa	**M**	Media	**I**	Importante
G	Gravedad	**A**	Alta	**M**	Moderado
				IN	Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS												
							Fecha:			29/07/2016			
							Rev: 1			Hoja: 1 de 1			
Descripción: Pequeña herramienta eléctrica portátil													
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración					
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN		
4	Caída de objetos por manipulación	X			X			X					
9	Golpes por objetos o herramientas		X			X			X				
10	Proyección de fragmentos o partículas		X			X			X				
13	Sobreesfuerzos	X			X			X					
15	Contactos térmicos	X			X			X					
16	Contactos eléctricos			X	X				X				
31	Agentes físicos	X				X		X					

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve	**B**	Baja	**T**	Tolerable
S	Severa	**M**	Media	**I**	Importante
G	Gravedad	**A**	Alta	**M**	Moderado
				IN	Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016
Rev: 1 Hoja: 1 de 1

Descripción: Diplory

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X		X			X			
9	Golpes por objetos o herramientas		X		X			X			
12	Atrapamiento por vuelco de máquinas			X	X				X		
16	Contactos eléctricos			X	X				X		

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	**S** Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016
Rev: 1 Hoja: 1 de 1

Descripción: Retroexcavadora

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
1	Caída de personas a distinto nivel		X		X			X			
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X			X			X		
9	Golpes por objetos o herramientas		X		X			X			
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X			
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		
12	Atrapamiento por vuelco de máquinas			X	X				X		
15	Contactos térmicos	X				X		X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
17	Exposición a sustancias nocivas		X		X			X			
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
24	Accidentes de tráfico			X	X				X		
30	Agentes químicos			X	X				X		
31	Agentes físicos	X				X		X			

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	**S** Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016 | Rev: 1 | Hoja: 1 de 1

Descripción: Pala Cargadora

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
1	Caída de personas a distinto nivel		X		X			X			
3	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento			X	X				X		
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X			X			X		
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X			
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		
12	Atrapamiento por vuelco de máquinas			X	X				X		
15	Contactos térmicos	X				X		X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
17	Exposición a sustancias nocivas		X		X			X			
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
24	Accidentes de tráfico			X	X				X		
31	Agentes físicos	X				X		X			

Gravedad	Probabilidad	Valoración
L Leve **S** Severa	**B** Baja **M** Media	**T** Tolerable **I** Importante
G Gravedad	**A** Alta	**M** Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016 | Rev: 1 | Hoja: 1 de 1

Descripción: Camión Grúa

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
1	Caída de personas a distinto nivel	X				X		X			
5	Caída de objetos desprendidos		X		X			X			
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X			X			X		
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		
12	Atrapamiento por vuelco de máquinas			X	X				X		
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
24	Accidentes de tráfico		X		X			X			

Gravedad	Probabilidad	Valoración
L Leve **S** Severa	**B** Baja **M** Media	**T** Tolerable **I** Importante
G Gravedad	**A** Alta	**M** Moderado **IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS				Fecha:	29/07/2016					
					Rev: 1	Hoja: 1 de 1					
Descripción: Camión Basculante											
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
1	Caída de personas a distinto nivel	X				X		X			
5	Caída de objetos desprendidos		X		X			X			
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X			X			X		
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X		
12	Atrapamiento por vuelco de máquinas			X	X				X		
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			
23	Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos			X	X				X		
24	Accidentes de tráfico		X		X			X			

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	S Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS				Fecha:	29/07/2016					
					Rev: 1	Hoja: 1 de 1					
Descripción: Bateadora Manual (Tipo Jackson)											
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X		X			X			
9	Golpes por objetos o herramientas	X				X		X			
16	Contactos eléctricos			X	X				X		
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	S Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016
Rev: 1 Hoja: 1 de 1

Descripción: Motoclavadora

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X			X			X		
9	Golpes por objetos o herramientas		X		X			X			
12	Atrapamiento por vuelco de máquinas	X				X		X			
13	Sobreesfuerzos	X				X		X			
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			

Gravedad				Probabilidad				Valoración			
L	Leve	S	Severa	B	Baja	M	Media	T	Tolerable	I	Importante
G	Gravedad			A	Alta			M	Moderado	IN	Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016
Rev: 1 Hoja: 1 de 1

Descripción: Esmeriladora

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X			X			X		
9	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X			
10	Proyección de fragmentos o partículas		X		X			X			
13	Sobreesfuerzos	X				X		X			
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			

Gravedad				Probabilidad				Valoración			
L	Leve	S	Severa	B	Baja	M	Media	T	Tolerable	I	Importante
G	Gravedad			A	Alta			M	Moderado	IN	Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016
Rev: 1 Hoja: 1 de 1

Descripción: Tensores hidráulicos de carril

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
4	Caída de objetos por manipulación		X		X			X			
9	Golpes por objetos o herramientas		X		X			X			

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	**S** Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Fecha: 29/07/2016
Rev: 1 Hoja: 1 de 1

Descripción: Tronzadora de carril

Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X		X			X			
9	Golpes por objetos o herramientas		X		X			X			
10	Proyección de fragmentos o partículas	X				X		X			
12	Atrapamiento por vuelco de máquinas	X				X		X			
13	Sobreesfuerzos	X				X		X			
16	Contactos eléctricos		X			X			X		
20	Explosiones			X	X				X		
21	Incendios		X		X			X			

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L Leve	**S** Severa	**B** Baja	**M** Media	**T** Tolerable	**I** Importante
G Gravedad		**A** Alta		**M** Moderado	**IN** Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS							Fecha:			29/07/2016		
								Rev: 1			Hoja: 1 de 1		
Descripción: Cortamazarotas													
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración					
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN		
9	Golpes por objetos o herramientas		X		X			X					
10	Proyección de fragmentos o partículas		X		X			X					
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos			X	X				X				
15	Contactos térmicos		X			X			X				

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve S Severa	B	Baja M Media	T	Tolerable I Importante
G	Gravedad	A	Alta	M	Moderado IN Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS							Fecha:			29/07/2016		
								Rev: 1			Hoja: 1 de 1		
Descripción: Taladradora de carril													
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración					
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN		
8	Golpes y contactos con elementos móviles		X		X			X					
9	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					
10	Proyección de fragmentos o partículas	X				X		X					
20	Explosiones			X	X				X				
21	Incendios		X		X			X					

Gravedad		Probabilidad		Valoración	
L	Leve S Severa	B	Baja M Media	T	Tolerable I Importante
G	Gravedad	A	Alta	M	Moderado IN Intolerable

Tolerable: No se necesitra la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.
Moderado: Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
Importante: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo
Intolerable: No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo se prohibirá el trabajo.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS				Fecha:			29/07/2016			
					Rev: 1			Hoja: 1 de 1			
Descripción: Gato Robel											
Cód.	Riesgo	Gravedad			Probabilidad			Valoración			
		L	S	G	B	M	A	T	M	I	IN
9	Golpes por objetos o herramientas		X			X			X		
11	Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos		X		X			X			

a) Abast

Els riscos i les mesures preventives relacionades a continuació són aplicables als maquinistes de mercaderies, agents d'estació i a qualsevol treballador d'FGC i/o contractista que accedeixi a les factories esmentades a l'encapçalament.

b) Riscos específics del centre/dependència de treball

DESCRIPCIÓ DEL RISC	MESURES PREVENTIVES
Atropellaments o accidents causats per trens o màquines instal·lades sobre els rails.	S'evitarà, si no és estrictament necessari, creuar les vies. Quan el tren està aturat, si es creuen les vies no passar entre els topalls intermedis dels vagons i guardar una distància de 3 a 4 m entre la cabina i la zona de pas. No creuar mai la via pel darrera del tren. Qualsevol persona que es trobi a la zona de via, o que en algun moment hi pugui ser, obligatòriament haurà de portar **roba d'alta visibilitat** o distintius de colors llampants, amb peces reflectants, a fi de poder ser vista. També és obligatori fer servir **calçat de seguretat.**
Atrapaments amb les agulles de canvi o amb elements mòbils de les vies.	Caminar i romandre dins la zona de seguretat. En cas que no es pugui caminar o romandre dins la zona de seguretat s'evitarà, a les zones dels canvis, col·locar els peus entre els carrils que es puguin moure quan actuï el canvi.
Atropellaments i cops per vehicles/elements mòbils com camions, carretons elevadors, etc.	Feu atenció als vehicles que puguin circular per les instal·lacions. No feu drecera travessant àrees amb maquinaria o instal·lacions. Qualsevol persona que es trobi en les instal·lacions de la factoria, obligatòriament haurà de portar **roba d'alta visibilitat** o distintius de colors llampants, amb peces reflectants, a fi de poder ser vista. Degut a les irregularitats i als obstacles en la superfícies de la instal·lació, és obligatori fer servir **calçat de seguretat.**
Lesions per **caiguda de material** dels sistemes de transport interiors de les factories	Les instal·lacions de les factories de mercaderies disposen de sistemes de transport interior de productes i materials en alçada (cintes transportadores, canonades, etc). En els desplaçaments per les instal·lacions de les factories de Súria, Sallent, Solvay i Tramer **és obligatori l'ús de casc de seguretat.**
Les vies són àrees amb irregularitats i obstacles. Hi ha risc de **caigudes al mateix nivell** per irregularitats i obstacles: ➢ A les **vies** ➢ A les **instal·lacions i zones industrials de mercaderies**	A les platges de vies caminar per la zona de seguretat. En el cas que no es pugui caminar per la zona de seguretat es caminarà per la zona de via de forma que la zona de recolzament dels peus sigui horitzontal. Feu atenció en els desplaçaments de les instal·lacions i zones industrials, on els paviments poden presentar desperfectes i irregularitats.
En l'apartador industrial de SOLVAY s'identifica específicament el risc de **projecció de partícules sòlides.**	**És obligatori l'ús de protecció ocular** per protegir-vos de la projecció de partícules, **en tot el recinte industrial de l'apartador de SOLVAY**.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Títol del document	Fitxa d'identificació i comunicació de riscos
Centre/Dependència	Apartadors i zones industrials de transport de mercaderies Súria, Sallent, Solvay, Tramer, SEAT
Revisió/Data	00/Desembre 2010

c) Actuacions en cas d'emergència

CAL QUE FEU ATENCIÓ A LA SENYALITZACIÓ D'EVACUACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ.

Aquesta senyalització és la que haureu de seguir si en situació d'emergència cal abandonar la dependència, i us conduirà cap a l'exterior o zona segura.

La distingireu perquè es quadrada o rectangular, amb pictograma o text en blanc sobre fons verd.

SI DETECTEU UNA SITUACIÓ D'EMERGÈNCIA COMUNIQUEU-LA IMMEDIATAMENT AL PERSONAL DE LES INSTAL·LACIONS perquè avaluïn la situació i activin, si ho creuen necessari, el Pla d'Emergència.

Indiqueu clarament:
- **QUÈ** passa
- **ON** passa
- Possibles **AFECTATS**

SOLVAY

Si detecteu alguna situació anòmala, comuniqueu-la al Servei de Seguretat de Solvay ▸ 1111

- Si no teniu un telèfon al vostre abast, també podeu comunicar la incidència:
  - Verbalment al personal del Complex
  - Interfonia
- El toc de bocina d'alarma de SOLVAY indica situació d'emergència general (tots els dijous a les 15.30 SOLVAY realitza proves de les megafonies i de les bocines d'alarma)

Evacuació ▸ En funció del tipus d'emergència, SOLVAY comunicarà pels mitjans adequats (megafonia, bocina d'alarma) les àrees del complex a evacuar. L'evacuació es farà a peu, sense utilitzar vehicles, i es farà de forma ordenada.

El personal d'empreses externes que es trobin treballant en les instal·lacions de SOLVAY procedirà a l'evacuació cap a algun dels **punts de reunió**, seguint les instruccions que se li facilitaran.

En cas d'evacuació per fuga de gasos, les persones que es trobin a dins del núvol s'allunyaran perpendicularment a la direcció del vent (sempre ha de venir de costat, mai de cara o esquena)

Vegeu la direcció del vent amb les mànegues ubicades als llocs alts i visibles del complex

Finalització de l'emergència ▸ La finalització de l'emergència serà indicada per SOLVAY, a través de megafonia o directament en els punts de reunió.

SALLENT

L'equip d'Emergència de la factoria comunicarà a les persones que hi hagi al complex la necessitat d'evacuar la zona, la sortida d'emergència més pròxima i indicarà la ubicació del punt de reunió dels evacuats.

Les persones que es trobin a l'exterior de les instal·lacions en declarar-se la situació d'emergència no hi podran accedir.

Si detecteu alguna situació anòmala, comuniqueu-la a la Porteria del Complex ▸ 93.837.28.12

Títol del document	Fitxa d'identificació i comunicació de riscos
Centre/Dependència	Apartadors i zones industrials de transport de mercaderies Súria, Sallent, Solvay, Tramer, SEAT
Revisió/Data	00/Desembre 2010

SÚRIA

L'equip d'Emergència de la factoria comunicarà a les persones que hi hagi al complex la necessitat d'evacuar la zona, la sortida d'emergència més pròxima i indicarà la ubicació del punt de reunió dels evacuats.

Les persones que es trobin a l'exterior de les instal·lacions en declarar-se la situació d'emergència no hi podran accedir.

Si detecteu alguna situació anòmala, comuniqueu-la a la Porteria del Complex ▸ 93.868.28.03

TRAMER

L'equip d'Emergència de la factoria comunicarà a les persones que hi hagi al complex la necessitat d'evacuar la zona, la sortida d'emergència més pròxima i indicarà la ubicació del punt de reunió dels evacuats.

Les persones que es trobin a l'exterior de les instal·lacions en declarar-se la situació d'emergència no hi podran accedir.

SEAT

L'equip d'Emergència de la factoria comunicarà a les persones que hi hagi al complex la necessitat d'evacuar la zona, la sortida d'emergència més pròxima i indicarà la ubicació del punt de reunió dels evacuats.

Les persones que es trobin a l'exterior de les instal·lacions en declarar-se la situació d'emergència no hi podran accedir.

Si detecteu alguna situació anòmala, comuniqueu-la al telèfon d'emergències 93.708.55.55 o bé al tel. 5555 mitjançant el sistema de telefonia interna de la factoria.

ACUSAMENT DE REBUDA DE L'EMPRESA/PERSONA EXTERNA (Encarregat/Responsable de l'execució dels treballs)		Signatura
Empresa		
Nom i Cognoms		
Càrrec		
Data		

- **L'empresa resta obligada a informar els seus treballadors que prestaran serveis en les instal·lacions d'FGC dels riscos indicats en la present fitxa.**
- **L'empresa traslladarà la informació continguda en aquesta fitxa a les empreses que pugui subcontractar als efectes de la corresponent informació als treballadors d'aquella. La subcontractació d'algun treball haurà de comunicar-se prèviament a FGC.**

PERSONA D'FGC QUE LLIURA LA FITXA		VIGÈNCIA DE LA COMUNICACIÓ
Data		☐ Durant la realització dels treballs (especificar):
Nom i Cognoms		☐ Període (especificar dates inici/final):
Àrea/Càrrec		

a) Abast

Els riscos i les mesures preventives relacionades a continuació són aplicables a qualsevol treball, activitat o visita que es realitzi en les instal·lacions del centre o dependència indicat a l'encapçalament.

La relació de riscos i mesures preventives aplicables amb caràcter general a FGC es troben recollides en el **Manual de Prevenció de Riscos Laborals i Ambientals per a Empreses Externes de les Línies Metropolitanes (✱)**

Vegeu el Capítol 3.6 de riscos específics dels treballs a les vies, del Manual de prevenció de riscos laborals i ambientals per a empreses externes.

(✱) Aquest document es pot descarregar des de la pàgina web d'FGC: www.fgc.cat. El trobareu a l'apartat "Perfil del contractant", dins de "coordinació d'activitats empresarials".

Les **activitats amb risc d'incendi forestal estan subjectes a l'autorització atorgada per la Direcció General del Medi Natural,** i s'han d'ajustar als requisits del Decret 64/1995 de mesures de prevenció d'incendis forestals.

Vegeu el Capítol 3.10 Treballs forestals als voltants de les vies del Manual de prevenció de riscos laborals i ambientals per a empreses externes.

b) Normes de caràcter general (Capítol 2 Manual)

Tota activitat en el centre de treball ha de tenir:

a) Permís o autorització de l'activitat
b) Responsable dels Treballs
c) Presència de recurs preventiu en els casos on es requereixi.

- No s'utilitzaran màquines a les instal·lacions sense permís d'FGC. Les màquines pròpies que s'utilitzin un cop obtingut el permís, hauran de respectar l'entorn (evitar generació de pols, projecció d'espurnes, minimitzar soroll, …)
- Les màquines i equips utilitzats hauran d'estar en perfecte estat d'ús i hauran d'acomplir la normativa que els regula.

c) Criteris de comportament (Capítol 3 Manual)

- A banda de les especificacions generals del capítol 3 del Manual (Mesures preventives i criteris ambientals d'actuació), cal conèixer especialment dels següents punts:

Capítol 3.6 Treballs a les vies
Capítol 3.10 Treballs forestals als voltants de les vies
Capítol 3.7 Equips i màquines de treball
Capítol 3.8 Equips de protecció individual

I també:

Capítol 3.2 Criteris ambientals

d) Advertiments i Restriccions

Respecteu els senyals de seguretat de les sales i dependències on treballeu.

No entreu a sales sense autorització. Entreu només a les sales i dependències que requereix la vostra feina.

No manipuleu instal·lacions sense autorització. Manipuleu només les necessàries per la feina.

No us acosteu a les parts perilloses de les màquines: Parts mòbils, punts calents, zones en tensió.

Per treballar cal **fer servir els EPI** que indiqui la instal·lació.

Si heu de fer reparacions **poseu les instal·lacions en un estat segur** abans d'accedir a parts perilloses.

Si teniu dubtes sobre una sala o instal·lació, **consulteu al personal de FGC**.

Consulteu sempre l'etiqueta i la fitxa de seguretat dels productes químics. Mireu les frases R de risc, i les frases S de seguretat.

e) Riscos específics del centre/dependència de treball

DESCRIPCIÓ DEL RISC	MESURES PREVENTIVES
Atropellaments o accidents causats per trens o màquines instal·lades sobre els rails	En el cas que els treballs afectin l'entorn de la via, aquests hauran d'estar protegits per un **Responsable de Brigada i un Protector de via, homologats per FGC.** S'evitarà, si no és estrictament necessari, creuar les vies. No es creuarà la via si un tren o altra màquina està en moviment o l'inicia.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Títol del document	Fitxa de Comunicació de riscos
Centre/Dependència	Via i Infraestructura
Revisió/Data	01/Desembre-2010

DESCRIPCIÓ DEL RISC	MESURES PREVENTIVES
	Qualsevol persona que es trobi a la zona de via, o que en algun moment hi pugui ser, haurà de portar **roba d'alta visibilitat** o distintius de colors llampants, amb peces reflectants, a fi de poder ser vista També és obligatori fer servir **calçat de seguretat.**
Atrapaments amb les agulles de canvi o amb elements mòbils de les vies.	Caminar i romandre dins la zona de seguretat. En cas que no es pugui caminar o romandre dins la zona de seguretat s'evitarà, a les zones dels canvis, col·locar els peus entre els carrils que es puguin moure quan actuï el canvi.
Risc elèctric • Contacte elèctric per **proximitat de catenària o línies d'alta tensió**	Si s'ha de treballar en la proximitat de la catenària o línia d'alta tensió es treballarà de forma que els elements propers a la zona de treball estiguin sense tensió **demanant l'oportú tall de tensió al personal d'FGC autoritzat.** Si no és possible treballar amb elements propers sense tensió, es delimitarà la zona de treball respecte de la zona de perill (annex I RD 614/2001) dels elements que romanen en tensió, col·locant pantalles, barreres, envolvents o protectors aïllants que per les seves característiques garanteixin la protecció del contacte elèctric. A les zones de proximitat, només hi poden accedir **treballadors autoritzats o qualificats.** Depenent de l'operació, hauran d'estar supervisats per un Responsable dels treballs. ➢ La normativa interna d'FGC requereix la persona que realitzi l'operació de descàrrega de catenària sigui un **Pilot de Catenària homologat per FGC.**
Caigudes a diferent nivell per la realització de treballs en alçada	Per a la realització de treballs en alçada, utilitzar mitjans auxiliars adients per accedir al lloc de treball. Qualsevol treball en alçada realitzat fora de plataformes protegides requerirà l'ús obligatori d'arnés de seguretat. Es col·locaran baranes o xarxes per protegir el perímetre on s'hagi identificat el risc de caiguda.
Lesions per **caiguda de material**	Si es treballa en alçada, abans d'iniciar els treballs es delimitarà i senyalitzarà la zona on pugui haver caiguda d'objectes. Utilitzar casc de seguretat en la zona d'influència de realització de treballs en alçada.
Caigudes al mateix nivell. • Desplaçaments per la via	Les vies són àrees amb irregularitats i obstacles. A les platges de vies caminar per la zona de seguretat. En el cas que no es pugui caminar per la zona de seguretat es caminarà per la zona de via de forma que la zona de recolzament dels peus sigui horitzontal. En els treballs de nit mantenir el lloc de treball enllumenat (entre 100 i 1000 lux segons el nivell d'exigència del treball) En els treballs de nit mantenir els llocs de pas enllumenats (entre 25 i 50 lux segons si son de pas habitual o no) En cas de desplaçament per les platges de via de nit, usar enllumenat portàtil. Mantenir el lloc de treball ordenat i lliure d'obstacles.
Despreniments del terreny o en túnel (roques, esllavissades, enfonsaments, etc.)	Abans de realitzar els treballs: – consultar amb FGC els riscos de les zones on es desenvoluparan les tasques i les mesures preventives associades als riscos. – Revisar les parets del túnel de on es realitzaran les tasques Utilitzar casc de seguretat en les zones identificades amb risc de despreniment.

DESCRIPCIÓ DEL RISC	MESURES PREVENTIVES
Riscos derivats del **treball a la intempèrie:** • Exposició a ambients freds o calorosos • Riscos causats per animals	Utilitzar la roba de treball i calçat adequats segons necessitats i climatologia. Si hi ha empitjoraments sobtats de les condicions meteorològiques durant les feines, valoreu la possibilitat d'aturar/posposar els treballs. Especialment a l'estiu és convenient portar productes per picadures d'insectes i petites ferides comuns.
Riscos higiènics per exposició a condicions i/o substàncies nocives	S'utilitzaran els EPI adequats, en funció de les condicions de treball i/o de les substàncies que es puguin manipular (mascareta, filtre, protecció auditiva, etc.) i sempre que ho indiqui: – La normativa vigent – L'avaluació de riscos i/o pla de treball de l'empresa que realitza els treballs. – Les instruccions de màquines, equips o productes que s'utilitzaran – La senyalització i/o el personal d'FGC – Les indicacions del Manual de prevenció de riscos laborals i ambientals per a empreses externes.
Risc d'incendi forestal per vessament del combustible, guspires elèctriques o punts calents de les màquines.	Està prohibit encendre foc i abocar deixalles de qualsevol mena que puguin causar un incendi. En el període comprès entre el 15 de març i el 15 d'octubre, resta prohibit: – La utilització de bufadors o similars en obres realitzades en vies de comunicació que travessin terrenys forestals. També queda inclosa la utilització de radials o similars. – Els treballs de neteja i manteniment de les zones de seguretat i protecció.

SI DETECTEU UNA SITUACIÓ D'EMERGÈNCIA COMUNIQUEU-LA IMMEDIATAMENT AL CENTRE DE COMANDAMENT INTEGRAT (RUBÍ)

L-A: 93 366 33 07
B-V: 93 366 32 73

INDIQUEU CLARAMENT
1. QUI TRUCA
2. QUÈ PASSA
3. ON PASSA

Verifiqueu que el missatge s'ha entès

- Alternativament, podeu alertar l'agent d'estacions o personal d'FGC que es trobi a l'indret de treball.
- En casos extremadament urgents o quan no pugueu contactar amb cap dels telèfons anteriors truqueu directament al 112

CAL QUE FEU ATENCIÓ A LA SENYALITZACIÓ D'EVACUACIÓ DELS TÚNELS I INSTAL·LACIONS.

Aquesta senyalització és la que haureu de seguir si en situació d'emergència cal abandonar el túnel, i us conduirà cap a l'exterior o zona segura.

La distingireu perquè es quadrada o rectangular, amb pictograma o text en blanc sobre fons verd.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Títol del document	Fitxa de Comunicació de riscos
Centre/Dependència	Via i Infraestructura
Revisió/Data	01/Desembre-2010

EN CAS D'ACCIDENT DE TREBALL

- Comuniqueu-lo al Centre de Comandament Integrat (B-V: 93 366 32 73/L-A: 93 366 33 07)
- Envieu a l'àrea contractant l'imprès "Comunicació d'accident/incident (annex II manual), en un termini màxim de 48 hores.
- Si l'accident és greu, truqueu directament al telèfon 112

ACUSAMENT DE REBUDA DE L'EMPRESA/PERSONA EXTERNA (Encarregat/Responsable de l'execució dels treballs)		Signatura
Empresa		
Nom i Cognoms		
Càrrec		
Data		

➢ **L'empresa resta obligada a informar els seus treballadors que prestaran serveis en les instal·lacions d'FGC dels riscos indicats en la present fitxa.**

➢ **L'empresa traslladarà la informació continguda en aquesta fitxa a les empreses que pugui subcontractar als efectes de la corresponent informació als treballadors d'aquella. La subcontractació d'algun treball haurà de comunicar-se prèviament a FGC.**

PERSONA D'FGC QUE LLIURA LA FITXA		VIGÈNCIA DE LA COMUNICACIÓ
Data		☐ Durant la realització dels treballs (especificar):
Nom i Cognoms		
Àrea/Càrrec		☐ Període (especificar dates inici/final):

NORMES PER A TREBALLS EN LA PROXIMITAT DE LA VIA

Prescripcions per a la realització d'obres que afectin a la via, dins la zona propietat del ferrocarril, en les línies de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, aplicables en el cas d'obres sol·licitades a tercers.

1. Condicions generals

1.1. En la realització d'obres que afectin a la via s'aplicaran les prescripcions generals contingudes en la LLEI 4/2006, de 31 de març, ferroviària DOGC núm. 4611, 10.04.06 i les seves normes reguladores, i les altres disposicions concordants vigents o que es promulguin amb posterioritat.

1.2. La situació i característiques de les obres són les recollides en els plànols i memòria enviats per FGC i autoritzades per escrit.

Si per necessitat del ferrocarril fos necessari modificar, en tot o en part, l'obra de què es tracta, el peticionari de les obres queda obligat a fer-ho, per compte de qui es determini per l'organisme competent.

1.3. El peticionari comunicarà per per escrit a FGC, pera la seva acceptació, la data en la que començaran els treballs, la qual ha d'ésser anterior a una altra en què es compleixin sis mesos comptats des de la data de la seva autorització.

El termini d'execució de les obres a realitzar dins de la zona de servitud del ferrocarril no pot excedir d'un mes per cada sis del termini d'execució autoritzat comptant-ho des de la data del començament de les obres, data de la qual quedarà constància en l'acta de replanteig.

Cas de superar-se, s'aplicaran les penalitzacions corresponents.

1.4. El peticionari o qui actuï en el seu nom quedarà obligat a obeir quantes indicacions rebi del personal de FGC pel que respecta a les instal·lacions del ferrocarril.

1.5. Si fos necessària la col·locació d'explosius en l'execució d'aquests treballs, es sol·licitarà per escrit a FGC, l'autorització necessària, i FGC en el seu dia fixarà oportunament, i en els intervals que no hi hagi circulació per la via, l'horari a que s'hauran d'ajustar les explosions, havent de prendre les màximes precaucions en llur col·locació i comprovar que no s'utilitzin càrregues excessives.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya | ESPECIFICACIÓ TÈCNICA DE VIA
Àrea de Projectes | Núm.: 000 | Revisió: | Data: 14/11/2007 | Full núm. 2 de 6

Aquesta autorització de FGC no exclou la realització de les tramitacions prescrites per la llei, respecta al trasllat i demés comunicacions necessàries per als treballs amb explosius.

S'aplicaran els epígrafs 2 i 3 d'aquestes Prescripcions.

1.6. Si FGC ho creu necessari, el constructor assignat facilitarà el personal precís per als treballs d'abatiment, o possibles variants del traçat que s'acordi establir en la via, sota la direcció de l'agent que designi FGC.

1.7. En la realització de la construcció i moviment de terres no es podran acumular aquestes sobre els terrenys del ferrocarril, si això implica alterar en els mateixos el curs normal de les aigües, o dificultar l'evacuació natural de les procedents dels esmentats terrenys.

1.8. La maquinaria, bastides, encofrats o motlles i altres elements auxiliars de la construcció no es podran situar a una distància inferior a dos metres del carril més proper.

1.9. Els aplecs de materials per a les obres no es podran establir a una distància inferior a cinc metres del carril exterior. Si els materials són inflamables, la distància no podrà ésser inferior a vint metres. Els esmentats aplecs no hauran d'impedir el trànsit per l'explanació de la via ni el lliure curs de les aigües per les cunetes existents a la mateixa.

1.10. No es permetrà començar els treballs que exigeixin prendre precaucions fins que no estiguin aplegats a peu d'obra els materials necessaris per portar-los a terme sense interrompre la marxa deguda.

1.11. Si com a conseqüència de l'establiment o de l'ús de l'obra que s'autoritza es produïssin o fossin detectades possibles avaries o desperfectes que afectessin les propietats del ferrocarril, hauran d'ésser ràpidament reparades pel peticionari, o per FGC, a càrrec d'aquell, si a judici dels FGC fos necessari per la urgència del cas. El peticionari s'obliga a efectuar les esmentades reparacions, en el primer cas, i en el segon, a abonar les despeses suplides a la presentació per FGC de la corresponent factura.

1.12. Abans de començar les obres, el peticionari presentarà el pla de treballs corresponent amb indicació de les dates d'execució, que haurà d'ésser aprovat per FGC.

1.13. Si alguna operació derivada d'aquestes obres arribés a oferir a judici del peticionari, algun perill per a les circulacions del ferrocarril, haurà de prevenir oportunament a FGC del moment en que s'hagin de realitzar, a fi que per l'esmentat personal esprengui les mesures de precaució adequades, a complir per qui executi les obres, essent a compte d'aquest les despeses que origini la vigilància que, mentre durin els treballs, es disposi per FGC.

L'adopció d'aquestes mesures de precaució podrà imposar-se també d'ofici per FGC.

1.14. FGC quedarà lliure de responsabilitats pels perjudicis que ocasionin al personal que depengui del constructor, els materials i les mateixes obres, durant el transcurs d'aquestes, per causes imputables a l'explotació del ferrocarril. Així mateix el peticionari serà responsable dels danys i perjudicis que s'irroguin al ferrocarril i als usuaris durant el transcurs de les obres.

1.15. El peticionari serà responsable, mentre subsisteixi la instal·lació sol·licitada, dels danys i perjudicis que s'irroguin al ferrocarril, als usuaris i a tercers per l'ús i gaudiment de les instal·lacions.

1.16. A la finalització de les obres, FGC es reserva el dret de disposar les proves de càrrega que estimi oportunes, essent per compte del peticionari l'abonament de les despeses, tant del personal com dels elements que hi intervinguin.

2. Senyalització necessària per a treballar en les proximitats de la via o sobre la mateixa, en les línies de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya.

2.1. Tota intercepció de la via o treball en la zona de la via (a menys de dos metres de la mateixa o quant aquesta distància no resti garantida) ocasionada per a la realització d'obres, haurà de tenir l'aprovació prèvia d'FGC, a qui s'haurà de sol·licitar abans de les dates establertes al procediment O.NP.P.002 "*Procediment per a la programació dels treballs a les línies de la xarxa principal, explotació de Montserrat, i els seus centres de control*". Serà d'obligat compliment el contingut de l'article 3.2 d'aquestes Prescripcions.

Tota intercepció o treball en la via haurà de comptar amb el personal suficient del peticionari instruït com a protector de via homologat per treballs a FGC, havent superat el curs segons el procediment P.GT.P.001 "*Procediment d'homologació de protectors de via a FGC*".

2.2. Tot treball en la via o en les seves proximitats, dins dels terrenys del ferrocarril haurà de protegir-se d'acord amb els aspectes definits al capítol *2 Senyalització i 6 Treballs a les instal·lacions, del Reglament de Circulació*, així com la Instrucció de Circulació núm 12 i els seus anexes, d'aplicació als Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya,

per resolució del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.

2.4. No serveix un altre tipus de senyalització, i expressament queden prohibides al peticionari les pancartes, banderoles, etc.

2.5. Queda prohibit circular per la via amb vehicles no ferroviaris si no es donen les condicions de l'apartat 2.1, a no ser creuant pels passos a nivell reglamentaris o provisionals comunicats i aprovats per FGC i per l'autoritat competent. Si són provisionals, l'aprovació no eximeix al peticionari del manteniment del pas i de la senyalització adequada segons especifiqui FGC.

2.6. Respecte als vehicles (batonadores, garbelladores, grues, màquines particulars, vagonetes, automòbils, etc.) deuran ser objecte d'un reconeixement previ per part de FGC. El peticionari aportarà relació de maquinaria a utilitzar amb indicació de les seves característiques de gàlib i de frenat, per tal d'obtenir l'homologació pertinent per part de FGC.

2.7. El personal que treballi a les obres a les quals ens referim, deurà portar roba de color groc o trinxes de colors llampants, amb peces reflectants, a fi de poder ser vistos a distància, fins i tot en condicions de visibilitat reduïda.

El personal que efectuï controls, prenen mesures o giren visites a les obres o instal·lacions, també aniran proveïts de les esmentades robes o trinxes.

2.8. L'incompliment de qualsevol dels punts anteriors faculta a FGC per a la immediata aturada de les obres, sense dret a cap tipus de reclamació per part del peticionari de les mateixes.

2.9. El reiterat incompliment de qualsevol dels punts anteriors faculta a FGC a prohibir els treballs.

3. Organització i indemnitzacions en cas d'interceptació de la via o afectacions a les circulacions, a les línies de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya.

3.1. En cas que la realització d'una obra exigeixi aturar la circulació de trens o implantar precaucions temporals, el peticionari de l'obra estarà obligat a abonar les despeses causades si no figura expressament el contrari en d'altres documents contractuals.

3.2. Quan s'hagi de tallar el pas de trens, el contractista de les obres haurà de sol·licitar l'aprovació de FGC, presentant:

- Pla d'obres detallat, amb totes les operacions a realitzar des del pas de l'últim tren fins a donar la via lliure.

- Relació de maquinaria a utilitzar.

- Relació de subcontractistes concurrents i del personal actiu.

Un cop complerts els requisits, FGC podrà autoritzar o denegar que es talli la via i el pla d'obra previst, per la qual cosa valorarà molt especialment el fet que no afecti a la circulació dels trens.

Cas que afectés, el peticionari estarà obligat (si no es figura el contrari en d'altres documents contractuals) a abonar les despeses de:

- Creació d'un servei d'autocars alternatiu, amb cotxes suficients, que permeti transportar als viatgers amb el mateix horari que el tren o un altre el més similar possible.

- Edició i confecció dels avisos corresponents, cas que fos un tall superior a 24 hores. En l'esmentat cas es comunicaria als usuaris mitjançant anuncis en tres diaris habituals de la zona.

3.3. Si el temps de tall de la via superés el temps previst en el pla d'obra, el peticionari haurà de seguir abonant les despeses motivades fins el restabliment del servei, qualsevol que sigui la causa que ho hagi motivat, incloent-hi el temps meteorològic advers, avaries de maquinària, etc. S'exclouen únicament les causes imputables unànimement a FGC.

3.4. Si fos necessari el concurs de personal de FGC, el ferrocarril facturarà al peticionari el cost dels mitjans humans i materials utilitzats, i aquest estarà obligat a abonar-los.

3.5. Si FGC, sense intercepcions en la via, jutja adequat implantar precaucions degudes a l'activitat d'una obra, i aquestes impliquen retards en els trens que exigeixin incrementar les dotacions humanes o de material en servei, anirà a càrrec del peticionari l'abonament de les despeses corresponents.

4. Consideracions finals.

4.1. El peticionari està obligat a reposar tots els serveis afectats que pertanyin al ferrocarril i que hagin d'ésser modificats o suprimits en el curs de l'obra. S'inclouen com serveis les línies elèctriques d'alta i baixa tensió, els circuits de retorn de corrent i de funcionament dels senyals, els enclavaments mecànics i elèctrics, etc.

4.2. El peticionari és obligat a presentar a l'aprovació de FGC la relació de sots-contractistes que hagi d'utilitzar.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
Àrea de Projectes
ESPECIFICACIÓ TÈCNICA DE VIA

4.3. L'incompliment d'aquestes prescripcions, al marge del contingut en els seus epígrafs 2.6 i 2.7, implicarà d'immediat l'atur de les obres i l'abonament per part del peticionari de les despeses que això pugui causar.

Barcelona, Novembre 2007.

Reglament de circulació

Títol 6. Treballs a les instal·lacions

6. Treballs a les instal·lacions

6.1. Disposicions específiques

178. Aplicació de la normativa

178.1. Les normes establertes en aquest títol hauran de ser aplicades per les persones, d'FGC o d'àmbit extern, que hagin de fer un treball a la via, a la catenària o als seus voltants.

178.2. A les zones de treball situades a la via o als seus voltants s'hauran de prendre mesures per garantir:

a) La seguretat dels trens que hi circulin.

b) La protecció del personal que sigui a l'obra.

178.3. El terme *via* comprèn una zona de 2 metres a banda i banda dels carrils més exteriors, mesurats des de la cara externa de cadascun.

179. Classificació dels treballs

179.1. Els treballs a les línies s'hauran de desenvolupar d'acord amb una programació prèvia. El centre de comandament haurà d'estar informat sobre els treballs a desenvolupar amb antelació suficient, i sense la seva autorització es podrà fer cap tipus de treball en la via o en la catenària.

179.2. Els treballs es classifiquen de la manera següent:

a) **Treballs programats**: tots aquells en què s'ha dut a terme un estudi de les seves repercussions en la circulació i de la manera més idònia de dur-los a terme.

b) **Treballs imprevistos**: tots aquells que cal fer com a conseqüència d'avaries o incidents. Pel seu caràcter d'urgència tindran prioritat sobre els treballs programats. L'estudi sobre la incidència en la circulació, amb l'objecte de minimitzar-la, es farà directament des del centre de comandament conjuntament amb els responsables de l'execució dels treballs.

180. Règims de treballs

180.1. **Règim d'interval**: Consisteix en la realització d'aquells tipus de treballs que es poden executar sense interceptar la via i permeten el pas dels trens per la zona de treball.

180.2. **Règim d'interceptació**: Consisteix en la realització d'aquells tipus de treballs que, per la seva naturalesa o envergadura, necessiten interceptar la via i no permeten el pas dels trens per la zona de treball.

181. Agents responsables dels treballs

181.1. Les brigades o equips, tant d'FGC com d'empreses externes, que hagin d'efectuar treballs estaran sota la responsabilitat d'una persona que conegui les normes de circulació i de seguretat vigents.

181.2. El centre de comandament tindrà al seu càrrec el control efectiu sobre la localització de les brigades i equips, la posada en servei dels trens de treballs necessaris per servir les zones de treball i l'ajustament a la planificació feta al respecte.

182. Coordinació dels treballs

182.1. Amb l'objecte de no duplicar les tasques, quan en una mateixa zona de treballs coincideixen diverses brigades o equips, s'anomenarà un sol responsable com a interlocutor amb el centre de comandament.

182.2. Quan, per alguna circumstància especial, un responsable de brigada sigui rellevat per un altre, la substitució s'haurà de comunicar prèviament al centre de comandament.

182.3. Quan calgui fer treballs imprevistos, se n'informarà els agents de conducció dels trens, inclosos aquells que hagin de circular per la via contigua a la zona de treballs.

6.2. Desenvolupament dels treballs

183. Normes d'actuació dels responsables de brigada

183.1. Els responsables de brigada hauran de prendre totes les mesures relacionades amb la normativa de circulació quan calgui fer qualsevol tipus de treball, o visita, a la zona de via.

183.2. Els responsables de brigada asseguraran la senyalització correcta de les zones de treballs i, un cop finalitzades les operacions, la retiraran i comunicaran al centre de comandament la finalització dels treballs i l'alliberament de la via per a la circulació.

183.3. No podran fer o supervisar cap operació que pugui afectar la marxa dels trens sense l'autorització del centre de comandament.

183.4. Si, en casos d'urgència, haguessin d'adoptar mesures que puguin afectar la circulació, ho comunicaran al centre de comandament al més aviat possible, pel mitjà que tinguin més a l'abast.

183.5. Per executar els treballs imprevistos, el responsable de brigada actuarà de la manera següent:

a) Un cop en el lloc del treball, comunicarà al centre de comandament o a l'agent de circulació la localització exacta de la zona de treball, les tasques a realitzar i la seva durada aproximada.

b) Sol·licitarà la confirmació del centre de comandament per començar el treball, quan així s'hagi convingut.

c) Assegurarà la senyalització de la zona.

184. Prescripcions en finalitzar els treballs

184.1. Abans de l'hora prevista per al final del treball, el responsable de brigada assegurarà que es porten a terme les operacions següents:

1r. Retirada de tots els estris i de la maquinària de la zona de via.

2n. Comunicació al centre de comandament de les condicions de circulació establertes en el tram on s'ha treballat.

3r. Retirada de la senyalització i de les mesures de protecció que s'haguessin establert.

184.2. Quan calgui emmagatzemar materials al llarg de la via es farà de manera que, ni accidentalment, es pugui envair el gàlib dels trens ni obstaculitzar la visibilitat dels senyals. No es podran emmagatzemar estris o materials en els nínxols de protecció.

185. Disposicions per a la senyalització dels treballs

185.1. Els treballs se senyalitzaran sempre que es desenvolupin dintre de la zona de via o hi hagi risc d'envair-la.

185.2. Els treballs que es desenvolupin fora de la zona de via no se senyalitzaran, sempre i quan estigui garantit que aquesta no s'envairà. En aquests casos es delimitarà físicament la zona de via per tal de garantir que no s'envaeix ni ocasionalment ni per accident, ja sigui per les persones o la maquinària.

185.3. Els treballs consistents en visites i preses de dades, els quals permetin vetllar a les persones per la seva pròpia seguretat i apartar-se'n amb antelació suficient a l'arribada del tren, no caldrà que se senyalitzin, no obstant això sempre hauran de ser autoritzats pel centre de comandament, com qualsevol altre.

185.4. Quan coincideixin dues o més brigades o equips en una mateixa zona, caldrà senyalitzar-la tota com si d'un sol treball es tractés, utilitzant una única senyalització.

185.5. Per tal de protegir els agents que hagin col·locar els senyals, el centre de comandament prescriurà marxa a la vista als trens que hagin de circular pel tram afectat mentre es posa la senyalització.

186. Agents de protecció de les brigades

186.1. Quan els treballs s'hagin de fer en la zona de via i en trajectes amb trens circulant, a més de la senyalització corresponent, la protecció del personal s'encomanarà a una o més persones que facin les tasques de protecció. Això serà d'aplicació tant a les brigades d'FGC com les externes.

186.2. Els agents de protecció es faran càrrec de la vigilància de les circulacions que es puguin apropar a la zona de treball a fi de garantir la seguretat dels operaris que hi hagi.

186.3. En apropar-se una circulació, l'agent protector farà senyals òptics i/o acústics d'avís. Ho haurà de fer amb prou antelació perquè el personal de la brigada tingui temps de sortir de la zona de via i passar a la zona de seguretat.

187. Normes de seguretat per al personal

187.1. El personal de les brigades, equips o grups de persones que hagin d'estar o anar per la zona de via haurà d'estar particularment instruït sobre el seu comportament a la zona de treballs. També haurà de saber la situació dels nínxols o de les zones de seguretat més properes.

187.2. Qualsevol persona que es trobi a la zona de via, o que en algun moment hi pugui ser, haurà de portar roba o distintius de colors llampants, amb peces reflectants, a fi de poder ser vista a distància, fins i tot en condicions de visibilitat reduïda.

187.3. En apropar-se una circulació, el personal que efectua treballs a la via evitarà sobretot:

a) En via doble, apartar-se cap a l'altra via o situar-se a l'entrevia.

b) Travessar precipitadament la via de treball per apartar-se.

187.4. La via de treball haurà d'estar ben delimitada, mitjançant cinta o tanca, per evitar que el personal i la maquinària ocupi per error la via en servei.

187.5. Queda expressament prohibida la càrrega o descàrrega d'un tren de treballs i les operacions amb maquinària que tingui elements mòbils, quan un tren es trobi apropant-se o circulant per la via contigua i hi hagi risc d'envair la zona de via.

6.3. Treballs en línies electrificades

188. Sol·licitud d'interrupció i restabliment de tensió

188.1. Per interrompre la tensió en un tram, el responsable de brigada es posarà en contacte amb el centre de comandament per sol·licitar la interrupció, encara que ja figuri com a treball programat.

188.2. El responsable de brigada que sol·liciti la interrupció de la tensió comunicarà les dades següents:

a) punt quilomètric, estació o secció de catenària

b) via

c) motiu de la interrupció

d) nom de l'agent que la demana.

188.3. El centre de comandament farà les comprovacions oportunes amb els responsables de dur a terme la interrupció per tal de garantir la seguretat en el procés.

188.4. A partir del moment en què s'efectua la interrupció de tensió, queda totalment prohibit restablir-la en el tram. Únicament es podrà restablir la tensió a petició del responsable de brigada que l'hagi sol·licitat.

189. Circulació per trajectes sense tensió

Es podrà autoritzar circular per una via sense tensió, quan sigui necessari, només a vehicles amb mitjans de tracció no elèctrica. El centre de comandament, o l'agent de circulació, s'asseguraran de l'alliberament de la via per la qual s'ha de circular sense tensió.

6.4. Circulació de trens de treballs

190. Disposicions específiques

190.1. Per a la circulació de trens de treballs són vàlides les normes establertes en aquest reglament, a més de les que es defineixen en aquest títol.

190.2. La circulació d'un tren de treballs per qualsevol trajecte de les línies, mentre no accedeixi a la zona de treballs, es verificarà com si es tractés de qualsevol altre tipus de tren. Si no té garantit el seu shuntatge caldrà l'establiment d'un sistema de blocatge manual.

190.3. Els vehicles lleugers o mixtes carretera-ferrocarril, amb motor o sense, que poden col·locar i apartar-se de la via per mitjans mecànics o manuals, necessitaran l'establiment del règim d'interceptació per tal de ser encarrilats. Aquests vehicles no ultrapassaran els límits de la zona de treballs assignada. Fora de les zones de treballs aquests vehicles es consideraran trens de treballs i com a tals restaran subjectes a les normes de circulació previstes en aquest reglament.

191. Establiment del règim d'interceptació

191.1. El règim d'interceptació s'establirà entre dues estacions o punts de blocatge per impedir l'accés de trens al tram interceptat. Per això es tancaran els senyals de blocatge que hi pugui haver per a l'accés al tram interceptat.

191.2. L'establiment del règim d'interceptació per a un tram determinat de via en què s'hagin d'efectuar treballs només podrà autoritzar-lo el centre de comandament.

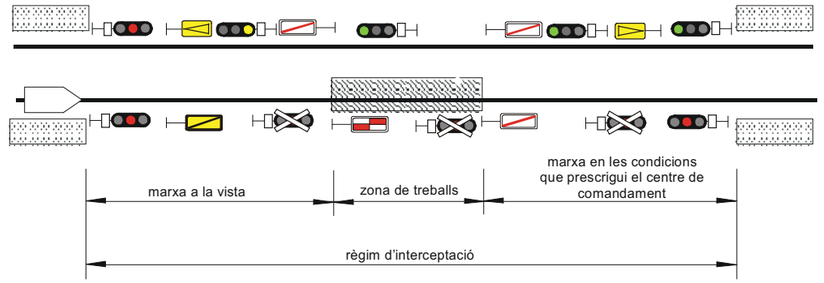


Fig. 191.a

192. Expedició cap a trajectes en règim d'interceptació

192.1. El centre de comandament o els agents de circulació a les estacions, abans d'expedir un tren de treballs cap a un trajecte en règim d'interceptació, hauran de posar-se en contacte amb el responsable de brigada que estigui operant a l'esmentada zona per tal de concertar les condicions particulars d'expedició i marxa dels tren.

192.2. Sempre que un tren hagi d'accedir a un tram en règim d'interceptació serà necessari comunicar-lo verbalment a l'agent de conducció amb prou antelació. Si el senyal de sortida de l'estació anterior, immediata al tram en règim d'interceptació, no funcionés, caldrà autoritzar el seu ultrapassament. Si es tracta d'un trajecte amb blocatge manual el tren s'expedirà de la manera prevista en aquest reglament per aquests tipus de blocatge.

192.3. Sempre que calgui es *notificaran* als agents de conducció dels trens de treballs les condicions de marxa necessàries per garantir la seguretat de la seva circulació i de les persones que es trobessin treballant a la via.

193. Circulació per via interceptada

193.1. Un cop a la via interceptada, abans d'arribar a la zona de treballs, caldrà circular amb marxa a la vista d'acord amb les prescripcions rebudes i les que presenti la senyalització.

193.2. Dins d'un trajecte en règim d'interceptació els senyals de blocatge que hi pugui haver seran considerats inexistents i no serà necessari autoritzar el seu ultrapassament.

193.3. Per a la sortida d'un tram en règim d'interceptació, els agents de conducció es posaran en contacte amb els agents de circulació i no l'abandonaran fins estar autoritzats expressament a fer-ho per mitjà de les indicacions dels senyals de blocatge, és suficient que aquesta comunicació sigui verbal.

194. Circulació per la zona de treballs

194.1. El agents de conducció dels trens que s'apropin a una zona de treballs, en arribar al davant del senyal de parada fix, efectuaran parada i, tot seguit, reprendran la marxa en *règim de maniobres*, extremant les precaucions i observant particularment la via i els agents que hi treballen. En cas d'observar qualsevol perill, pararà immediatament.

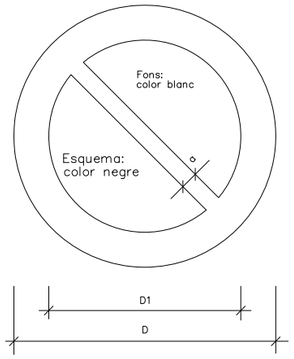
194.2. Dins dels límits de la zona, els agents de conducció realitzaran totes les maniobres i els moviments que els indiqui el responsable de brigada i no podran abandonar el lloc fins que no els ho prescrigui l'esmentat agent.

194.3. Quan diversos trens hagin d'operar en una mateixa zona de treballs, caldrà que els respectius agents de conducció estiguin relacionats amb mitjans de comunicació prou fiables. S'asseguraran de no ocasionar cap situació de risc, mantenint un contacte permanent. Si s'interrompen les comunicacions, el cap de brigada o, si s'escau el centre de comandament, actuarà com a intermediari.

194.4. Els trens que operin simultàniament dins la mateixa zona de treballs, hauran de dur sempre encesos els senyals de cap i de cua, tant de dia com de nit, encara que estiguin aturats.

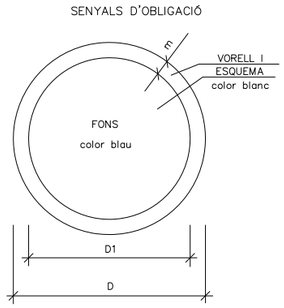
PLÀNOLS

SENYALS DE PROHIBICIÓ



DIMENSIONS EN mm.		
D	D1	a
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

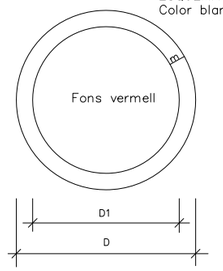
SENYALS D'OBLIGACIÓ



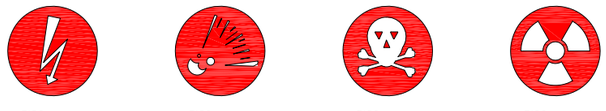
DIMENSIONS EN mm.		
D	D1	m
594	534	30
420	378	21
297	367	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5

SENYALS DE PRESCRIPCION IMPERATIVES I DE PERILL

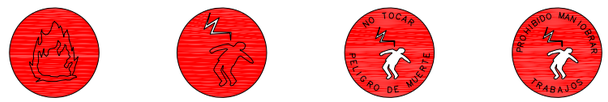
ESQUEMA I VORELL
Color blanc



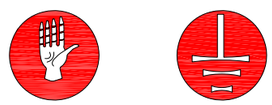
DIMENSIONS EN mm.		
D	D1	m
594	534	30
420	378	21
297	367	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



RISC ELÈCTRIC
RISC D'EXPLOSIÓ
RISC DE D'INTOXICACIÓ
RISC DE RADIACIÓ



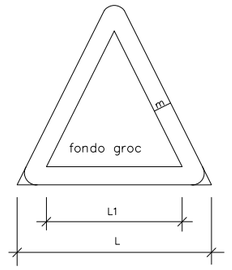
RISC D'INCENDI
RISC ELÈCTRIC
RISC ELÈCTRIC
RISC ELÈCTRIC



RISC DE CORROSIÓ
RISC PRESES

SENYALS D'ADVERTÈNCIA DE PERILL

ESQUEMA color negre
I VORELL color vermell



DIMENSIONS EN mm.		
L	L1	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

RISC D'INCENDI
RISC EXPLOSIÓ
RISC RADIACIÓ
RISC CARGUES SUSPENDIDES

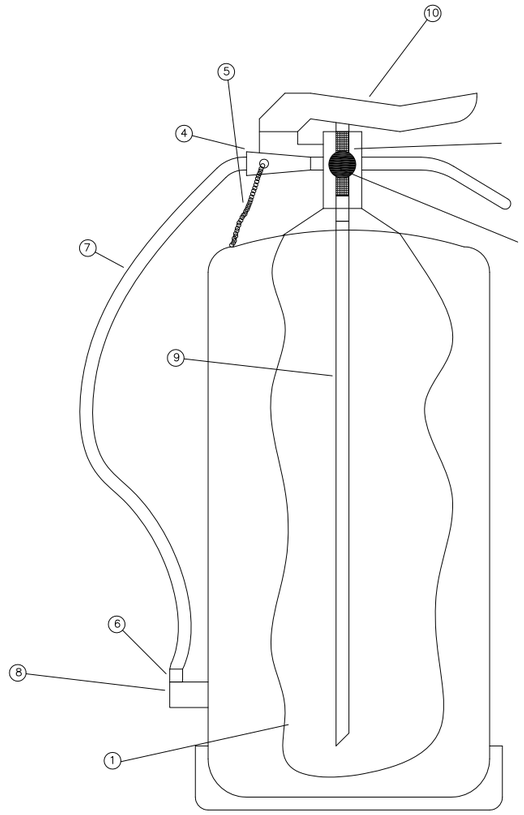
RISC INTOXICACIÓ
RISC CORROSIÓ
RISC ELÈCTRIC
RISC INDETERMINAT

RISC OBJETES
DESPRENDIMENTS
MAQUINA PESADA EN MOVIMENT
CAIGUDA A DISTINT NIVELL

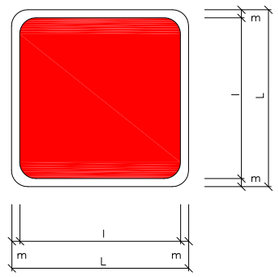
CAIGUDA AL MATEIX NIVELL
ALTA TEMPERATURA
BAIXA TEMPERATURA
ALTA PRESIÓ

RADIACIONS LASER
PAS DE CARRETILLES
PRESA TERRES

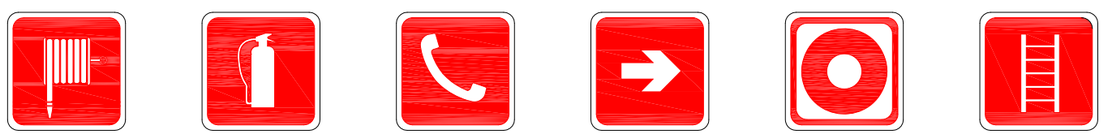
EXTINTOR DE PRESIÓ PERMANENT



FORMA, DIMENSIONS I COLOR DE
SENYALS DE LLUITA CONTRAINCENDIS



COLOR	FONS	VERMELL					
	CANTELL	BLANC					
	SIMBOL O TEXTE	BLANC					
DIMENSIONS (mm)	L	594	420	297	210	148	105
	l	534	378	267	188	132	95
	m	30	21	15	11	8	5

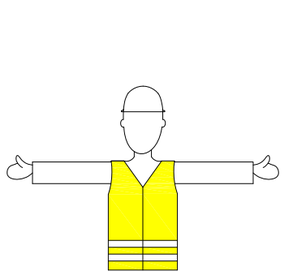


MÀNEGA INCENDIS | EXTINTOR | TELÈFON EMERGENCIA CONTRAINCENDIS | DIRECCIÓ EVACUACIÓ | PULSADOR D'ALARMA | ESCALA D'INCENDIS

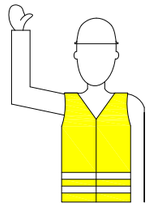
LLEGENDA

1. COS EXTINTOR.
2. COS DE LA VÀLVULA.
3. MANÒMETRE.
4. RACOR UNIÓ MÀNEGA.
5. PASADOR DE SEGURETAT.
6. EMBOCADURA.
7. MÀNEGA.
8. SOPORT MÀNEGA.
9. TUB SONDA SORTIDA.
10. PALANCA D'ACCIONAMENT.

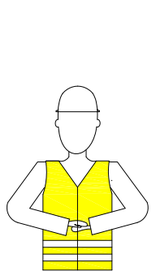
CODI DE SENYALS DE MANIOBRA



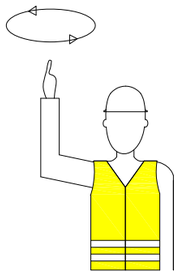
COMENÇAMENT



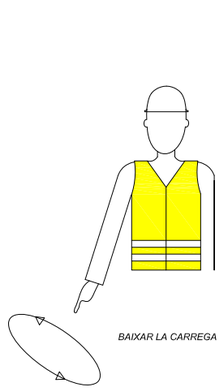
FI DEL MOVIMENT



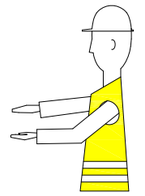
FI D'OPERACIONS



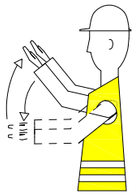
HISSAR LA CARREGA



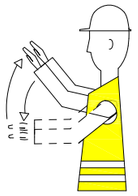
BAIXAR LA CARREGA



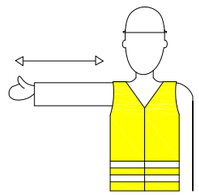
DISTANCIA VERTICAL



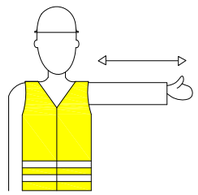
AVANÇAR



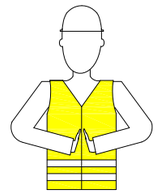
RETROCEDIR



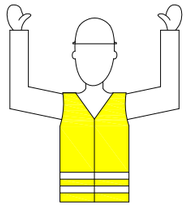
CAP A LA DRETA



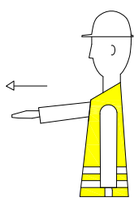
CAP A L'ESQUERRA



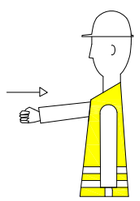
DISTANCIA HORITZONTAL



ALTO O PARADA D'EMERGENCIA



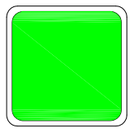
TREURE PLOMA



FICAR PLOMA

CARTELL D'EMERGENCIES

FORMA, DIMENSIONS I COLOR
DE LES SENYALS DE SALVAMENT I SOCORS



COLOR	FONS	VERD
	SÍMBOL O TEXTE	BLANC

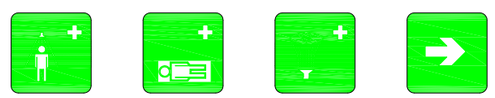
SENYALS DE SALVAMENT I SOCORS

VÍA / SORTIDA DE SOCORS

TELÉFON SALVAMENT I PRIMERS AUXILIS

PRIMERS AUXILIS

DIRECCIÓ CAP A



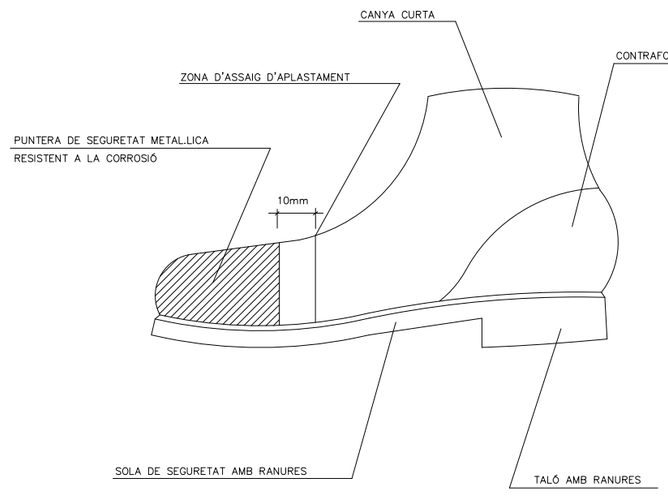
DUTXA DE SEGURETAT

LLITERA

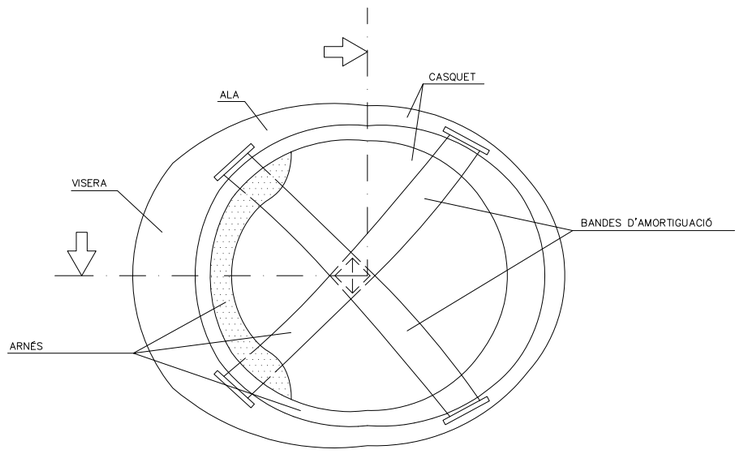
RENTAT D'ULLS

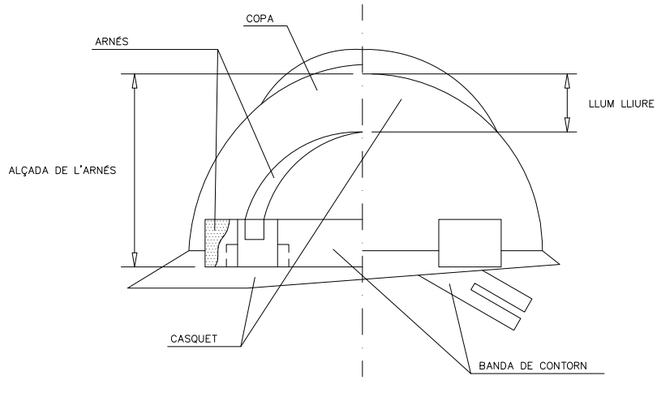
DIRECCIÓ A SEGUIR (COMPLEMENTÀRIA)

BOTES DE SEGURETAT (REFORÇ)

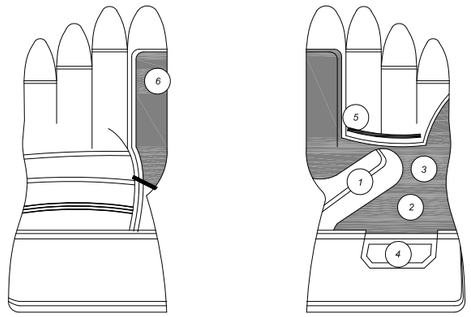


CASC DE SEGURETAT





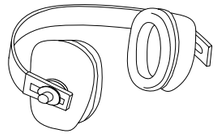
GUANTS DE CUIR I LONETA



1. *REFORÇ PROTECTOR DEL GUANT*
2. *PELL DE CUIR SELECCIONADA*
3. *FOLRO (PROPORCIONA CONFORT)*
4. *REFORÇ PROTECTOR DEL GUANT*
5. *PELL DE CUIR SELECCIONADA*
6. *FOLRO (PROPORCIONA CONFORT)*

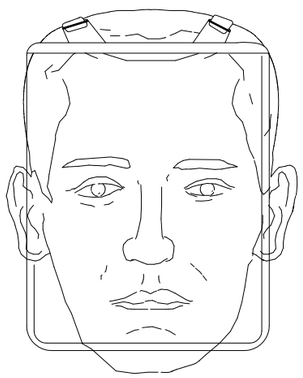
ORELLERES PROTECTORES DEL SOROLL

CLASE "A" ARNÈS AL CAP

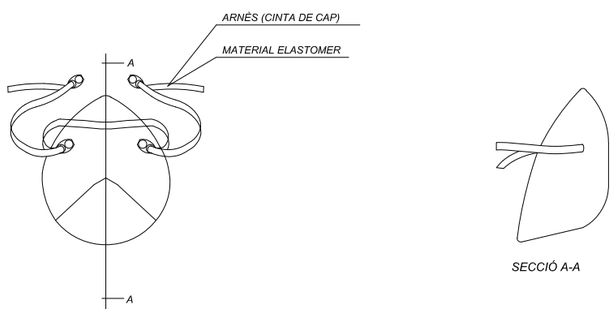


CLASE "B" ARNÈS AL CLATELL

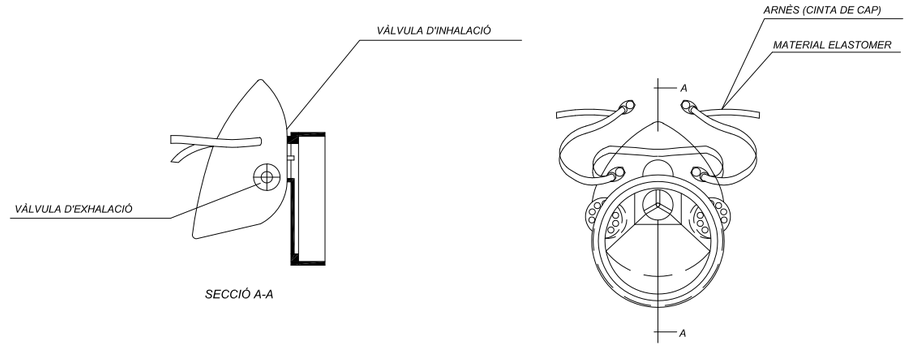
PANTALLA FACIAL



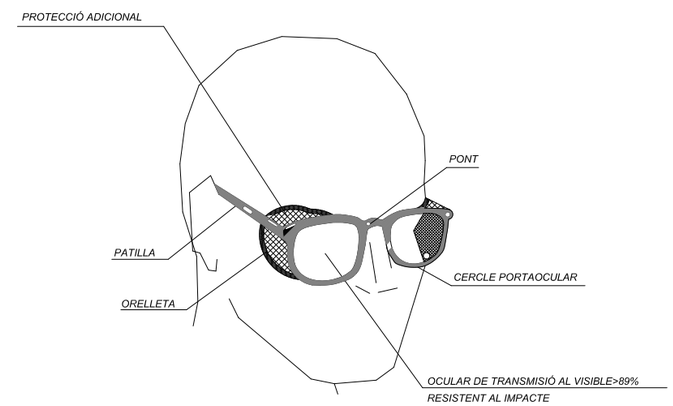
MASCARETA DE PAPER ANTIPOLS

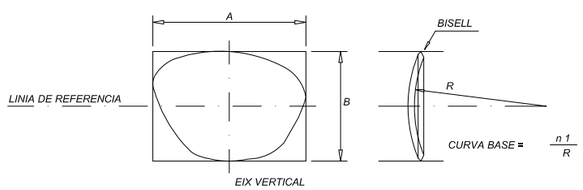


MASCARETA ANTIPARTÍCULES
AMB FILTRE RECARGABLE

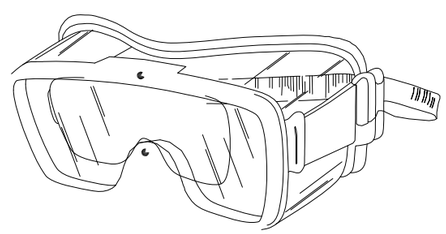


ULLERES DE SEGURETAT



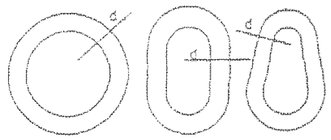


ULLERES ANTI-IMPACTE



ACCESORIS D'ELEVACIÓ

Per a anells del mateix material i el mateix diàmetre de secció recte



l'Anell rodo és el més feble — *l'Anell ovalat és de resistència mitja* — *l'Anell de forma de pera és el de major resistència*

ANGLE ENTRE RAMALS (Carrega)	Coeficient de sobrecàrrega en funció de l'angle entre ramals
0°	1.00
40 °	1.06
50 °	1.10
60 °	1.16
70 °	1.22
80 °	1.31
90 °	1.42
100 °	1.56
110 °	1.75
120 °	2.00
130 °	2.37
140 °	2.93
150 °	3.86
160 °	5.76

Tipus obert — *Tipo tancat*

Terminal forjat — *100%*

Terminal còonic amb zenc colat — *100%*

Terminal amb guardapunys i maniguet de pressió
Diàmetre de 25 mm (1) i menor — *95%*
Diàmetre de 28 mm (1.1/8) — *92.5%*

Gassa flamenca amb maniguet mecànic
Diàmetre de 25 mm (1) i menor — *95%*
Diàmetre de 28 mm (1.1/8) — *92.5%*

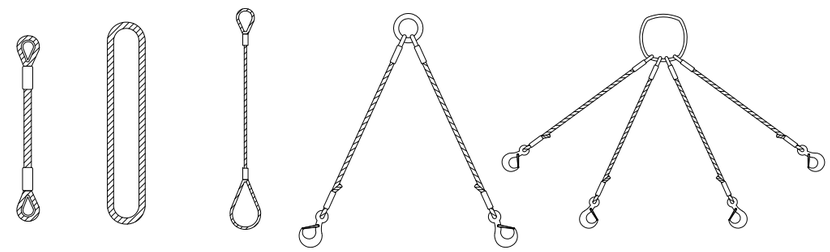
Terminal en cunya (Depenent del diseny) — *75-90%*

Grapes (El número varia amb el diàmetre) — *75-80%*

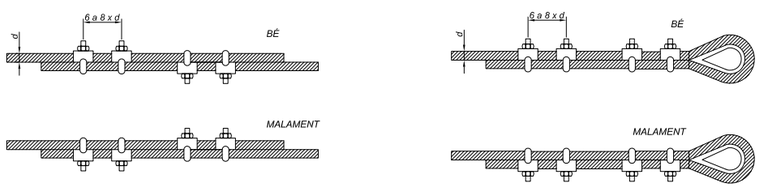
Guardapunys amb gassa folrada a mà

6 mm(1/4) °	90%	12 mm(1/2) °	86%
7 mm(5/16) °	89%	15 mm(5/8) °	84%
9 mm(3/8) °	88%	19 mm(3/4) °	82%
11 mm(7/16) °	87%	22 mm(7/8) °	80%

Gassa folrada a mà
Els mateixos rendiments que en el cas anterior

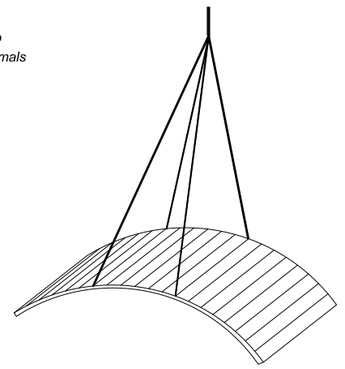


Eslinga simple — *Eslinga sense fi* — *Eslinga per llaçada* — *Eslinga de 2 ramals* — *Eslinga de 4 ramals*

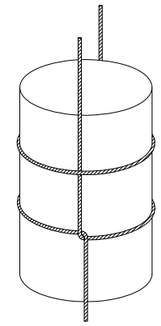


SUSTENTACIÓ DE CÀRREGUES

Issat de chapa de longitud amb eslinga de cadenes de varis ramals

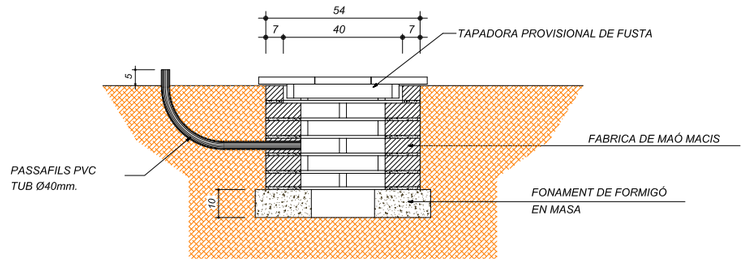


Detall d'amaratge de bidons

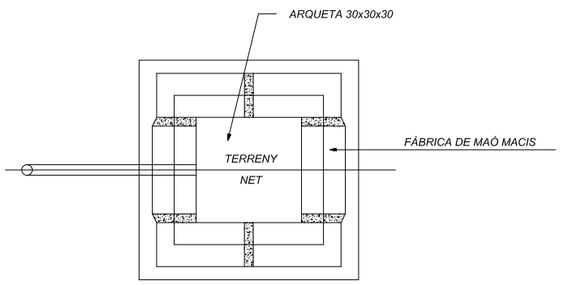


Diàmetre del cable	CARREGUES DE TREBALL DE LES ESLINGES						
				30°	30°	30°	
	Cárrega de treball en m kg per a cables amb resistència esoràdica de 160kg mm2						
12	1.330	1.000	2.660	2.570	2.300	1.880	8.000
14	1.680	1.260	3.360	3.240	2.900	2.370	10.100
16	2.300	1.720	4.600	4.440	3.980	3.250	13.800
18	3.000	2.250	6.000	5.790	5.200	4.240	18.000
20	3.580	2.680	7.160	6.910	6.200	5.060	21.500
22	3.970	2.980	7.940	7.670	6.870	5.610	23.800
24	4.800	3.600	9.600	9.270	8.510	6.790	25.800
26	5.700	4.280	11.400	11.010	9.870	8.060	34.300
28	6.720	5.040	13.440	12.980	11.640	9.500	40.300
30	7.780	5.910	15.560	15.030	13.470	11.000	46.700
32	8.350	6.260	16.700	16.130	14.460	11.800	50.100
34	9.530	7.150	19.050	18.410	16.500	13.470	57.200
36	10.820	8.120	21.640	20.900	18.740	15.300	64.900
38	12.170	9.130	24.340	23.510	21.070	17.210	73.000
40	13.590	10.200	27.180	25.250	23.530	19.210	81.500

DETALL ARQUETA PER PRESA PROVISIONAL DE TERRA

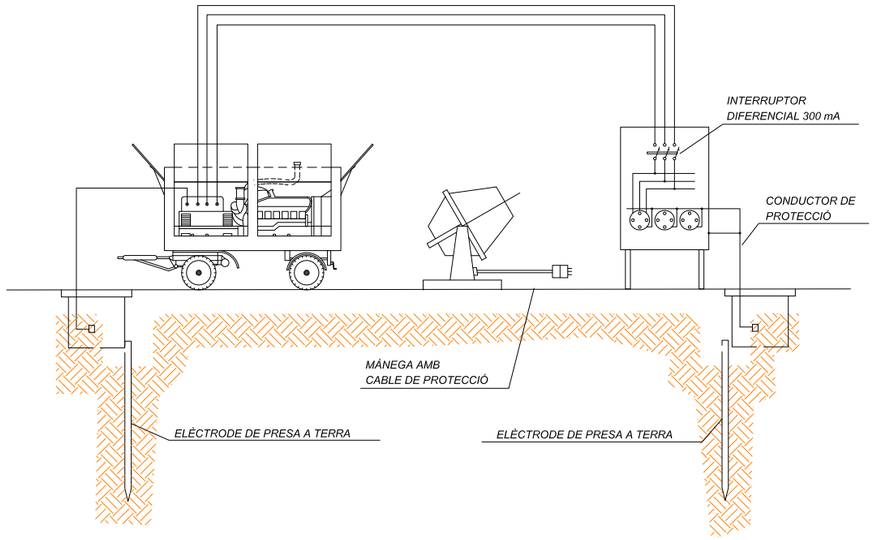


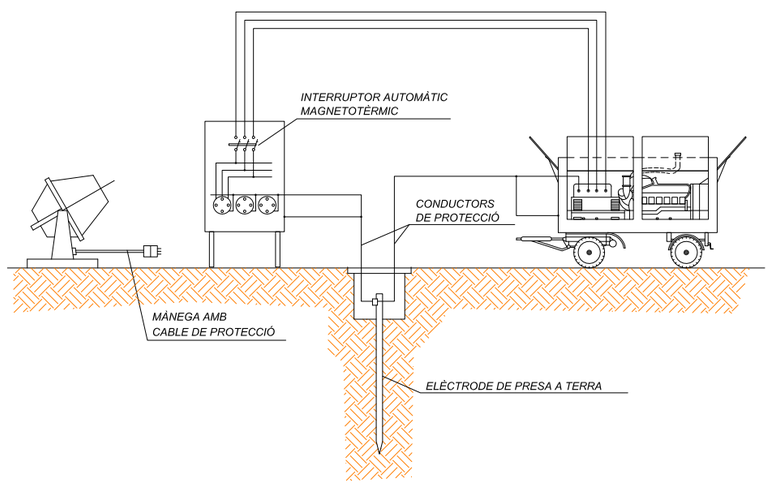
ALÇAT



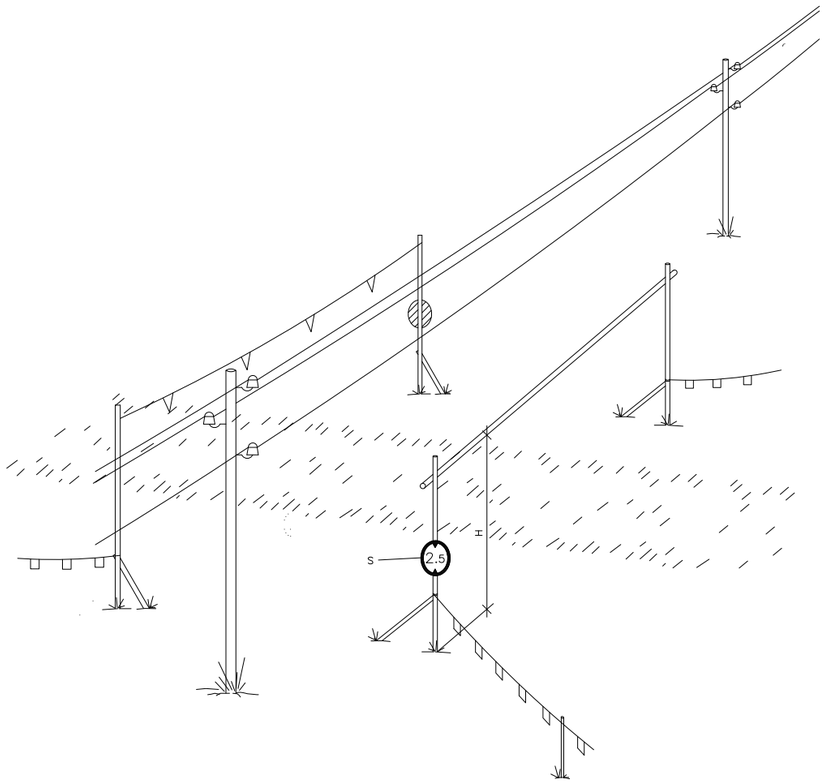
PLANTA

PRESA DE TERRA PER A MÁQUINES

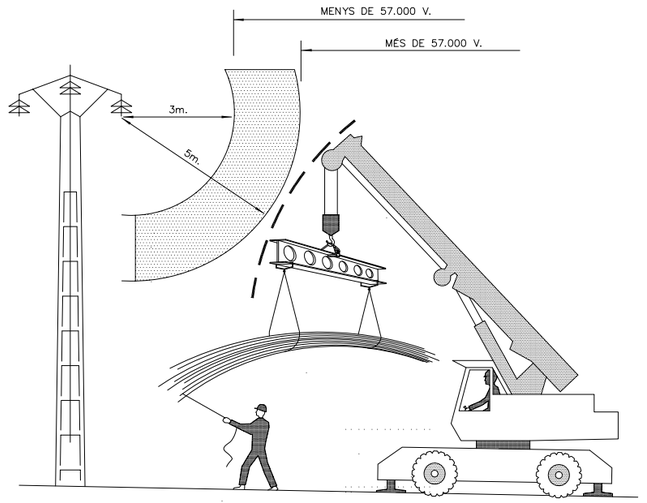




PÒRTIC DE BALISAMENT DE LÍNIES ELÈCTRIQUES AÈRIES D'ABALISAMENT



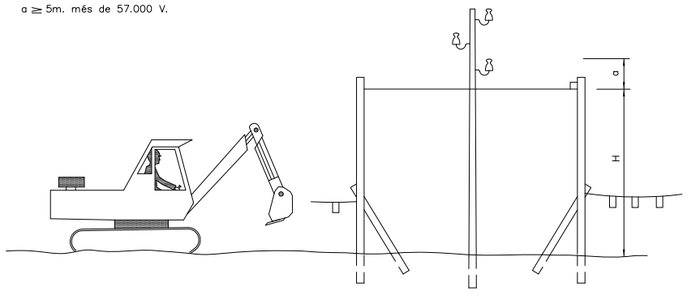
INTERFERÈNCIA DE GRUA AMB LÍNIA ELÈCTRICA AÉRIA DE A.T.



a = DISTÀNCIES MÍNIMES DE SEGURETAT

BAIXA TENSIÓ a ≥ 1m.

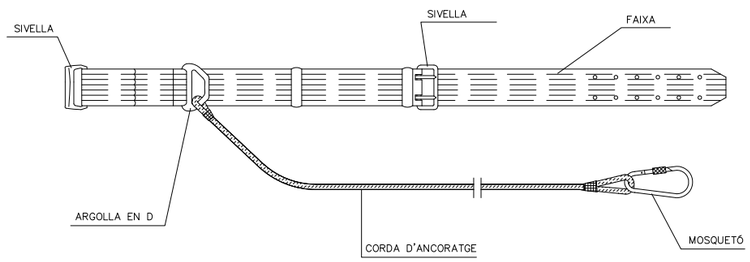
ALTA TENSIÓ a ≥ 3m. FINS 57.000 V.
a ≥ 5m. més de 57.000 V.

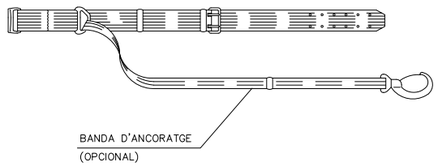


H = D – a
D = Alçada mínima de la línia al terra
a = Distància mínima de seguretat
H = Alçada lliure

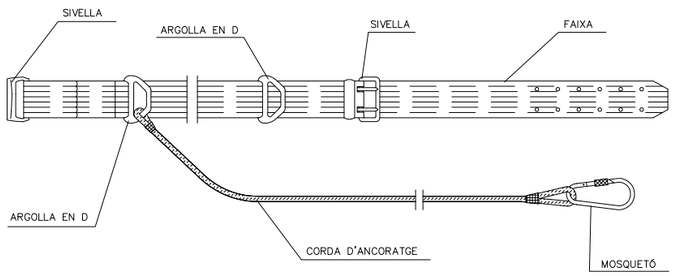
CINTURÓ DE SEGURETAT CLASE "A" DE SUBJECCIÓ

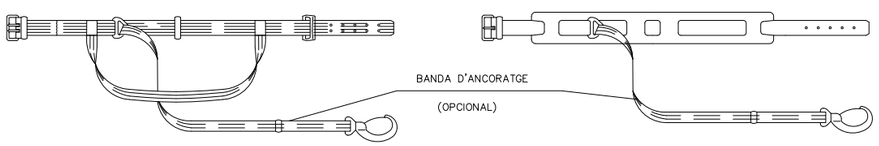
TIPUS 1



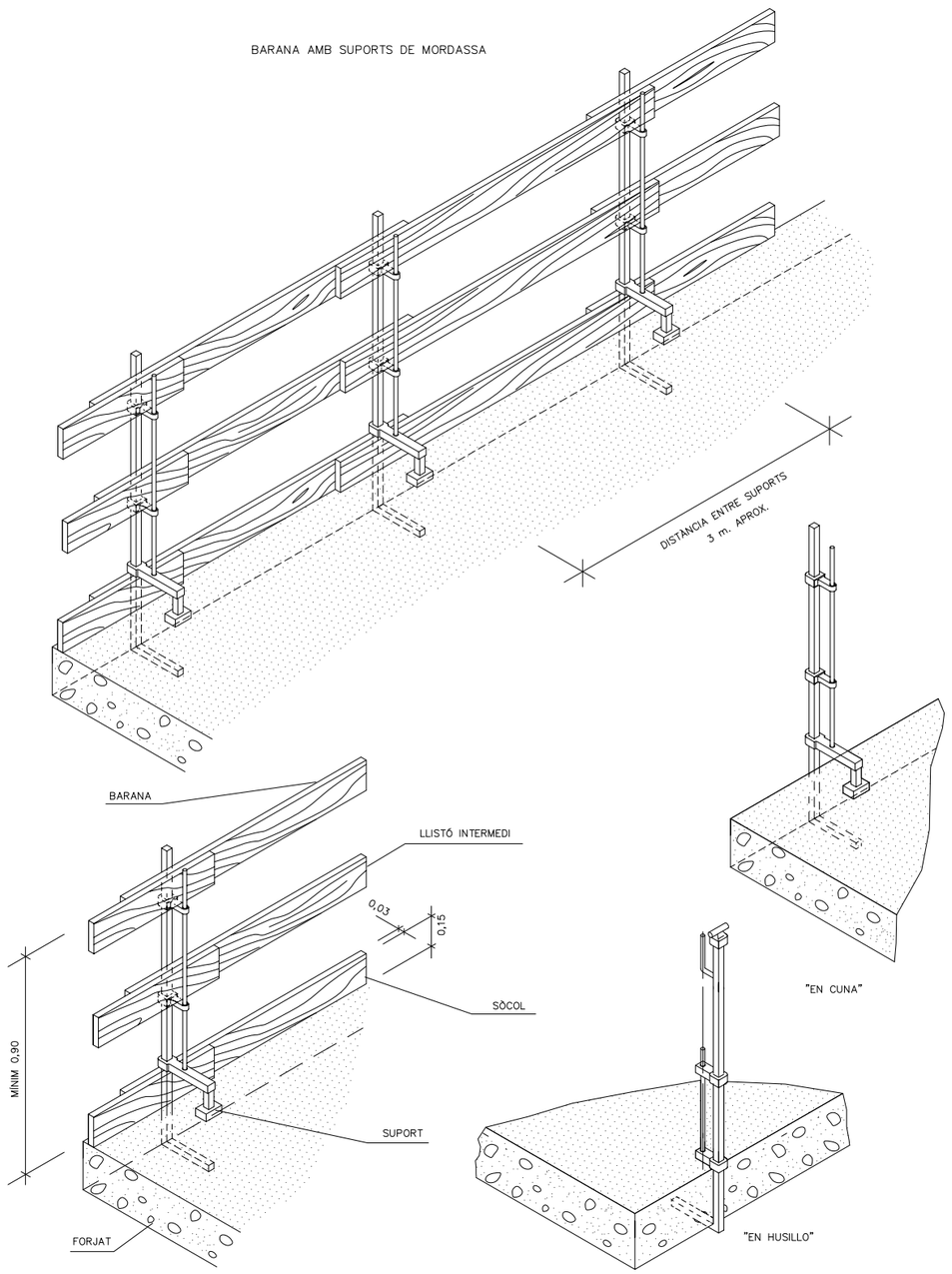


TIPUS 2



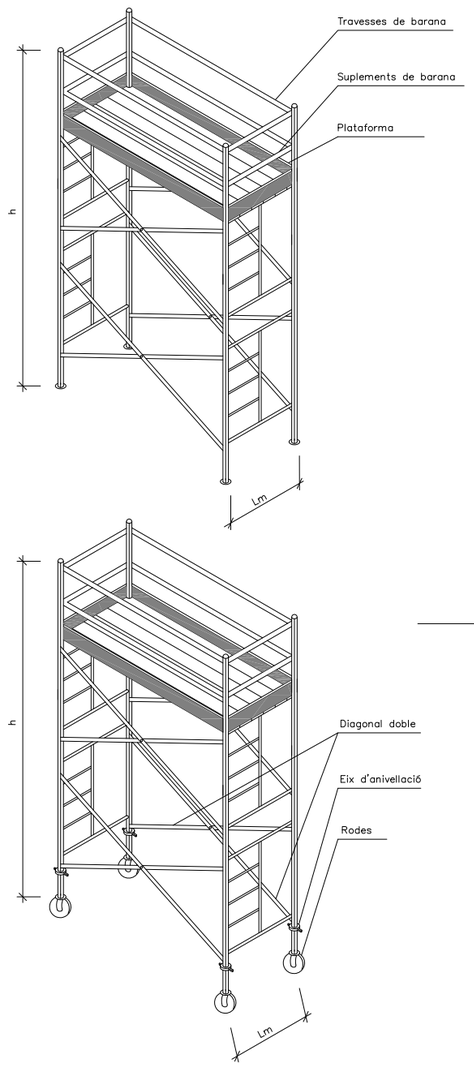


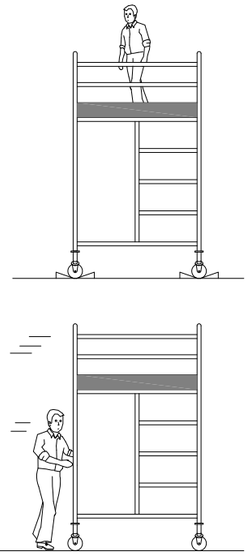
BARANA AMB SUPORTS DE MORDASSA

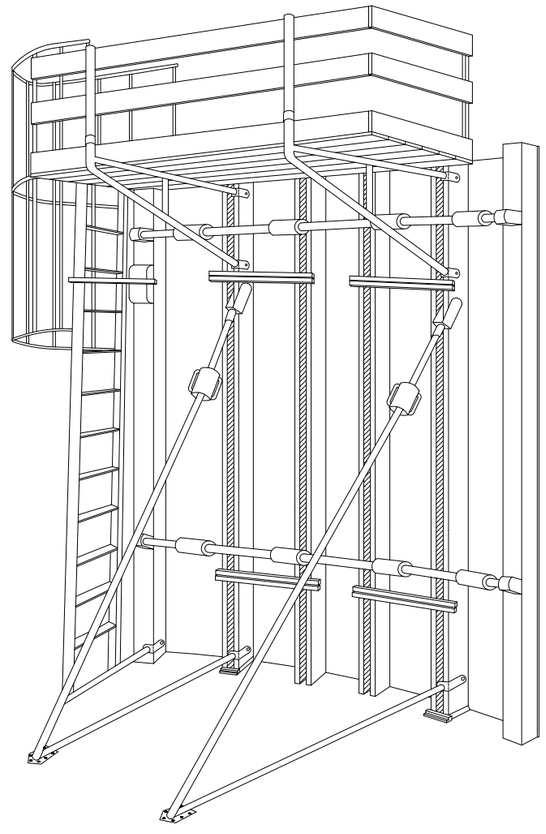


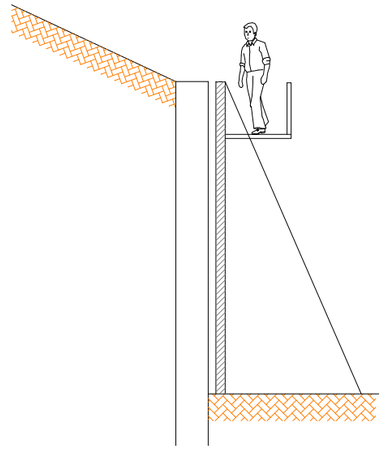
LA FUSTA UTILITZADA HAURÀ ESTAT PREVIAMENT
SELECCIONADA I NO ES FARÀ SERVIR PER UN ALTRE FI.

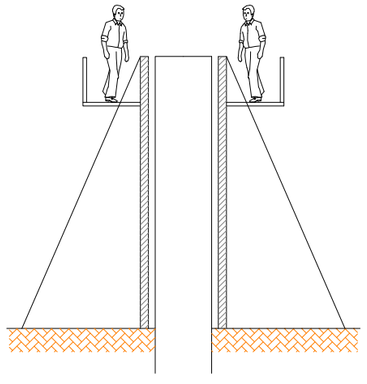
BASTIDES METÀL.LIQUES TUBULARS









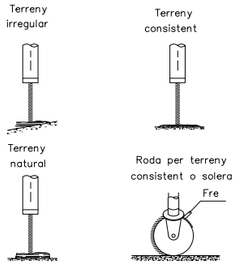


ESTABILITAT DE LES TORRES

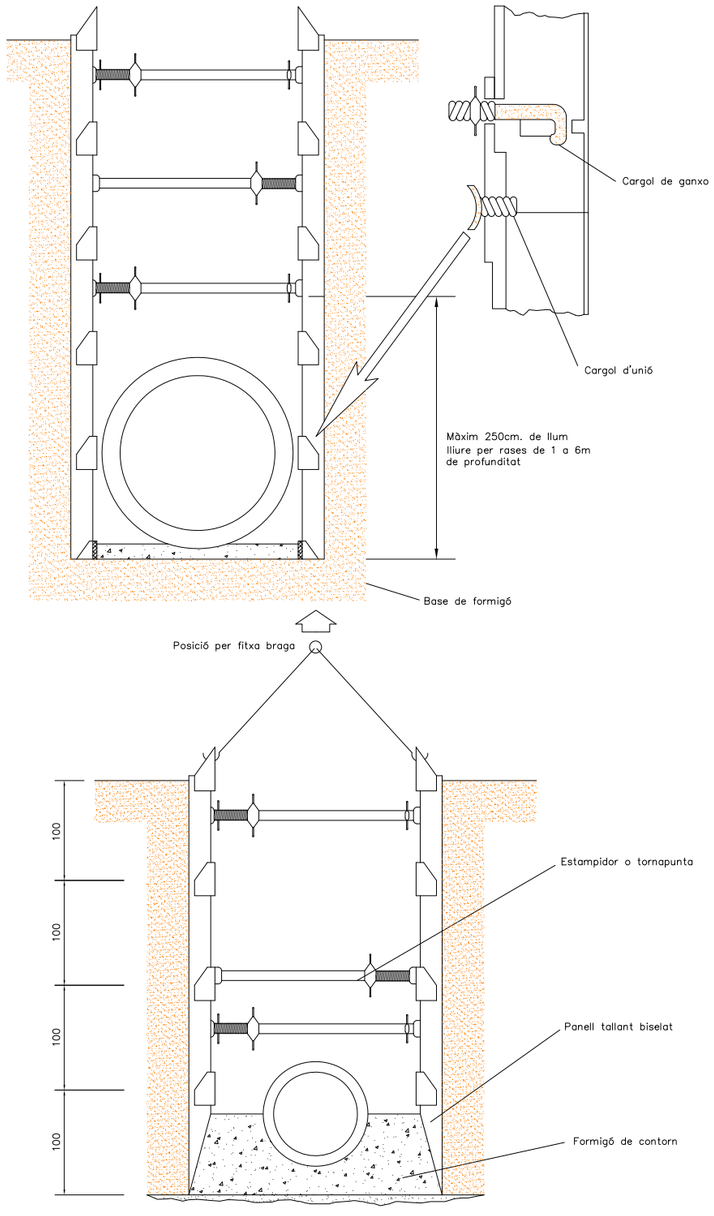
Estabilitat= h/Lm

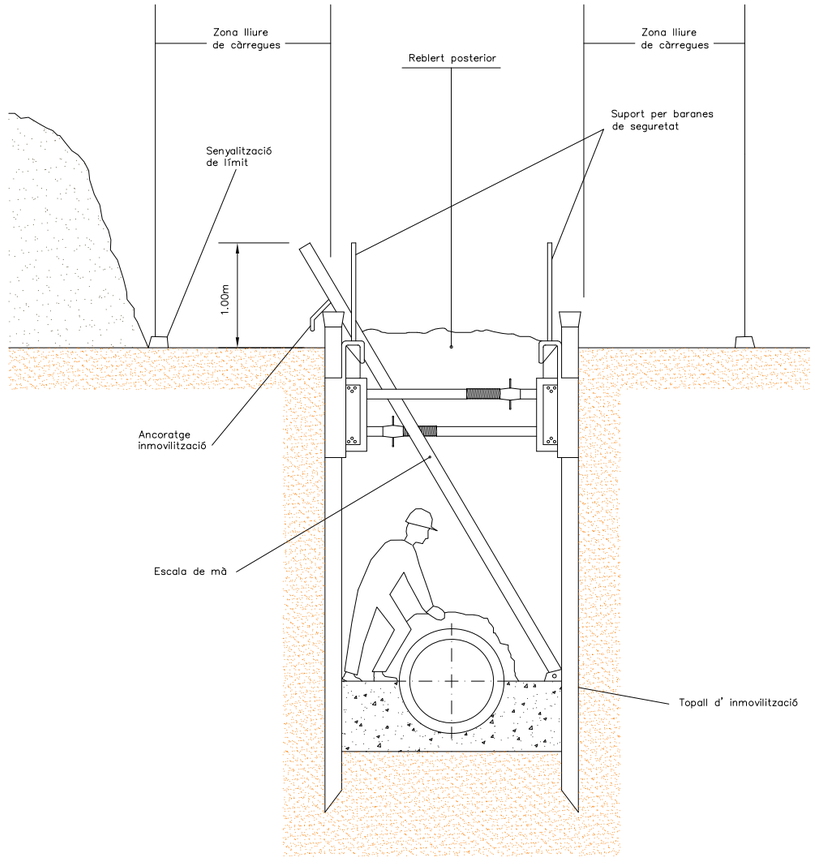
- h/Lm = 4 per bastida mòbil
- h/Lm = 5 per bastida fixe

ARRENCADA

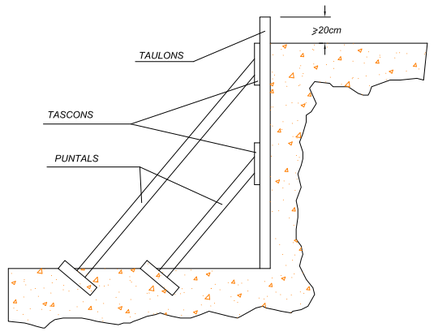


ESTREBAT DE RASES MITJANÇANT PANELS METÀL.LICS

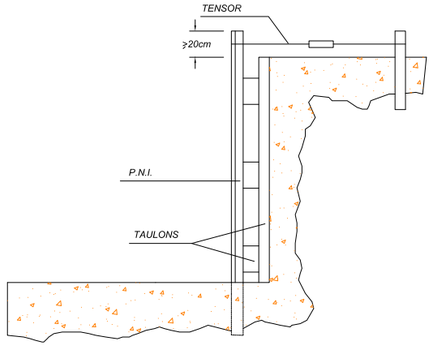




APUNTALAMENTS

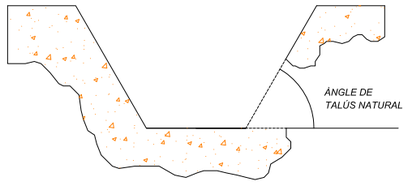


A) ENTAULAT SUBJECTAT MITJANÇANT APUNTALAMENT

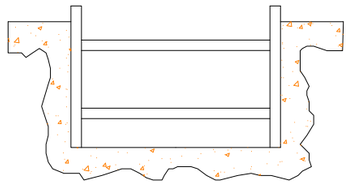


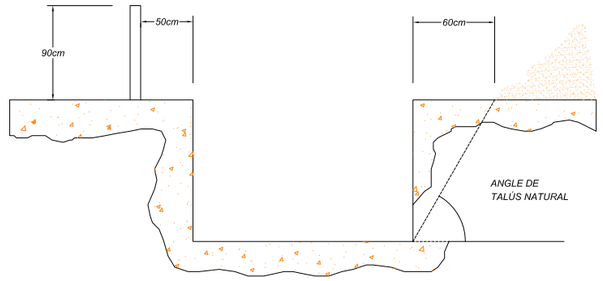
B) FIXACIÓ DE L'ENTAULAT MITJANÇANT PERFILS METÀL.LICS per un millor aprofitament de l'espai

Ⓐ TALÚS NATURAL



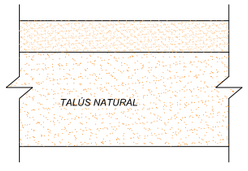
Ⓑ APUNTALAMENT



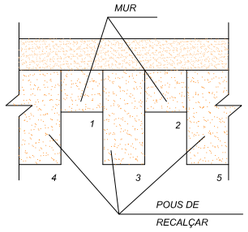


EXCAVACIONS PEL POU DE RECALÇAR

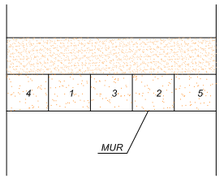
FASE I

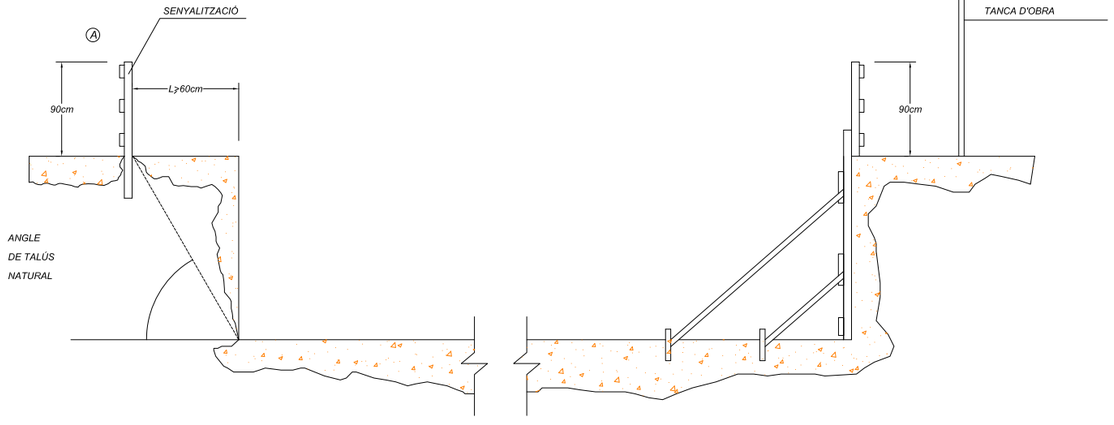


FASE II

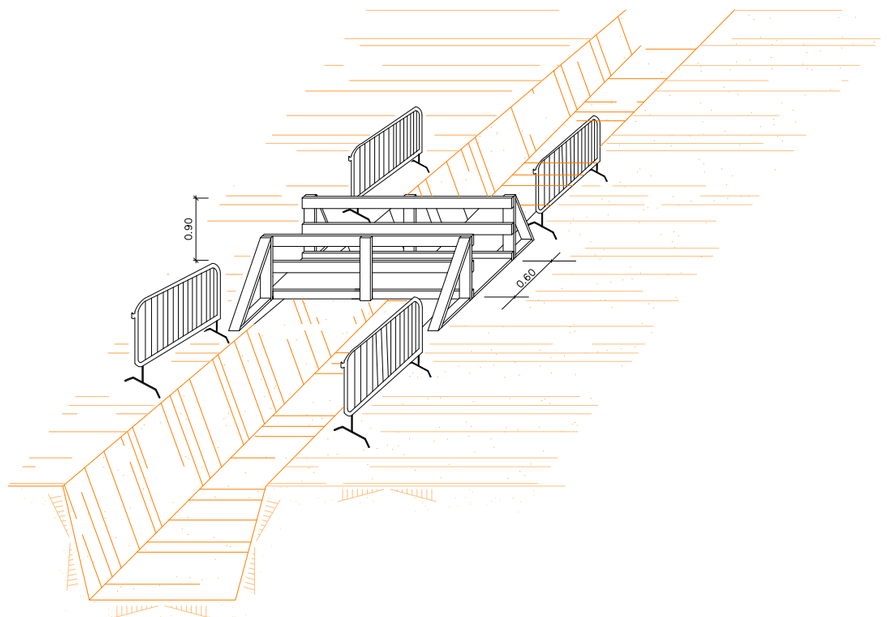


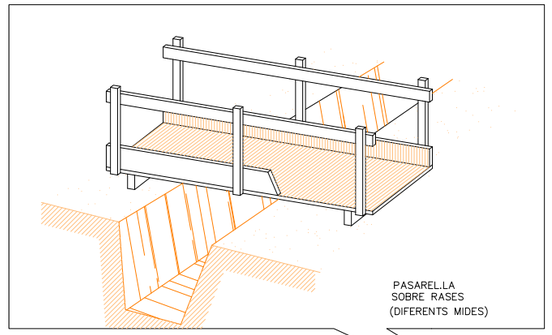
FASE III



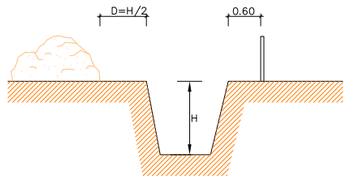


RASES

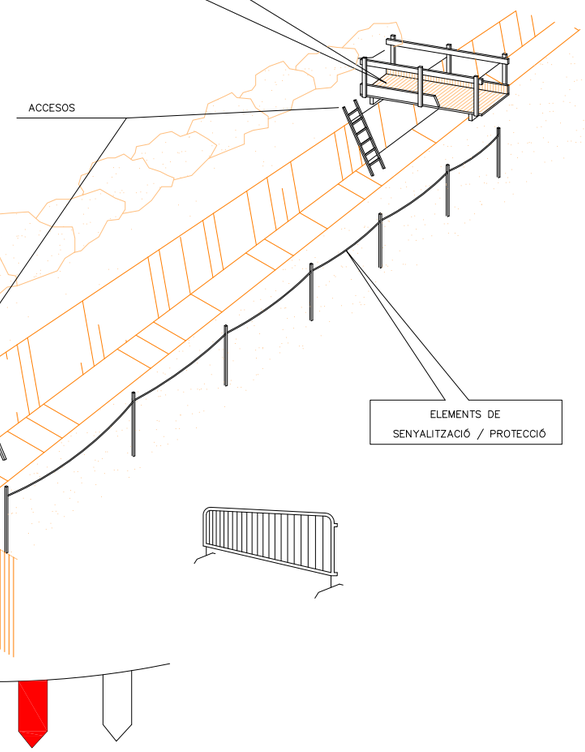




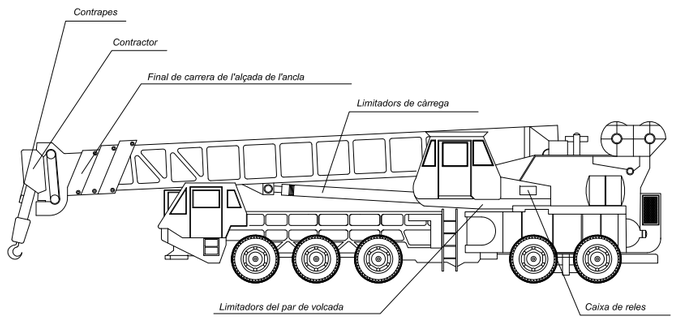
PASARELLA
SOBRE RASES
(DIFERENTS MIDES)

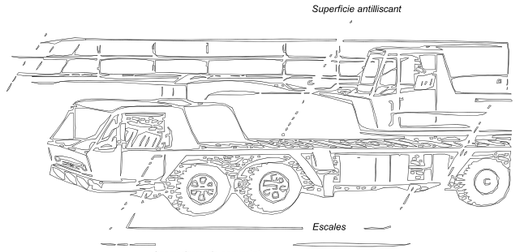


EN TERRENY ARENÓS

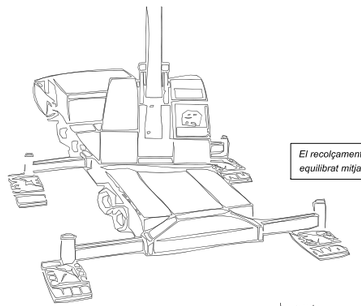


GRUA AUTOPROPULSADA

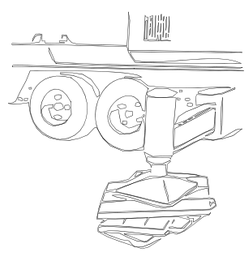




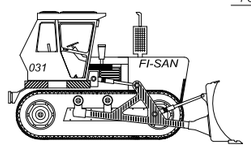
Agarraderes de seguretat



El recolçament de la grua ha de quedar equilibrat mitjançant falques

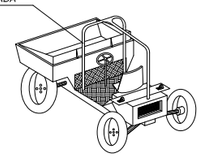


CABINES I PÒRTICS DE SEGURETAT



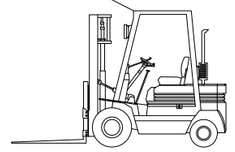
BULLDOZER

PÒRTIC ANTIVOLCADA

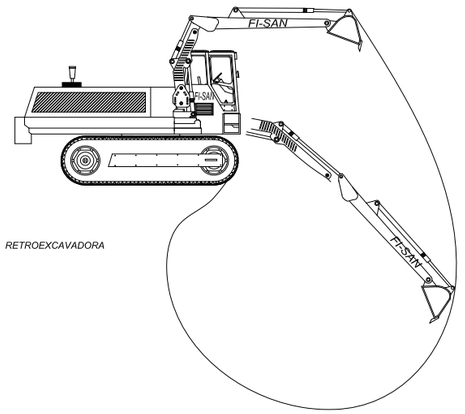


DUMPER

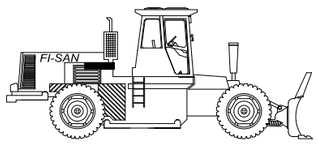
CABINA DE PROTECCIÓ



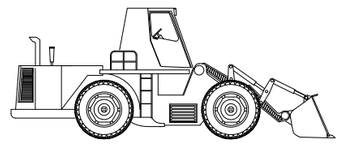
CARRETILLA PORTAPALÉS



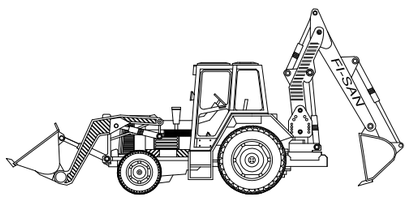
RETROEXCAVADORA



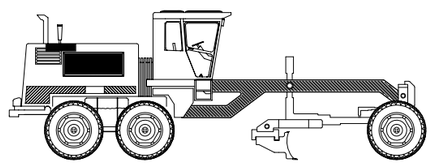
COMPACTADORA



PALA CARREGADORA DE RODES



RETROPALA

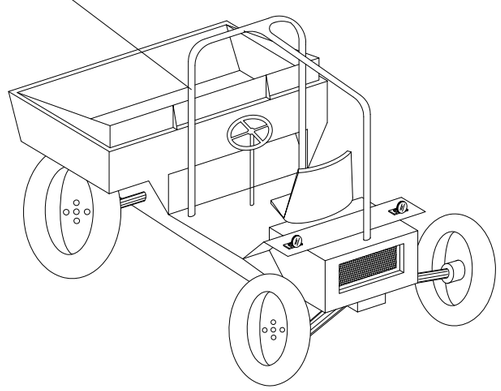


MOTO NIVELADORA

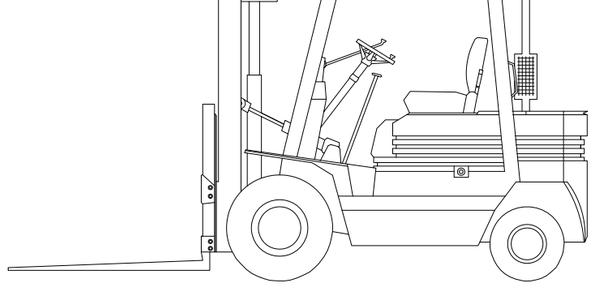
CABINES I PÒRTICS DE SEGURETAT

DUMPER

PÒRTIC ANTIVOLCADA

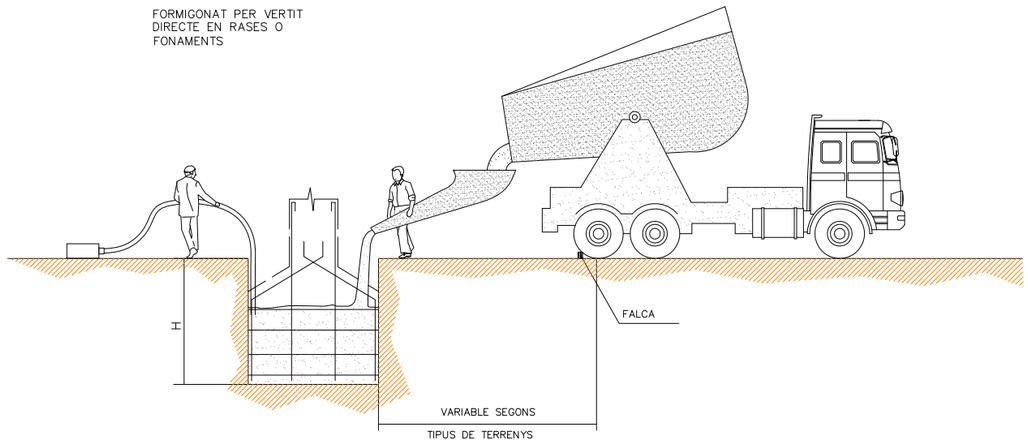


CABINA DE PROTECCIÓ

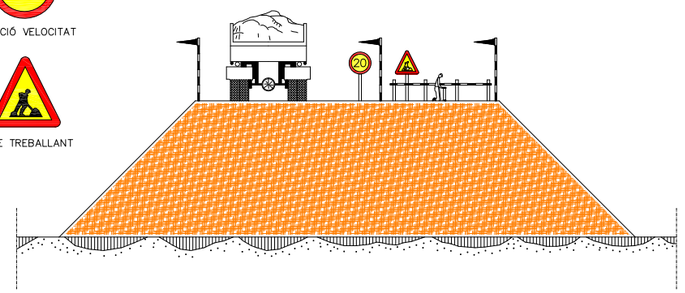


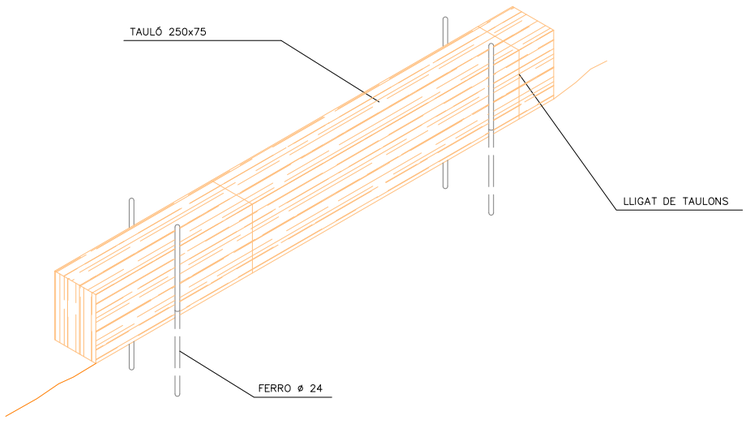
AQUELLS VEHICLES QUE NO TINGUIN CABINES COBERTES PER AL CONDUCTOR, HAURAN DE SER PROVISTOS DE PÒRTICS DE SEGURETAT PER CAS DE VOLCADA (ART. 124 O.G.S.H.)

FORMIGONAT PER VERTIT
DIRECTE EN RASES O
FONAMENTS

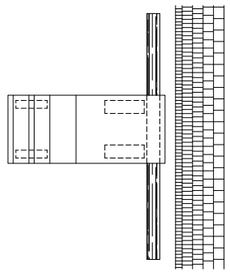


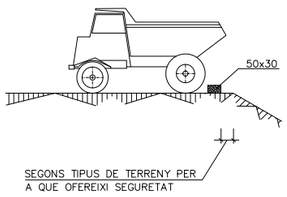
EXECUCIÓ DE TERRAPLENS I D'AFERMATS



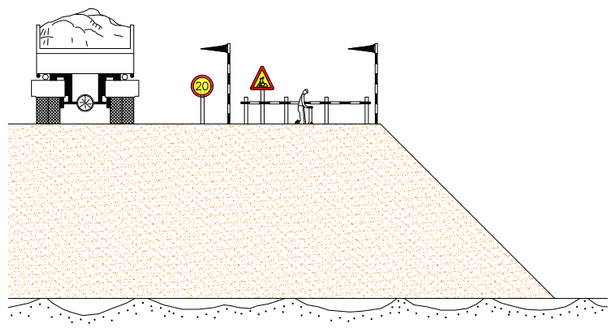


LÍMIT DE RETROCÈS EN VESSAMENT
DE TERRES





DESMUNTS I TERRAPLENS



ELEMENTS AUXILIARS DE SENYALITZACIÓ

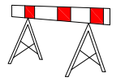
PANELLS DIRECCIONALS

TB-2

TB-1

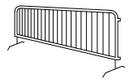
PANNELL DIRECCIONAL ESTRET

PANNELL DIRECCIONAL ALT



TB-5 PANELL ZONA EXCLOSA AL TRÀNSIT

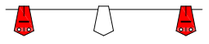
TANCA EXTENSIBLE



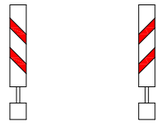
TANCA DE CONTENCIÓ DE PEATONS

TUB LLUMINÓS TL-9

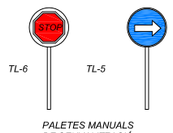
LLUM FIXA GROGA TL-10 | LLUM FIXA VERMELLA TL-11 | LLUM FIXA INTERMITENT TL-2



GARNALDA TB-13

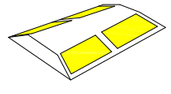


BALISA COSTAT ESQUERRE TB-9 | BALISA COSTAT DRET TB-8



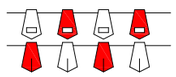
TL-6 | TL-5

PALETES MANUALS DE SENYALITZACIÓ

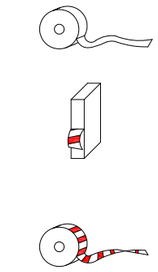


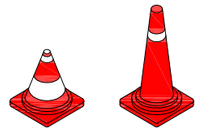
CAPTAFARS HORIZONTALS "ULLS DE GAT" TB-10

CINTA ABALISAMENT PLÀSTIC



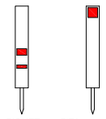
CINTA BALISAMENT REFLECTANT





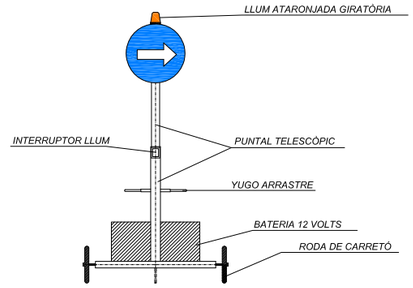
CONS TB-6

TL-10/11 LLUM AUTÒNOMA FIXA INTERMITENT

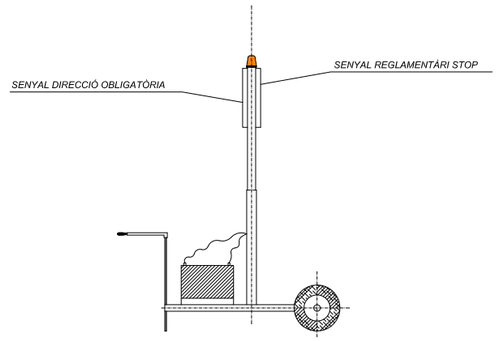


PIQUET TB-7 | FITA TB-8

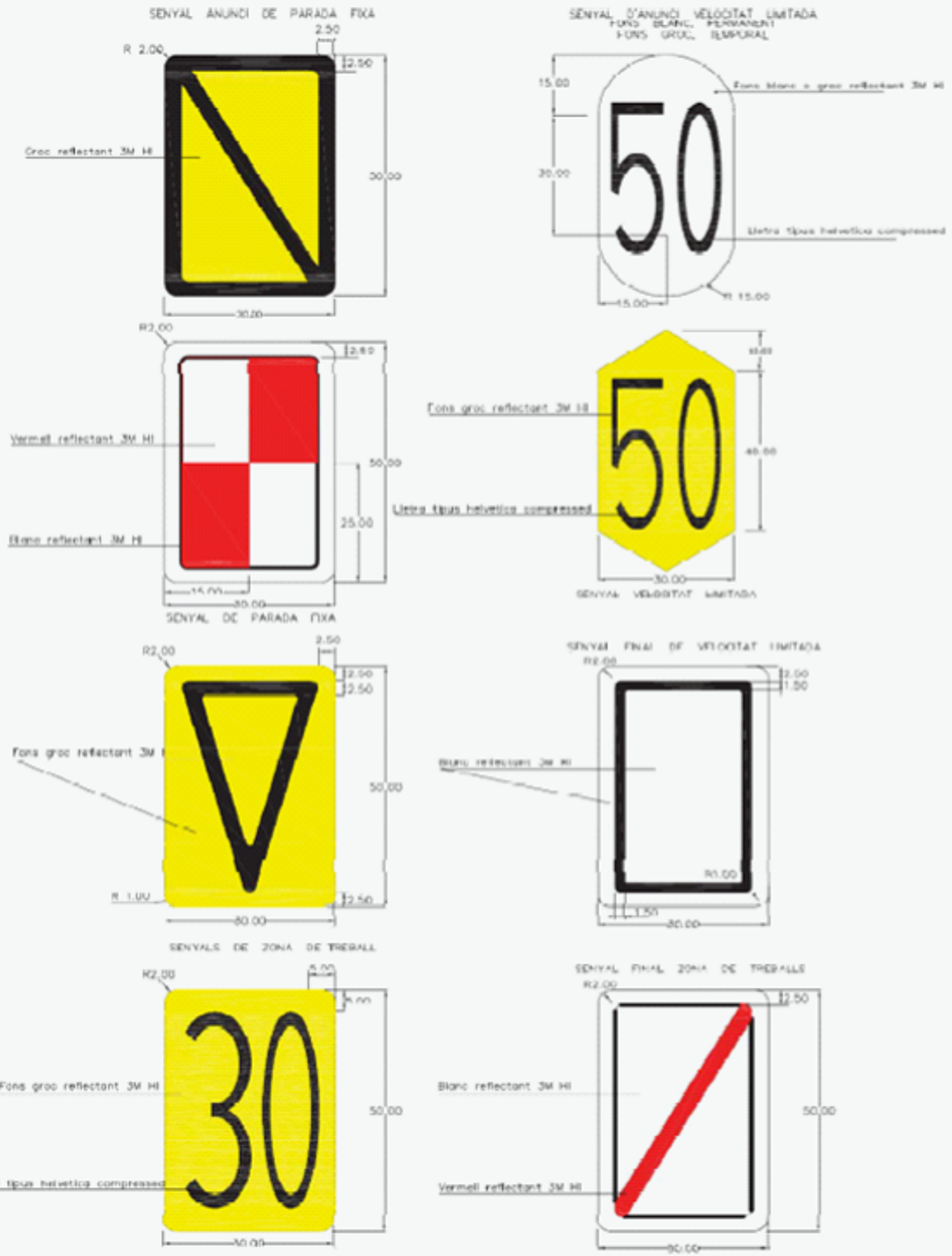
SENYAL PORTÀTIL PER REGULACIÓ DEL TRÀNSIT EN CARRETERA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL


SENYAL ANUNCI DE PARADA FIXA
2.50
R 2.00
2.50
Groc reflectant 3M HI
30.00
30.00
SENYAL D'ANUNCI VELOCITAT LIMITADA
FONS BLANC, PERMANENT
FONS GROC, TEMPORAL
15.00
30.00
50
Fons blanc o groc reflectant 3M HI
Lletra tipus helvetica compressed
R 15.00
15.00
R2.00
2.50
Vermell reflectant 3M HI
Blanc reflectant 3M HI
50.00
25.00
15.00
30.00
SENYAL DE PARADA FIXA
Fons groc reflectant 3M HI
50
Lletra tipus helvetica compressed
30.00
SENYAL VELOCITAT LIMITADA
R2.00
2.50
2.00
2.50
Fons groc reflectant 3M HI
50.00
R 1.00
2.50
30.00
SENYAL FINAL DE VELOCITAT LIMITADA
R2.00
2.00
1.50
Blanc reflectant 3M HI
R1.00
1.50
30.00
SENYALS DE ZONA DE TREBALL
R2.00
5.00
5.00
Fons groc reflectant 3M HI
30
50.00
Lletra tipus helvetica compressed
30.00
SENYAL FINAL ZONA DE TREBALLS
R2.00
2.50
Blanc reflectant 3M HI
Vermell reflectant 3M HI
50.00
30.00
SENYALS PER A TREBALLS EN INTERVAL
30
50
SENYALS PER A TREBALLS EN INTERCEPTACIÓ
SENYALS PER A ZONES DE VELOCITAT LIMITADA
50
50
NOTA: TOTS EL SENYALS SERAN DE DIMENSIONS 0.50 x 0.50 m I DIÀMETRE 0.50 m, EXCEPTE EN ZONES DE GÀLIB REUIT O TÚNELS

PLEC DE CONDICIONS

ÍNDEX

1. DEFINICIÓ I ABAST DEL PLEC ..... - 2 -

1.1. OBJECTE ..... - 2 -
1.2. DOCUMENTS QUE DEFINEIXEN L'ESS ..... - 2 -
1.3. COMPATIBILITAT I RELACIÓ ENTRE ELS ESMENTATS DOCUMENTS ..... - 2 -

2. DEFINICIÓNS I COMPETÈNCIES DELS AGENTS DEL FET CONSTRUCTIU ... - 2 -

2.1. PROMOTOR ..... - 3 -
2.2. "PROJECT MANAGER" I " CONTRACTOR MANAGER" ..... - 3 -
2.3. COORDINADOR DE SEGURETAT I SALUT ..... - 3 -
2.4. PROJECTISTA ..... - 4 -
2.5. DIRECTOR D'OBRA ..... - 4 -
2.6. CONTRACTISTA O CONSTRUCTOR (EMPRESARI PRINCIPAL) I SUBCONTRACTISTES ..... - 5 -
2.7. TREBALLADORS AUTÒNOMS ..... - 6 -
2.8. TREBALLADORS ..... - 6 -

3. DOCUMENTACIÓ PREVENTIVA DE CARACTER CONTRACTUAL ..... - 6 -

3.1. INTERPRETACIÓ DELS DOCUMENTS VINCULATS EN MATERIA D'SS ..... - 6 -
3.2. VIGÈNCIA DE L'ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT ..... - 7 -
3.3. PLA DE SEGURETAT I SALUT DEL CONTRACTISTA ..... - 7 -
3.4. "LLIBRE D'INCIDÈNCIES" ..... - 7 -
3.5. CARÀCTER VINCULANT DEL CONTRACTE O DOCUMENT DEL "CONVENI DE PREVENCIÓ I COORDINACIÓ" I DOCUMENTACIÓ CONTRACTUAL ANNEXA EN MATÈRIA DE SEGURETAT ..... - 7 -

4. NORMATIVA LEGAL D'APLICACIÓ ..... - 8 -

4.1. TEXTOS GENERALS ..... - 8 -
4.2. CONDICIONS AMBIENTALS ..... - 8 -
4.3. INCENDIS ..... - 8 -
4.4. INSTAL·LACIONS ELÈTRIQUES ..... - 8 -
4.5. EQUIPS I MAQUINÀRIA ..... - 8 -
4.6. EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL ..... - 9 -
4.7. SENYALITZACIÓ ..... - 9 -
4.8. DIVERSOS ..... - 9 -

5. CONDICIONS ECONÒMIQUES ..... - 9 -

5.1. CRITERIS D'APLICACIÓ ..... - 9 -
5.2. CERTIFICACIÓ DEL PRESSUPOST DEL PLA DE SEGURETAT I SALUT ..... - 9 -
5.3. REVISIÓ DE PREUS DEL PLA DE SEGURETAT I SALUT ..... - 9 -
5.4. PENALITZACIONS PER INCOMPLIMENT EN MATÈRIA DE SEGURETAT ..... - 9 -

6. CONDICIONS TÈCNIQUES GENERALS DE SEGURETAT ..... - 10 -

6.1. PREVISIONS DEL CONTRACTISTA A L'APLICACIÓ DE LES TÈCNIQUES DE SEGURETAT ..... - 10 -
6.2. CONDICIONS TÈCNIQUES DEL CONTROL DE QUALITAT DE LA PREVENCIÓ . - 10 -
6.3. CONDICIONS TÈCNIQUES DELS ÒRGANS DE L'EMPRESA CONTRACTISTA COMPETENS EN MATÈRIA DE SEGURETAT I SALUT ..... - 10 -
6.4. OBLIGACIONS DE L'EMPRESA CONTACTISTA COMPETENT EN MATÈRIA DE MEDICINA DEL TREBALL ..... - 11 -
6.5. COMPETÈNCIES DELS COL·LABORADORS PREVENCIONISTES A L'OBRA ..... - 11 -
6.6. COMPETÈNCIES DE FORMACIÓ EN SEGURETAT I SALUT ..... - 11 -

7. PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES ESPECÍFIQUES DE SEGURETAT DELS EQUIPS, MÀQUINES I/O MÀQUINES-FERRAMENTES ..... - 11 -

7.1. DEFINICIÓ I CARACTERÍSTIQUES DELS EQUIPS, MÀQUINES I/O MÀQUINES-FERRAMENTES ..... - 11 -
7.2. CONDICIONS D'ELECCIÓ, UTILITZACIÓ, EMMAGATZEMATGE I MANTENIMENT DELS EQUIPS, MÀQUINES I/O MÀQUINES-FERRAMENTES ..... - 12 -
7.3. NORMATIVA APLICABLE ..... - 12 -

1. DEFINICIÓ I ABAST DEL PLEC

1.1. OBJECTE

Aquest Plec de Condicions de l'Estudi de Seguretat i Salut comprèn el conjunt d'especificacions que hauran d'acomplir tant el Pla de Seguretat i Salut del Contractista com a document de Gestió Preventiva (Planificació, Organització, Execució i Control) de l'obra, les diferents proteccions a emprar per la reducció dels riscos (Mitjans Auxiliars d'Utilitat Preventiva, Sistemes de Protecció Col·lectiva, Equips de Protecció Individual), Implantacions provisionals per a la Salubritat i Confort dels treballadors, així com les tècniques de la seva implementació a l'obra i les que hauran de manar l'execució de qualsevol tipus d'instal·lacions i d'obres accessòries. Per a qualsevol tipus d'especificació no inclosa en aquest Plec, es tindran en compte les condicions tècniques que es derivin d'entendre com a normes d'aplicació:

a) Tots aquells continguts al:
   - Plec General de Condicions Tècniques de l'Edificació'', confeccionat pel Centre Experimental d'Arquitectura, aprovat pel Consell Superior de Col·legis d'Arquitectes i adaptat a les seves obres per la ''Direcció General d'Arquitectura''. (cas d'Edificació)
   - ''Plec de Clàusules Administratives Generals, per a la Contractació d'Obres de l'Estat'' i adaptat a les seves obres per la ''Direcció de Política Territorial i Obres Públiques''. (cas d'Obra Pública)

b) Les contingudes al Reglament General de Contractació de l'Estat, Normes Tecnològiques de l'Edificació publicades pel ''Ministerio de la Vivienda'' i posteriorment pel ''Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo''.

c) La normativa legislativa vigent d'obligat compliment i les condicionades per les companyies subministradores de serveis públics, totes elles al moment de l'oferta.

1.2. DOCUMENTS QUE DEFINEIXEN L'ESS

Segons la normativa legal vigent, Art. 5, 2 del R.D. 1627/1997, de 24 d'octubre sobre ''DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I DE SALUT A LES OBRES DE CONSTRUCCIÓ'', l'Estudi de Seguretat tindrà que formar part del Projecte d'Execució d'Obra o, al seu defecte, del Projecte d'Obra, tenint de ser coherent amb el contingut del mateix i recollir les mesures preventives adequades als riscos que comporta la realització de l'obra, contenint com a mínim els següents documents:

Memòria: Descriptiva dels procediments, equips tècnics i medis auxiliars que hagin d'utilitzar-se o que la seva utilització es pugui preveure; identificació dels riscos laborals que puguin ser evitats, indicant a l'efecte les mesures tècniques necessàries per fer-ho; relació dels riscos laborals que no es puguin eliminar conforme als assenyalats anteriorment, especificant les mesures preventives i proteccions tècniques tendents a controlar i reduir els esmentats riscos i valorant la seva eficàcia, en especial quan es proposin mesures alternatives.

Plec: De condicions particulars en el que es tindran en compte les normes legals i reglamentaries aplicables a les especificacions tècniques pròpies de l'obra que es tracti, així com les prescripcions que s'hauran de complir en relació amb les característiques, l'ús i la conservació de les màquines, utensilis, eines, sistemes i equips preventius.

Plànols: On es desenvolupen els gràfics i esquemes necessaris per la millor definició i comprensió de les mesures preventives definides a la Memòria, amb expressió de les especificacions tècniques necessàries.

Amidaments: De totes les unitats o elements de seguretat i salut al treball que hagin estat definits o projectats.

Pressupost: Quantificació del conjunt de despeses previstes per l'aplicació i execució de l'Estudi de Seguretat i Salut.

1.3. COMPATIBILITAT I RELACIÓ ENTRE ELS ESMENTATS DOCUMENTS

L'estudi de Seguretat i Salut forma part del Projecte d'Execució d'obra, o en el seu cas, del Projecte d'Obra, havent d'ésser cadascun dels documents que l'integren, coherent amb el contingut del Projecte, i recollir les mesures preventives, de caràcter pal·liatiu, adequades als riscos, no eliminats o reduïts a la fase de disseny, que comporti la realització de l'obra, en els terminis i circumstancies socio-tècniques on la mateixa es tingui que materialitzar.

El Plec de Condicions Particulars, els Plànols i Pressupost de l'Estudi de Seguretat i Salut són documents contractuals, que restaran incorporats al Contracte i, per tant, són d'obligat acompliment, llevat modificacions degudament autoritzades.

La resta de Documents o dades de l'Estudi de Seguretat i Salut són informatius, i estan constituïts per la Memòria Descriptiva, amb tots els seus Annexos, els Detalls Gràfics d'interpretació, els Amidaments i els Pressupostos Parcials.

Els esmentats documents informatius representen només una opinió fonamentada de l'Autor de l'Estudi de Seguretat i Salut, sense que això suposi que es responsabilitzi de la certesa de les dades que se subministren. Aquestes dades han de considerar-se, tant sols, com a complement d'informació que el Contractista ha d'adquirir directament i amb els seus propis mitjans.

Només els documents contractuals, constitueixen la base del Contracte; per tant el Contractista no podrà al·legar, ni introduir al seu Pla de Seguretat i Salut, cap modificació de les condicions del Contracte en base a les dades contingudes als documents informatius, llevat que aquestes dades apareixen a algun document contractual.

El Contractista serà, doncs, responsable de les errades que puguin derivar-se de no obtenir la suficient informació directa, que rectifiqui o ratifiqui la continguda als documents informatius de l'Estudi de Seguretat i Salut.

Si hi hagués contradicció entre els Plànols i les Prescripcions Tècniques Particulars, en cas d'incloure's aquestes com a document que complementi el Plec de Condicions Generals del Projecte, té prevalença el que s'ha prescrit en les Prescripcions Tècniques Particulars. En qualsevol cas, ambdós documents tenen prevalença sobre les Prescripcions Tècniques Generals.

El que s'ha esmentat al Plec de condicions i només als Plànols, o viceversa, haurà de ser executat com si hagués estat exposat a ambdós documents, sempre que, a criteri de l'Autor de l'Estudi de Seguretat i Salut, quedin suficientment definides les unitats de Seguretat i Salut corresponent, i aquestes tinguin preu al Contracte.

2. DEFINICIÓNS I COMPETÈNCIES DELS AGENTS DEL FET CONSTRUCTIU

Dins l'àmbit de la respectiva capacitat de decisió cadascun dels actors del fet constructiu, estan obligats a prendre decisions ajustant-se als Principis Generals de l'Acció Preventiva (Art. 15 a la L. 31/1995):

- Evitar els riscos.
- Avaluar els riscos que no es poden evitar.

- Combatre els riscos en el seu origen.
- Adaptar la feina a la persona, en particular al que fa referència a la concepció dels llocs de treball, com també a l'elecció dels equips i els mètodes de treball i de producció, amb l'objectiu específic d'atenuar la feina monòtona i repetitiva i de reduir-ne els efectes a la salut
- Tenir en compte l'evolució de la tècnica.
- Substituir el que sigui perillós pel que comporti poc perill o no en comporti cap.
- Planificar la prevenció, amb la recerca d'un conjunt coherent que hi integri la tècnica, l'organització de la feina, les condicions de treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals al treball.
- Adoptar mesures que donin prioritat a la protecció col·lectiva respecte de la individual.
- Facilitar les corresponents instruccions als treballadors.

2.1. PROMOTOR

Als efectes del present Estudio de Seguretat i Salut, serà considerat Promotor qualsevol persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o col·lectivament, decideixi, impulsi, programi i financi, amb recursos propis o aliens, les obres de construcció a sí, o per la seva posterior alienació, lliurament o cessió a tercers sota qualsevol títol.

Competències en matèria de Seguretat i Salut del Promotor:

- Contractar i nomenar al tècnic competent per la Coordinació de Seguretat i Salut en fase de Projecte, quan sigui necessari o és cregui convenient
- Contractar en fase de Projecte, la redacció de l'Estudi de Seguretat, facilitant a l'efecte al Projectista i al Coordinador respectivament, la documentació i informació prèvia necessària per l'elaboració del Projecte i redacció de l'Estudi de Seguretat i Salut, així com autoritzar als mateixos les modificacions pertinents.
- Facilitar que el Coordinador de Seguretat i Salut en la fase de projecte intervingui en totes les fases d'elaboració del projecte i de preparació de l'obra.
- Contractar i nomenar al Coordinador de Seguretat i Salut en fase d'Obra per l'aprovació del Pla de Seguretat i Salut, aportat pel contractista amb antelació a l'inici de les obres, el qual Coordinarà la Seguretat i Salut en fase d'execució material de les mateixes.
- NOTA: La designació dels Coordinadors en matèria de Seguretat i Salut no eximeix al Promotor de les seves responsabilitats.
- Gestionar el ‘‘Avis Previ‘‘ davant l'Administració Laboral i obtindre les preceptives llicencies i autoritzacions administratives.
- El Promotor es responsabilitza que tots els agents del fet constructiu tinguin en compte les observacions del Coordinador de Seguretat i Salut, degudament justificades, o bé proposin unes mesures d'una eficàcia, pel cap baix, equivalents.

2.2. “PROJECT MANAGER” I “ CONTRACTOR MANAGER”

Als efectes del present Estudi de Seguretat i Salut, serà considerat ‘‘Project Manager‘‘ i/o ‘‘Contractor Manager‘‘ qualsevol persona, física o jurídica, pública o privada que, per la seva solvència, estructura i capacitat tècnica acreditada, de forma individual o col·lectiva i, en representació delegada, expressa i directa del Promotor, realitzi la gestió executiva-tècnica-econòmica-financera del Projecte (Project Manager) o de l'Execució Material de l' obra (Contractor Manager), administrant els recursos propis o aliens, de la promoció per compte d'aquell.

Competències en matèria de Seguretat i Salut del ‘‘Project / Contractor Manager’‘:

- En funció de la capacitat de decisió dins l'estructura, s'estableix la responsabilitat de les facultats delegades i confiades pel Promotor, en fase de Projecte (Project Manager) o de l'Execució Material de l'obra (Contractor Manager), en matèria de prevenció de la sinistralitat laboral.

2.3. COORDINADOR DE SEGURETAT I SALUT

El Coordinador de Seguretat i Salut serà als efectes del present Estudi de Seguretat i Salut, qualsevol persona física legalment habilitada pels seus coneixements específics i que compti amb titulació acadèmica en Construcció.

És designat pel Promotor en qualitat de Coordinador de Seguretat: a) En fase de concepció, estudi i elaboració del Projecte o b) Durant l'Execució de l'obra.

El Coordinador de Seguretat i Salut i Salut forma part de la Direcció d’Obra o Direcció Facultativa/Direcció d’Execució.

Competències en matèria de Seguretat i Salut del Coordinador de Seguretat del Projecte:

- Vetllar per que en fase de concepció, estudi i elaboració del Projecte, el Projectista tingui en consideració els ‘‘Principis Generals de la Prevenció en matèria de Seguretat i Salut‘‘ (Art. 15 a la L.31/1995), i en particular:
    - Prendre les decisions constructives, tècniques i d'organització amb la finalitat de planificar les diferents feines o fases de treball que es desenvolupin simultània o successivament.
    - Estimar la duració requerida per l'execució de les diferents feines o fases de treball.
- Traslladar al Projectista tota la informació preventiva necessària que l’hi cal per integrar la Seguretat i Salut a les diferents fases de concepció, estudi i elaboració del projecte d'obra.
- Coordinar l'aplicació del que es disposa en els punts anteriors i redactar o fer redactar l'Estudi de Seguretat i Salut.

Competències en matèria de Seguretat i Salut del Coordinador de Seguretat i Salut d'Obra:

El Coordinador de Seguretat i Salut en fase d'execució d'obra, és designat pel Promotor en tots aquells casos en què intervé més d'una empresa i treballadors autònoms o diversos treballadors autònoms.

Les funcions del Coordinador en matèria de Seguretat i Salut durant l'execució de l'obra, segons el R.D. 1627/1997, són les següents:

- Coordinar l'aplicació dels Principis Generals de l'Acció Preventiva (Art. 15 L. 31/1995) :
    - En el moment de prendre les decisions tècniques i d'organització amb el fi de planificar les diferents tasques o fases de treball que s'hagin de desenvolupar simultània o successivament.
    - En l'estimació de la durada requerida per a l'execució d'aquests treballs o fases de treball.
- Coordinar les activitats de l'obra per garantir que els Contractistes, i, si n’hi ha del Subcontractistes i els treballadors autònoms, apliquin de manera coherent i responsable els Principis de l'Acció Preventiva que recull l'article 15 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals (L.31/1995 de 8 de novembre) durant l'execució de l'obra i, en particular, en les tasques o activitats al què es refereix l'article 10 del R.D. 1627/1997 de 24 d'octubre sobre Disposicions mínimes de Seguretat i Salut a les obres de construcció:

- El manteniment de l'obra en bon estat d'ordre i neteja.
- L'elecció de l'emplaçament dels llocs i àrees de treball, tenint en compte les seves condicions d'accés, i la determinació de les vies o zones de desplaçament o circulació.
- La manipulació dels diferents materials i la utilització dels mitjans auxiliars.
- El manteniment, el control previ a la posta en servei i el control periòdic de les INSTAL·LACIONS i dispositius necessaris per a l'execució de l'obra, a fi de corregir els defectes que pugin afectar a la seguretat i la salut dels treballadors.
- La delimitació i el condicionament de les zones d'emmagatzematge i dipòsit dels diferents materials, en particular si es tracta de matèries o substàncies perilloses.
- La recollida dels materials perillosos utilitzats.
- L'emmagatzematge i l'eliminació o evacuació dels residus i deixalles.
- L'adaptació, d'acord amb l'evolució de l'obra, del període de temps efectiu que haurà de dedicar-se als diferents treballs o fases de treball.
- La cooperació entre els contractistes, subcontractistes i treballadors autònoms.
- Les interaccions i incompatibilitats amb qualsevol tipus de treball o activitat que es realitzi en l'obra o a prop del lloc de l'obra.

- Aprovar el Pla de Seguretat i Salut (PSS) elaborat pel contractista i, si s'escau, les modificacions que s'hi hagués introduït. La Direcció Facultativa prendrà aquesta funció quan no calgui la designació de Coordinador.
- Organitzar la coordinació d'activitats empresarials prevista en l'article 24 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals.
- Coordinar les accions i funcions de control de l'aplicació correcta dels mètodes de treball.
- Adoptar les mesures necessàries perquè només puguin accedir a l'obra les persones autoritzades.

El Coordinador de Seguretat i Salut en la fase d'execució de l'obra respondrà davant del Promotor, del compliment de la seva funció com ‘‘staff‘‘ assessor especialitzat en Prevenció de la Sinistralitat Laboral, en col·laboració estricta amb els diferents agents que intervinguin a l'execució material de l'obra. Qualsevol divergència serà presentada al Promotor com a màxim patró i responsable de la gestió constructiva de la promoció d'edificació, a fi que aquest prengui, en funció de la seva autoritat, la decisió executiva que calgui.

Les responsabilitats del Coordinador no eximiran de les seves responsabilitats al Promotor, Fabricants i Subministradors d'equips, eines i mitjans auxiliars, Direcció d'Obra o Direcció Facultativa, Contractistes, Subcontractistes, treballadors autònoms i treballadors.

2.4. PROJECTISTA

És el tècnic habilitat professionalment que, per encàrrec del Promotor i amb subjecció a la normativa tècnica i urbanística corresponent, redacta el Projecte.

Podran redactar projectes parcials del Projecte, o parts que el complementin, altres tècnics, de forma coordinada amb l'autor d'aquest, contant en aquest cas, amb la col·laboració del Coordinador de Seguretat i Salut designat pel Promotor.

Quan el Projecte es desenvolupa o completa mitjançant projectes parcials o d'altres documents tècnics, cada projectista assumeix la titularitat del seu projecte.

Competències en matèria de Seguretat i Salut del Projectista:

- Tenir en consideració els suggeriments del Coordinador de Seguretat i Salut en fase de Projecte per integrar els Principis de l'Acció Preventiva (Art. 15 L. 31/1995), prendre les decisions constructives, tècniques i d'organització que puguin afectar a la planificació dels treballs o fases de treball durant l'execució de les obres.
- Acordar, en el seu cas, amb el promotor la contractació de col·laboracions parcials.

2.5. DIRECTOR D'OBRA

És el tècnic habilitat professionalment que, formant part de la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa, dirigeix el desenvolupament de l'obra en els aspectes tècnics, estètics, urbanístics i mediambientals, de conformitat amb el Projecte que el defineix, la llicencia constructiva i d'altres autoritzacions preceptives i les condicions del contracte, amb l'objecte d'assegurar l'adequació al fi proposat. En el cas que el Director d'Obra dirigeixi a mes a mes l'execució material de la mateixa, assumirà la funció tècnica de la seva realització i del control qualitatiu i quantitatiu de l'obra executada i de la seva qualitat.

Podran dirigir les obres dels projectes parcials altres tècnics, sota la coordinació del Director d'Obra, contant amb la col·laboració del Coordinador de Seguretat i Salut en fase d'Obra, nomenat pel Promotor.

Competències en matèria de Seguretat i Salut del Director d'Obra:

- Verificar el replanteig, l'adequació dels fonaments, estabilitat dels terrenys i de l'estructura projectada a les característiques geotècniques del terreny.
- Si dirigeix l'execució material de l'obra, verificar la recepció d'obra dels productes de construcció, ordenant la realització dels assaigs i proves precises; comprovar els nivells, desploms, influència de les condicions ambientals en la realització dels treballs, els materials, la correcta execució i disposició dels elements constructius, de les instal·lacions i dels Medis Auxiliars d'utilitat Preventiva i la Senyalització, d'acord amb el Projecte i l'Estudi de Seguretat i Salut.
- Resoldre les contingències que es produeixin a l'obra i consignar en el Llibre d'Ordres i Assistència les instruccions necessàries per la correcta interpretació del Projecte i dels Medis Auxiliars d'Utilitat Preventiva i solucions de Seguretat i Salut Integrada previstes en el mateix.
- Elaborar a requeriment del Coordinador de Seguretat i Salut o amb la seva conformitat, eventuals modificacions del projecte, que vinguin exigides per la marxa de l'obra i que puguin afectar a la Seguretat i Salut dels treballs, sempre que les mateixes s'adeqüin a les disposicions normatives contemplades a la redacció del Projecte i del seu Estudi de Seguretat i Salut.
- Subscriure l'Acta de Replanteig o començament de l'obra, confrontant prèviament amb el Coordinador de Seguretat i Salut l'existència prèvia de l'Acta d'Aprovació del Pla de Seguretat i Salut del contractista.
- Certificar el final d'obra, simultàniament amb el Coordinador de Seguretat, amb els visats que siguin preceptius.
- Conformar les certificacions parcials i la liquidació final de les unitats d'obra i de Seguretat i Salut executades, simultàniament amb el Coordinador de Seguretat.
- Les instruccions i ordres que doni la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa, seran normalment verbals, tenint força per obligar a tots els efectes. Els desviaments respecte al compliment del Pla de Seguretat i Salut, s'anotaran pel Coordinador al Llibre d'incidències
- Elaborar i subscriure conjuntament amb el Coordinador de Seguretat, la Memòria de Seguretat i Salut de l'obra finalitzada, per lliurar-la al promotor, amb els visats que foren perceptius.

2.6. CONTRACTISTA O CONSTRUCTOR (EMPRESARI PRINCIPAL) I SUBCONTRACTISTES

Definició de Contractista:

És qualsevol persona, física o jurídica, que individual o col·lectivament, assumeix contractualment davant el Promotor, el compromís d'executar, en condicions de solvència i Seguretat, amb medis humans i materials, propis o aliens, les obres o part de les mateixes amb subjecció al contracte, el Projecte i el seu Estudi de Seguretat i Salut.

Definició de Subcontractista:

És qualsevol persona física o jurídica que assumeix contractualment davant el contractista, empresari principal, el compromís de realitzar determinades parts o instal·lacions de l'obra, amb subjecció al contracte, al Projecte i al Pla de Seguretat, del Contractista, pel que es regeix la seva execució.

Competències en matèria de Seguretat i Salut del Contractista i/o Subcontractista:

- El Contractista tindrà que executar l'obra amb subjecció al Projecte, directrius de l'Estudi i compromisos del Pla de Seguretat i Salut, a la legislació aplicable i a les instruccions del Director d'Obra, i del Coordinador de Seguretat i Salut, amb la finalitat de dur a terme les condicions preventives de la sinistralitat laboral i l'assegurament de la qualitat, compromeses en el Pla de Seguretat i Salut i exigides en el Projecte
- Tenir acreditació empresarial i la solvència i capacitació tècnica, professional i econòmica que l'habiliti per al compliment de les condicions exigibles per actuar com constructor (i/o subcontractista, en el seu cas), en condicions de Seguretat i Salut.
- Designar al Cap d'Obra que assumirà la representació tècnica del Constructor (i/o Subcontractista, en el seu cas), a l'obra i que per la seva titulació o experiència haurà de tenir la capacitat adequada d'acord amb les característiques i complexitat de l'obra.
- Assignar a l'obra els medis humans i materials que la seva importància ho requereixi.
- Formalitzar les subcontractacions de determinades parts o instal·lacions de l'obra dins dels límits establerts en el Contracte.
- Redactar i signar el Pla de Seguretat i Salut que desenvolupi l'Estudi de Seguretat i Salut del Projecte. El Subcontractista podrà incorporar els suggeriments de millora corresponents a la seva especialització, en el Pla de Seguretat i Salut del Contractista i presentar-los a l'aprovació del Coordinador de Seguretat.
- El representant legal del Contractista signarà l'Acta d'Aprovació del Pla de Seguretat i Salut conjuntament amb el Coordinador de Seguretat.
- Signar l'Acta de Replanteig o començament i l'Acta de Recepció de l'obra.
- Aplicarà els Principis de l'Acció Preventiva que recull l'article 15 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals, en particular, en desenvolupar les tasques o activitats indicades en l'esmentat article 10 del R.D. 1627/1997:
    - Complir i fer complir al seu personal allò establert en el Pla de Seguretat i Salut (PSS).
    - Complir la normativa en matèria de prevenció de riscos laborals, tenint en compte, si s'escau, les obligacions que fan referència a la coordinació d'activitats empresarials previstes en l'article 24 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals, i també complir les disposicions mínimes establertes en l'annex IV del R.D. 1627/1997, durant l'execució de l'obra.
    - Informar i facilitar les instruccions adequades als treballadors autònoms sobre totes les mesures que s'hagin d'adoptar pel que fa a la seguretat i salut a l'obra.
    - Atendre les indicacions i complir les instruccions del Coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució de l'obra, i si és el cas, de la Direcció Facultativa.
- Els Contractistes i Subcontractistes seran responsables de l'execució correcta de les mesures preventives fixades en el Pla de Seguretat i Salut (PSS) en relació amb les obligacions que corresponen directament a ells o, si escau, als treballadors autònoms que hagin contractat.
- A més, els Contractistes i Subcontractistes respondran solidàriament de les conseqüències que es derivin de l'incompliment de les mesures previstes al Pla, als termes de l'apartat 2 de l'article 42 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals.
- Les responsabilitats del Coordinador, de la Direcció Facultativa i del Promotor no eximiran de les seves responsabilitats als Contractistes i al Subcontractistes.
- El Constructor serà responsable de la correcta execució dels treballs mitjançant l'aplicació de Procediments i Mètodes de Treball intrínsecament segurs (SEGURETAT INTEGRADA), per assegurar la integritat de les persones, els materials i els mitjans auxiliars fets servir a l'obra.
- El Constructor facilitarà per escrit a l'inici de l'obra, el nom del Director Tècnic, que serà creditor de la conformitat del Coordinador i de la Direcció Facultativa. El Director Tècnic podrà exercir simultàniament el càrrec de Cap d'Obra o be delegarà l'esmentada funció a altre tècnic, Cap d'Obra, amb coneixements contrastats i suficients de construcció a peu d'obra. El Director Tècnic, o en absència el Cap d'Obra o l'Encarregat General, ostentaran successivament la prelació de representació del Contractista a l'obra.
- El representant del Contractista a l'obra, assumirà la responsabilitat de l'execució de les activitats preventives incloses al present Plec i el seu nom figurarà al Llibre d'Incidències.
- Serà responsabilitat del Contractista i del Director Tècnic, o del Cap d'Obra i / o Encarregat en el seu cas, l'incompliment de les mesures preventives, a l'obra i entorn material, de conformitat a la normativa legal vigent.
- El Contractista també serà responsable de la realització del Pla de Seguretat i Salut (PSS), així com de l'específica vigilància i supervisió de seguretat, tant del personal propi com subcontractat, així com de facilitar les mesures sanitàries de caràcter preventiu laboral, formació, informació i capacitació del personal, conservació i reposició dels elements de protecció personal dels treballadors, càlcul i dimensions dels Sistemes de Proteccions Col·lectives i en especial, les baranes i passarel·les, condemna de forats verticals i horitzontals susceptibles de permetre la caiguda de persones o objectes, característiques de les escales i estabilitat dels esglaons i recolzadors, ordre i neteja de les zones de treball, enllumenat i ventilació dels llocs de treball, bastides, apuntalaments, encofrats i estintolaments, aplecs i emmagatzematges de materials, ordre d'execució dels treballs constructius, seguretat de les màquines, grues, aparells d'elevació, mesures auxiliars i equips de treball en general, distància i localització d'estesa i canalitzacions de les companyies subministradores, així com qualsevol altre mesura de caràcter general i d'obligat compliment, segons la normativa legal vigent i els costums del sector i que pugui afectar a aquest centre de treball.
- El Director Tècnic (o el Cap d'Obra), visitaran l'obra com a mínim amb una cadència diària i hauran de donar les instruccions pertinents a l'Encarregat General, que haurà de ser una persona de provada capacitat pel càrrec, haurà d'estar present a l'obra durant la realització de tot el treball que s'executi. Sempre que sigui preceptiu i no existeixi altra designada a l'efecte, s'entendrà que l'Encarregat General és al mateix temps el Supervisor General de Seguretat i Salut del Centre de Treball per part del Contractista, amb independència de qualsevol altre requisit formal.
- L'acceptació expressa o tàcita del Contractista pressuposa que aquest ha reconegut l'emplaçament del terreny, les comunicacions, accessos, afectació de serveis, característiques del terreny, mides de seguretats necessàries, etc. i no podrà al·legar en el futur ignorància d'aquestes circumstàncies.
- El Contractista haurà de disposar de les pòlisses d'assegurança necessària per a cobrir les responsabilitats que puguin esdevenir per motius de l'obra i el seu entorn, i serà responsable dels danys i prejudicis directes o indirectes que pugui ocasionar a tercers, tant per omissió com per negligència, imprudència o impericia professional, del personal al seu càrrec, així com del Subcontractistes, industrials l/o treballadors autònoms que intervinguin a l'obra.

- Les instruccions i ordres que doni la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa, seran normalment verbals, tenint força per obligar a tots els efectes. Els desviaments respecte al compliment del Pla de Seguretat i Salut, s'anotaran pel Coordinador al Llibre d'Incidències
- En cas d'incompliment reiterat dels compromisos del Pla de Seguretat i Salut (PSS), el Coordinador i Tècnics de la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa, Constructor, Director Tècnic, Cap d'Obra, Encarregat, Supervisor de Seguretat, Delegat Sindical de Prevenció o els representants del Servei de Prevenció (propi o concertat) del Contractista I/o Subcontractistes, tenen el dret a fer constar al Llibre d'Incidències, tot allò que consideri d'interès per a reconduir la situació als àmbits previstos al Pla de Seguretat i Salut de l'obra.
- Les condicions de seguretat i salut del personal, dins de l'obra i els seus desplaçaments a/o des del seu domicili particular, seran responsabilitat dels Contractistes i/o Subcontractistes així com dels propis treballadors Autònoms.
- També serà responsabilitat del Contractista, el tancament perimetral del recinte de l'obra i protecció de la mateixa, el control i reglament intern de policia a l'entrada, per a evitar la intromissió incontrolada de tercers aliens i curiosos, la protecció d'accessos i l'organització de zones de pas amb destinació als visitants de les oficines d'obra.
- El Contractista haurà de disposar d'un senzill, però efectiu, Pla d'Emergència per a l'obra, en previsió d'incendis, pluges, glaçades, vent, etc. que puguin posar en situació de risc al personal d'obra, a tercers o als medis e instal·lacions de la pròpia obra o limítrofs.
- El Contractista i/o Subcontractistes tenen absolutament prohibit l'ús d'explosius sense autorització escrita de la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa.
- La utilització de grues, elevadors o d'altres màquines especials, es realitzarà per operaris especialitzats i habilitats per escrit a tal efecte pels respectius responsables tècnics superiors, sota la supervisió d'un tècnic especialitzat i competent a càrrec del Contractista. El Coordinador rebrà una copia de cada títol d'habilitació signat per l'operador de la màquina i del responsable tècnic que autoritza l'habilitació avalant-hi la idoneïtat d'aquell per a realitzar la seva feina, en aquesta obra en concret.

2.7. TREBALLADORS AUTÒNOMS

Persona física diferent al Contractista i/o Subcontractista que realitzarà de forma personal i directa una activitat professional, sense cap subjecció a un contracte de treball, i que assumeix contractualment davant el Promotor, el Contractista o el Subcontractista el compromís de realitzar determinades parts o instal·lacions de l'obra.

Competències en matèria de Seguretat i Salut del Treballador Autònom:

- Aplicar els Principis de l'Acció Preventiva que es recullen en l'article 15 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals, en particular, en desenvolupar les tasques o activitats indicades en l'article 10 del R.D. 1627/1997.
- Complir les disposicions mínimes de seguretat i salut, que estableix l'annex IV del R.D. 1627/1997, durant l'execució de l'obra.
- Complir les obligacions en matèria de prevenció de riscos que estableix pels treballadors l'article 29, 1,2, de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals.
- Ajustar la seva actuació en l'obra conforme als deures de coordinació d'activitats empresarials establerts en l'article 24 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals, participant, en particular, en qualsevol mesura d'actuació coordinada que s'hagi establert.
- Utilitzar els equips de treball d'acord amb allò disposat en el R.D. 1215/1997, de 18 de juliol, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització dels equips de treball per part dels treballadors.
- Escollir i utilitzar els equips de protecció individual, segons preveu el R.D. 773/1997, de 30 de maig, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut relativa a la utilització dels equips de protecció individual per part dels treballadors.
- Atendre les indicacions i complir les instruccions del Coordinador en matèria de seguretat i de salut durant l'execució de l'obra i de la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa, si n'hi ha.
- Els treballadors autònoms hauran de complir allò establert en el Pla de Seguretat i Salut (PSS):
    - La maquinària, els aparells i les eines que s'utilitzen a l'obra, han de respondre a les prescripcions de seguretat i salut, equivalents i pròpies, dels equipaments de treball que l'empresari Contractista posa a disposició dels seus treballadors.
    - Els autònoms i els empresaris que exerceixen personalment una activitat a l'obra, han d'utilitzar equipament de protecció individual apropiat, i respectar el manteniment en condicions d'eficàcia dels diferents sistemes de protecció col·lectiva instal·lats a l'obra, segons el risc que s'ha de prevenir i l'entorn del treball.

2.8. TREBALLADORS

Persona física diferent al Contractista, Subcontractista i/o Treballador Autònom que realitzarà de forma personal i directa una activitat professional remunerada per compte aliè, amb subjecció a un contracte laboral, i que assumeix contractualment davant l'empresari el compromís de desenvolupar a l'obra les activitats corresponents a la seva categoria i especialitat professional, seguint les instruccions d'aquell.

Competències en matèria de Seguretat i Salut del Treballador:

- El deure d'obeir les instruccions de l'empresari en allò relatiu a Seguretat i Salut.
- El deure d'indicar els perills potencials.
- Té responsabilitat dels actes personals.
- Té el dret a rebre informació adequada i comprensible i a formular propostes, en relació a la seguretat i salut, en especial sobre el Pla de Seguretat i Salut (PSS).
- Té el dret a la consulta i participació, d'acord amb l'article 18, 2 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals.
- Té el dret a adreçar-se a l'autoritat competent.
- Té el dret a interrompre el treball en cas de perill imminent i seriós per a la seva integritat i la dels seus companys o tercers aliens a l'obra.
- Té el dret de fer us i el fruit d'unes instal·lacions provisionals de Salubritat i Confort, previstes especialment pel personal d'obra, suficients, adequades i dignes, durant el temps que duri la seva permanència a l'obra.

3. DOCUMENTACIÓ PREVENTIVA DE CARACTER CONTRACTUAL

3.1. INTERPRETACIÓ DELS DOCUMENTS VINCULATS EN MATERIA D'SS

Excepte en el cas que l'escriptura del Contracte o Document de Conveni Contractual ho indiqui específicament d'altra manera, l'ordre de prelació dels Documents contractuals en matèria de Seguretat i Salut per aquesta obra serà el següent:

- Escriptura del Contracte o Document del Conveni Contractual.
- Bases del Concurs.

- Plec de Prescripcions per la Redacció dels Estudis de Seguretat i Salut i la Coordinació de Seguretat i salut en fases de Projecte i/o d'Obra.
- Plec de Condicions Generals del Projecte i de l'Estudi de Seguretat i Salut.
- Plec de Condicions Facultatives i Econòmiques del Projecte i de l'Estudi de Seguretat i Salut.
- Procediments Operatius de Seguretat i Salut i/o Procediments de control Administratiu de Seguretat, redactats durant la redacció del Projecte i/o durant l'Execució material de l'Obra, pel Coordinador de Seguretat.
- Plànols i Detalls Gràfics de l'Estudi de Seguretat i Salut.
- Pla d'Acció Preventiva de l'empresari-contractista.
- Pla de Seguretat i Salut de desenvolupament de l'Estudi de Seguretat i Salut del Contractista per l'obra en qüestió.
- Protocols, procediments, manuals i/o Normes de Seguretat i Salut interna del Contractista i/o Subcontractistes, d'aplicació en l'obra.

Feta aquesta excepció, els diferents documents que constitueixen el Contracte seran considerats com mútuament explicatius, però en el cas d'ambigüitats o discrepàncies interpretatives de temes relacionats amb la Seguretat, seran aclarides i corregides pel Director d'Obra qui, després de consultar amb el Coordinador de Seguretat, farà l'ús de la seva facultat d'aclarir al Contractista les interpretacions pertinents.

Si en el mateix sentit, el Contractista descobreix errades, omissions, discrepàncies o contradiccions tindrà que notificar-ho immediatament per escrit al Director d'Obra quin, després de consultar amb el Coordinador de Seguretat, aclarirà ràpidament tots els assumptes, notificant la seva resolució al Contractista. Qualsevol treball relacionat amb temes de Seguretat i Salut, que hagués estat executat pel Contractista sense prèvia autorització del Director d'Obra o del Coordinador de Seguretat, serà responsabilitat del Contractista, restant el Director d'Obra i el Coordinador de Seguretat, eximits de qualsevol responsabilitat derivada de les conseqüències de les mesures preventives, tècnicament inadequades, que hagin pogut adoptar el Contractista pel seu compte.

En el cas que el contractista no notifiqui per escrit el descobriment d'errades, omissions, discrepàncies o contradiccions, aquests, no tan sol no eximeix al Contractista de l'obligació d'aplicar les mesures de Seguretat i Salut raonablement exigibles per la reglamentació vigent, els usos i la praxi habitual de la Seguretat Integrada en la construcció, que siguin manifestament indispensables per dur a terme l'esperit o la intenció posada en el Projecte i l'Estudi de Seguretat i Salut, haurà de ser materialitzades com si haguessin estat completes i correctament especificades en el Projecte i el corresponent Estudi de Seguretat i Salut.

Totes les parts del contracte s'entenen complementaries d'entre sí, pel que qualsevol treball requerit en un sols document, encara que no estigui esmentat en cap altre, tindrà el mateix caràcter contractual que si s'hagués recollit en tots.

3.2. VIGÈNCIA DE L'ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

El Coordinador de Seguretat, a la vista dels continguts del Pla de Seguretat i Salut aportat pel Contractista, com document de gestió preventiva d'adaptació de la seva pròpia ''cultura preventiva interna d'empresa'' el desenvolupament dels continguts del Projecte i l'Estudi de Seguretat i Salut per l'execució material de l'obra, podrà indicar en l'Acta d'Aprovació del Pla de Seguretat, la declaració expressa de subsistència, d'aquells aspectes que puguin estar, a criteri del Coordinador, millor desenvolupats en l'Estudi de Seguretat, com ampliadors i complementaris dels continguts del Pla de Seguretat i Salut del Contractista.

Els Procediments Operatius i/o Administratius de Seguretat, que pugessin redactar el Coordinador de Seguretat i Salut amb posterioritat a l'Aprovació del Pla de Seguretat i Salut, tindrà la consideració de document de desenvolupament de l'Estudi i Pla de Seguretat, essent, per tant, vinculants per les parts contractants.

3.3. PLA DE SEGURETAT I SALUT DEL CONTRACTISTA

D'acord al que es disposa el R.D. 1627 / 1997, cada contractista està obligat a redactar, abans de l'inici dels seus treballs a l'obra, un Pla de Seguretat i Salut adaptant aquest E.S.S. als seus medis, mètodes d'execució i al ''PLA D'ACCIÓ PREVENTIVA INTERNA D'EMPRESA'', realitzat de conformitat al R.D.39 / 1997 ''LLEI DE PREVENCIÓ DE RISCOS LABORALS'' (Arts. 1, 2 ap. 1, 8 i 9)

El Contractista en el seu Pla de Seguretat i Salut està obligat a incloure els requisits formals establerts a l'Art. 7 del R.D. 1627/ 1997, no obstant, el Contractista té plena llibertat per estructurar formalment aquest Pla de Seguretat i Salut

3.4. "LLIBRE D'INCIDÈNCIES"

l'obra existirà, adequadament protocolitzat, el document oficial ''LLIBRE D'INCIDÈNCIES'', facilitat per la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa, visat pel Col·legi Professional corresponent (O. Departament de Treball 22 Gener de 1998 D.O.G.C. 2565 -27.1.1998).

Segons l'article 13 del Real Decret 1627/97 de 24 d'Octubre, aquest llibre haurà d'estar permanentment a l'obra, en poder del Coordinador de Seguretat i Salut, i a disposició de la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa, Contractistes, Subcontractistes i Treballadors Autònoms, Tècnics dels Centres Provincials de Seguretat i Salut i del Vigilant (Supervisor) de Seguretat, o en el seu cas, del representat dels treballadors, els quals podran realitzar-li les anotacions que considerin adient respecte a les desviacions en el compliment del Pla de Seguretat i Salut, per a que el Contractista procedeixi a la seva notificació a l'Autoritat Laboral, en un termini inferior a 24 hores.

3.5. CARÀCTER VINCULANT DEL CONTRACTE O DOCUMENT DEL "CONVENI DE PREVENCIÓ I COORDINACIÓ" I DOCUMENTACIÓ CONTRACTUAL ANNEXA EN MATÈRIA DE SEGURETAT

El CONVENI DE PREVENCIÓ i COORDINACIÓ subscrit entre el Promotor (o el seu representant), Contractista, Projectista, Coordinador de Seguretat, Direcció d'Obra o Direcció Facultativa i Representant Sindical Delegat de Prevenció, podrà ésser elevat a escriptura pública a requeriment de les parts atorgants del mateix, essent de compte exclusiva del Contractista totes les despeses notarials i fiscals que es derivin.

El Promotor podrà prèvia notificació escrita al Contractista, assignar totes o part de les seves facultats assumides contractualment, a la persona física, jurídica o corporació que tingues a be designar a l'efecte, en qualitat de ''Project Manager'' o de ''Contractor Manager'' segons procedeixi.

Els terminis i provisions de la documentació contractual contemplada en l'apartat 2.1. del present Plec, junt amb els terminis i provisions de tots els documents aquí incorporats per referència, constitueixen l'acord ple i total entre les parts i no durà a terme cap acord o enteniment de cap naturalesa, ni el Promotor farà cap endossament o representacions al Contractista, excepte les que s'estableixin expressament mitjançant contracte. Cap modificació verbal als mateixos tindrà validesa o força o efecte algun.

El Promotor i el Contractista s'obligaran a sí mateixos i als seus successors, representants

legals i/o concessionaris, amb respecte al pactat en la documentació contractual vinculant en matèria de Seguretat. El Contractista no es agent o representant legal del Promotor, pel que aquest no serà responsable en forma alguna de les obligacions o responsabilitats en què incorri o assumeixi el Contractista.

No es considerarà que alguna de les parts hagi renunciat a algun dret, poder o privilegi atorgat per qualsevol dels documents contractuals vinculants en matèria de Seguretat, o provisió dels mateixos, salvat que tal renuncia hagi estat degudament expressada per escrit i reconeguda per les parts afectades.

Tots els recursos o remeis brindats per la documentació contractual vinculant en matèria de Seguretat, hauran de ser presos i interpretats com acumulatius, es a dir, addicionals a qualsevol altre recurs prescrit per la llei.

Les controvèrsies que puguin sorgir entre les parts, respecte a la interpretació de la documentació contractual vinculant en matèria de Seguretat, serà competència de la jurisdicció civil. No obstant, es consideraran actes jurídics separables els que es dicten en relació amb la preparació i adjudicació del Contracte i, en conseqüència, podran ser impugnats davant l'ordre jurisdiccional contenciós-administratiu d'acord amb la normativa reguladora de l'esmentada jurisdicció.

4. NORMATIVA LEGAL D'APLICACIÓ

Per a la realització del Pla de Seguretat i Salut, el Contractista tindrà en compte la normativa existent i vigent en el decurs de la redacció de l'ESS (o EBSS), obligatòria o no, que pugui ésser d'aplicació.

A títol orientatiu, i sense caràcter limitatiu, s'adjunta una relació de normativa aplicable. El Contractista, no obstant, afegirà al llistat general de la normativa aplicable a la seva obra les esmenes de caràcter tècnic particular que no siguin a la relació i correspongui aplicar al seu Pla.

4.1. TEXTOS GENERALS

- Reglament de Seguretat i Higiene en el Treball. O.M. 31 de gener de 1940. BOE 3 de febrer de 1940, en vigor capítol VII.
- Disposicions mínimes de Seguretat i Salut en els Llocs de Treball. R.D. 486 de 14 d'abril de 1997. BOE 23 d'abril de 1997.
- Reglament de Seguretat i Higiene en el Treball en la Indústria de la Construcció. O.M. 20 de maig de 1952. BOE 15 de juny de 1958.
- Ordenança Laboral de la Construcció, Vidre i Ceràmica. O.M. 28 d'agost de 1970. BOE 5, 7, 8, 9 de setembre de 1970, en vigor capítols VI i XVI.
- Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball. O.M. 9 de març de 1971. BOE 16 de març de 1971, en vigor parts del títol II.
- Reglament d'Activitats Molestes, Nocives, Insalubres i Perilloses. D. 2414/1961 de 30 de novembre. BOE 7 de desembre de 1961.
- Ordre Aprovació del Model de Llibre d'Incidències en les obres de Construcció. O.M. 12 de gener de 1998. D.O.G.C. 2565 de 27 de gener de 1998.
- Regulació de la Jornada de Treball, Jornades Especials i Descans. R.D. 2001/1983 de 28 de juliol. BOE 3 d'agost de 1983.
- Establiment de Models de Notificació d'Accidents de Treball. O.M. 16 de desembre de 1987. BOE 29 de desembre de 1987.
- Llei de Prevenció de Riscos Laborals. Llei 31/1995 de novembre. BOE 10 de novembre de 1995.
- Reglament dels Serveis de Prevenció. R.D. 39/1997 de 17 de gener. BOE 31 de gener de 1997.
- Senyalització de Seguretat i Salut en el Treball. R.D. 485/1997 de 14 d'abril de 1997. BOE 23 d'abril de 1997.

- Disposicions mínimes de Seguretat i Salut en els Centres de Treball. R.D. 4861997 de 14 d'abril. BOE 23 d'abril de 1997.
- Disposicions mínimes de Seguretat i Salut relatives a la Manipulació Manual de Càrregues que comportin Riscos, en particular dorsolumbars, per als treballadors. R.D. 487/1997 de 14 d'abril de 1997. BOE 23 d'abril de 1997.
- Disposicions mínimes de Seguretat i Salut relatives al Treball que inclouen pantalles de visualització. R.D. 488/1997 de 14 d'abril de 1997. BOE de 23 d'abril de 1997.
- Funcionament de les Mútues d'Accidents de Treball i Malalties Professionals de la Seguretat Social i Desenvolupament d'Activitats de Prevenció de Riscos Laborals. O. de 22 d'abril de 1997. BOE de 24 d'abril de 1997.
- Protecció dels treballadors contra els Riscos relacionats amb l'Exposició a Agents Biològics durant el treball. R.D. 664/1997 de 12 de maig. BOE de 24 de maig de 1997.
- Exposició a Agents Cancerígens durant el treball. R.D. 665/1997 de 12 de maig. BOE de 24 de maig de 1997.
- Disposicions mínimes de Seguretat i Salut relatives a la Utilització pels treballadors d'Equips de Protecció Individual. R.D. 773/1997 de 30 de maig. BOE de 12 de juny de 1997.
- Disposicions mínimes de Seguretat i Salut per a la Utilització pels treballadors dels Equips de Treball. R.D. 1215/1997 de 18 de juliol. BOE de 7 d'agost de 1997.
- Disposicions mínimes destinades a protegir la Seguretat i la Salut dels Treballadors en les Activitats Mineres. R.D. 1389/1997 de 5 de setembre. BOE de 7 d'octubre de 1997.
- Disposicions mínimes de Seguretat i Salut en les obres de Construcció. R.D. 1627/1997 de 24 d'octubre. BOE de 25 d'octubre de 1997

4.2. CONDICIONS AMBIENTALS

- Il·luminació en els Centres de Treball. O.M. 26 d'agost de 1940. BOE 29 d'agost de 1940.
- Protecció dels Treballadors davant els riscos derivats de l'exposició a soroll durant el treball. R.D. 1316/1989 de 27 d'octubre. BOE 2 de novembre de 1989.

4.3. INCENDIS

- Norma Bàsica Edificacions NBE - CPI / 96.
- Ordenances Municipals

4.4. INSTAL·LACIONS ELÈTRIQUES

- Reglament de Línies Aèries d'Alta Tensió. D. 3151/1968 de 28 de novembre. BOE 27 de desembre de 1968. Rectificat: BOE 8 de març de 1969.
- Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió. D. 2413/1973 de 20 de setembre. BOE 9 d'octubre de 1973.
- Instruccions Tècniques Complementàries.

4.5. EQUIPS I MAQUINÀRIA

- Reglament de Recipients a Pressió. D. 16 d'agost de 1969. BOE 28 d'octubre de 1969. Modificacions: BOE 17 de febrer de 1972 i 13 de març de 1972.

- Reglament d'Aparells d'Elevació i el seu manteniment. R.D. 2291/1985 de 8 de novembre. BOE 11 de desembre de 1985.
- Reglament d'Aparells Elevadors per a obres. O.M. 23 de maig de 1977. BOE 14 de juny de 1977. Modificacions: BOE 7 de març de 1981 i 16 de novembre de 1981.
- Reglament de Seguretat en les Màquines. R.D. 1495/1986 de 26 de maig. BOE 21 de juliol de 1986. Correccions: BOE 4 d'octubre de 1986.
- Disposicions mínimes de seguretat per a la utilització pels treballadors d'Equips de Treball.R.D. 1215/1997 de 18 de juliol. BOE 7 d'agost de 1997.
- Reial Decret 1435 /1992, de Seguretat en les Màquines.
- Reial Decret 56/1995, de Seguretat en les Màquines.
- ITC – MIE – AEM1: Ascensors Electromecànics. O. 19 de desembre de 1985. BOE 14 de gener de 1986. Correcció BOE 11 de juny de 1986 i 12 de maig de 1988. Actualització: O. 11 d'octubre de 1988. BOE 21 de novembre de 1988.
- ITC – MIE – AEM2: Grues Torre desmuntables per a obres. O. 28 de juny de 1988. BOE 7 de juliol de 1988. Modificació: O. 16 d'abril de 1990. BOE 24 d'abril de 1990.
- ITC – MIE – AEM3: Carretes Automotrius de manutenció. O. 26 de maig de 1989. BOE 9 de juny de 1989.
- ITC - MIE - MSG1: Màquines, Elements de Màquines o Sistemes de Protecció utilitzats. O. 8 d'abril de 1991. BOE 11 d'abril de 1991.

4.6. EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Comercialització i Lliure Circulació intracomunitària dels Equips de Protecció Individual. R.D. 1407/1992 de 20 de novembre. BOE 28 de desembre de 1992. Modificat per O.M. de 16 de maig de 1994 i per R.D. 159/1995 de 3 de febrer. BOE 8 de març de 1995.
- Disposicions mínimes de Seguretat i Salut relatives a la Utilització pels Treballadors d'Equips de Protecció Individual. R.D. 773/1997 de 30 de maig de 1997.
- Reglament sobre comercialització d'Equips de Protecció Individual (RD 1407/1992, de 20 de novembre. BOE núm. 311 de 28 de desembre, modificat pel RD 159/1995, de 2 de febrer. BOE núm. 57 de 8 de març, i per l'O. de 20 de febrer de 1997. BOE núm. 56 de 6 de març).
- Resolució de 29 d'abril de 1999, per la qual s'actualitza l'annex IV de la Resolució de 18 de març de 1998, de la Direcció General de Tecnologia i Seguretat Industrial. (BOE núm. 151 de 25 de juny de 1999).

4.7. SENYALITZACIÓ

- - Disposicions Mínimes en Matèria de Senyalització de Seguretat i Salut en el Treball. R.D. 485/1997. BOE 14 d'abril de 1997.
- - Normes sobre senyalització d'obres a carreteres. Instrucció 8.3. I.C. del MOPU.

4.8. DIVERSOS

- Quadre de Malalties Professionals. R.D. 1403/1978. BOE de 25 d'agost de 1978.
- Convenis Col·lectius

5. CONDICIONS ECONÒMIQUES

5.1. CRITERIS D'APLICACIÓ

L' Art. 5, 4 del R.D. 1627 / 1997, de 24 d'octubre, manté per al nostre sector, la necessitat d'estimar l'aplicació de la Seguretat i Salut com un cost ‘‘afegit'' a l'Estudi de Seguretat i Salut, i per conseqüent, incorporat al Projecte.

El pressupost para l'aplicació i execució de l'estudi de Seguretat i Salut, haurà de quantificar el conjunt de ‘‘despeses'' previstes, tant pel que es refereix a la suma total com a la valoració unitària d'elements, amb referència al quadre de preus sobre el que es calcula. Sols podran figurar partides alçades en els casos d'elements o operacions de difícil previsió.

Els amidaments, qualitats i valoració recollides en el pressupost de l'Estudi de Seguretat i Salut podran ser modificades o substituïdes per alternatives proposades pel Contractista en el seu Pla de Seguretat i Salut, prèvia justificació tècnica degudament motivada, sempre que això no suposi disminució de l'import total ni dels nivells de protecció continguts en l'Estudi de Seguretat i Salut. A aquests efectes, el pressupost del E.S.S. haurà d'anar incorporant al pressupost general de l'obra com un capítol mes del mateix.

La tendència a integrar la Seguretat i Salut (pressupost de Seguretat i Salut = 0), es contempla en el mateix cos legal quan el legislador indica que, no s'inclouran en el pressupost de l'Estudi de Seguretat i Salut els ‘‘costes'' exigits per la correcta execució professional dels treballs, conforme a les normes reglamentaries en vigor i els criteris tècnics generalment admesos, emanats dels organismes especialitzats. Aquest criteri es l'aplicat en el present E.S.S. en l'apartat relatiu a Medis Auxiliars d'Utilitat Preventiva (MAUP).

5.2. CERTIFICACIÓ DEL PRESSUPOST DEL PLA DE SEGURETAT I SALUT

Si be el Pressupost de Seguretat, amb criteris de ‘‘Seguretat Integrada'' hauria d'estar inclòs en les partides del Projecte, de forma no segregable, per les obres de Construcció, es precisa l'establiment d'un criteri respecte a la certificació de les partides contemplades en el pressupost del Pla de Seguretat i Salut del Contractista per cada obra:

El sistema d'aprovació i abonament de les certificacions mensuals, es podrà convenir amb antelació a l'inici dels treballs, sempre en funció a l'efectiu compliment dels compromisos contemplats en el Pla de Seguretat. En aquest cas, el sistema proposat és d'un pagament fix mensual a conta, d'un import corresponent al pressupost de Seguretat i Salut dividit pel nombre de mesos estimats de durada.

5.3. REVISIÓ DE PREUS DEL PLA DE SEGURETAT I SALUT

Els preus aprovats pel Coordinador de Seguretat i Salut continguts en el Pla de Seguretat i Salut del Contractista, es mantindrà durant la totalitat de l'execució material de les obres.

Excepcionalment, quan el contracte s'hagi executat en un 20% i transcorregut com a mínim un any des de la seva adjudicació, podrà contemplar-se la possibilitat de revisió de preus del pressupost de Seguretat, mitjançant els índexs o fórmules de caràcter oficial que determini l'òrgan de contractació, en els terminis contemplats en el Títol IV del R.D. Legislatiu 2 / 2000, de 16 de juny, pel que s'aprova el text refós de la Llei de Contractes de les Administracions Públiques.

5.4. PENALITZACIONS PER INCOMPLIMENT EN MATÈRIA DE SEGURETAT

La reiteració d'incompliments en l'aplicació dels compromisos adquirits en el Pla de Seguretat i Salut, a criteri per unanimitat del Coordinador de Seguretat i Salut i dels restants components de la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa, per acció u omissió del personal propi i/o Subcontractistes i Treballadors Autònoms contractats per ell, duran aparellats conseqüentment per el Contractista, les següents Penalitzacions:

1.-	MOLT LLEU	:	3% del Benefici Industrial de l'obra contractada
2.-	LLEU	:	20% del Benefici Industrial de l'obra contractada
3.-	GREU	:	75% del Benefici Industrial de l'obra contractada

4.- MOLT GREU : 75% del Benefici Industrial de l'obra contractada
5.- GRAVÍSSIM : Paralització dels treballadors +100% del Benefici Industrial de l'obra contractada + Pèrdua d'homologació com Contractista, per la mateixa Propietat, durant 2 anys.

6. CONDICIONS TÈCNIQUES GENERALS DE SEGURETAT

6.1. PREVISIONS DEL CONTRACTISTA A L'APLICACIÓ DE LES TÈCNIQUES DE SEGURETAT

La Prevenció de la Sinistralitat Laboral, pretén aconseguir uns objectius concrets, en el nostre cas, detectar i corregir els riscos d'accidents laborals.

El Contractista Principal haurà de reflectir al seu Pla de Seguretat i Salut la manera concreta de desenvolupar les Tècniques de Seguretat i Salut i com les aplicarà en aquesta obra.

Tot seguit s'anomenen a títol orientatiu una sèrie de descripcions de les diferents Tècniques Analítiques i Operatives de Seguretat:

Tècniques analítiques de seguretat

Les Tècniques Analítiques de Seguretat i Salut tenen com a objectiu exclusiu la detecció de riscos i la recerca de les causes.

Prèvies als accidents.

- Inspeccions de seguretat.
- Anàlisi de treball.
- Anàlisi Estadística de la sinistralitat.
- Anàlisi del entorn de treball.

Posteriors als accidents.

- Notificació d'accidents.
- Registre d'accidents
- Investigació Tècnica d'Accidents.

Tècniques operatives de seguretat.

Les Tècniques Operatives de Seguretat i Salut pretenen eliminar les Causes i a través d'aquestes corregir el Risc

Segons que l'objectiu de l'acció correctora hagi d'operar sobre la conducta humana o sobre els factors perillosos mesurats, el Contractista haurà de demostrar al seu Pla de Seguretat i Salut i Higiene que té desenvolupat un sistema d'aplicació de Tècniques Operatives sobre

El Factor Tècnic:

- Sistemes de Seguretat
- Proteccions col·lectives i Resguards
- Manteniment Preventiu
- Proteccions Personals
- Normes
- Senyalització

El Factor Humà:

- Test de Selecció prelaboral del personal.
- Reconeixements Mèdics prelaborals.
- Formació
- Aprenentatge
- Propaganda
- Acció de grup
- Disciplina
- Incentius

6.2. CONDICIONS TÈCNIQUES DEL CONTROL DE QUALITAT DE LA PREVENCIÓ

El Contractista inclourà a les Empreses Subcontractades i treballadors Autònoms, lligats amb ell contractualment, en el desenvolupament del seu Pla de Seguretat i Salut; haurà d'incloure els documents tipus en el seu format real, així com els procediments de complimentació fets servir a la seva estructura empresarial, per a controlar la qualitat de la Prevenció de la Sinistralitat Laboral. Aportem al present Estudi de Seguretat, a títol de guia, l'enunciat dels més importants:

- Programa implantat a l'empresa, de Qualitat Total o el reglamentari Pla d'Acció Preventiva.
- Programa Bàsic de Formació Preventiva estandarditzat pel Contractista Principal
- Formats documentals i procediments de complimentació, integrats a l'estructura de gestió empresarial, relatius al Control Administratiu de la Prevenció.
- Comitè i/o Comissions vinculats a la Prevenció
- Documents vinculants, actes i/o memoràndums.
- Manuals i/o Procediments Segurs de Treball, d'ordre intern d'empresa
- Control de Qualitat de Seguretat del Producte.

6.3. CONDICIONS TÈCNIQUES DELS ÒRGANS DE L'EMPRESA CONTRACTISTA COMPETENS EN MATÈRIA DE SEGURETAT I SALUT

El comitè o les persones encarregades de la promoció, coordinació i vigilància de la Seguretat i Salut de l'obra seran almenys els mínims establerts per la normativa vigent pel cas concret de l'obra de referència, assenyalant-se específicament al Pla de Seguretat, la seva relació amb l'organigrama general de Seguretat i Salut de l'empresa adjudicatària de les obres.

El Contractista acreditarà l'existència d'un Servei Tècnic de Seguretat i Salut (propi o concertat) com a departament ''STAFF'' depenent de l'Alta Direcció de l'Empresa Contractista, dotat dels recursos, medis i qualificació necessària conforme al R.D. 39 /1 997 ''Reglamento de los Servicios de Prevención''. En tot cas el constructor comptarà amb l'ajut del Departament Tècnic de Seguretat i Salut de la Mútua d'Accidents de Treball amb la que tingui establerta pòlissa.

El Coordinador de Seguretat i Salut podrà vedar la participació en aquesta obra del Delegat Sindical de Prevenció que no reuneixi, al seu criteri, la capacitació tècnica preventiva pel correcte compliment de la seva important missió.

L'empresari Contractista com a màxim responsable de la Seguretat i Salut de la seva empresa, haurà de fixar els àmbits de competència funcional dels Delegats Sindicals de Prevenció en aquesta obra.

L'obra disposarà de Tècnic de Seguretat i Salut (propi o concertat) a temps parcial, que assessori als responsables tècnics (i conseqüentment de seguretat) de l'empresa constructora en matèria preventiva, així com una Brigada de repassos i manteniment de la seguretat, amb indicació de la seva composició i temps de dedicació a aquestes funcions.

6.4. OBLIGACIONS DE L'EMPRESA CONTACTISTA COMPETENT EN MATÈRIA DE MEDICINA DEL TREBALL

El Servei de Medicina del Treball integrat en el Servei de Prevenció, o en el seu cas, el Quadre Facultatiu competent, d'acord amb la reglamentació oficial, serà l'encarregat de vetllar per les condicions higièniques que haurà de reunir el centre de treball.

Respecte a les instal·lacions mèdiques a l'obra existiran almenys una farmaciolad'urgències, que estarà degudament assenyalada i contindrà allò disposat a la normativa vigent i es revisarà periòdicament el control d'existències.

Al Pla de Seguretat i Salut i Higiene el contractista principal desenvoluparà l'organigrama així com les funcions i competències de la seva estructura en Medicina Preventiva.

Tot el personal de l'obra (Propi, Subcontractat o Autònom), amb independència del termini de durada de les condicions particulars de la seva contractació, haurà d'haver passat un reconeixement mèdic d'ingrés i estar classificat d'acord amb les seves condicions psicofísiques.

Independentment del reconeixement d'ingrés, s'haurà de fer a tots els treballadors del Centre de Treball (propis i Subcontractats), segons ve assenyalat a la vigent reglamentació al respecte, com a mínim un reconeixement periòdic anual.

Paral·lelament l'equip mèdic del Servei de Prevenció de l'empresa (Propi, Mancomunat, o assistit per Mútua d'Accidents) haurà d'establir al Pla de Seguretat i Salut un programa d'actuació cronològica a les matèries de la seva competència:

- - Higiene i Prevenció al treball.
- - Medicina preventiva dels treballadors.
- - Assistència Mèdica.
- - Educació sanitària i preventiva dels treballadors.
- - Participació en comitè de Seguretat i Salut.
- - Organització i posta al dia del fitxer i arxiu de medicina d'Empresa

6.5. COMPETÈNCIES DELS COL·LABORADORS PREVENCIONISTES A L'OBRA

D'acord amb les necessitats de disposar d'un interlocutor alternatiu en absència del Cap d'Obra es nomenarà un Supervisor de Seguretat i Salut (equivalent a l'antic Vigilant de Seguretat), considerant-se en principi l'Encarregat General de l'obra, com a persona més adient per a complir-ho, en absència d'un altre treballador mes qualificat en aquests treballs a criteri del Contractista. El seu nomenament es formalitzarà per escrit i es notificarà al Coordinador de Seguretat.

S'anomenarà un Socorrista, preferiblement amb coneixements en Primers Auxilis, amb la missió de realitzar petites cures i organitzar l'evacuació dels accidentats als centres assistencials que correspongui que a mes a mes serà l'encarregat del control de la dotació de la farmaciola.

A efectes pràctics, i amb independència del Comitè de Seguretat i Salut, si la importància de l'obra ho aconsella, es constituirà a peu d'obra una ''Comissió Tècnica Interempresarial de Responsables de Seguretat'', integrat pels màxims Responsables Tècnics de les Empreses participants a cada fase d'obra, aquesta ''comissió'' es reunirà com a mínim mensualment, i serà presidida pel Cap d'Obra del Contractista, amb l'assessorament del seu Servei de Prevenció (propi o concertat).

6.6. COMPETÈNCIES DE FORMACIÓ EN SEGURETAT I SALUT

El Contractista haurà d'establir al Pla de Seguretat i Salut un programa d'actuació que reflexi un sistema d'entrenament inicial bàsic de tots els treballadors nous. El mateix criteri es seguirà si són traslladats a un nou lloc de treball, o ingressin com a operadors de màquines, vehicles o aparells d'elevació.

S'efectuarà entre el personal la formació adequada per assegurar el correcte ús dels medis posats al seu abast per millorar el seu rendiment, qualitat i seguretat del seu treball.

7. PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES ESPECÍFIQUES DE SEGURETAT DELS EQUIPS, MÀQUINES I/O MÀQUINES-FERRAMENTES

7.1. DEFINICIÓ I CARACTERÍSTIQUES DELS EQUIPS, MÀQUINES I/O MÀQUINES-FERRAMENTES

Definició

És un conjunt de peces o òrgans units entre si, dels quals un al menys és mòbil i, en el seu cas, d'òrgans d'accionament, circuits de comandament i de potència, etc., associats de forma solidària per a una aplicació determinada, en particular destinada a la transformació, tractament, desplaçament i accionament d'un material.

El terme equip i/o màquina també cobreix:

- Un conjunt de màquines que estiguin disposades i siguin accionades per a funcionar solidàriament.
- Un mateix equip intercanviable, que modifiqui la funció d'una màquina, que es comercialitza en condicions que permetin al propi operador, acoblar a una màquina, a una sèrie d'elles o a un tractor, sempre que aquest equip no sigui una peça de recanvi o una ferramenta.

Quan l'equip, màquina i/o màquina ferramenta disposi de components de seguretat que es comercialitzin per separat per a garantir una funció de seguretat en el seu ús normal, aquests adquireixen als efectes del present Estudi de Seguretat i Salut la consideració de Mitjà Auxiliar d'Utilitat Preventiva (MAUP).

Característiques

Els equips de treball i màquines aniran acompanyats d'unes instruccions d'utilització, esteses pel fabricant o importador, en les quals figuraran les especificacions de manutenció, instal·lació i utilització, així con les normes de seguretat i qualsevol altra instrucció que de forma específica siguin exigides en les corresponents Instruccions Tècniques Complementàries (ITC), les quals

incluran els plànols i esquemes necessaris per al manteniment i verificació tècnica, estant ajustats a les normes UNE que li siguin d'aplicació. Portaran a més a més, una placa de material durador i fixada amb solidesa en lloc ben visible, en la qual figuraran, com a mínim, les següents dades:

- Nom del fabricant.
- Any de fabricació, importació i/o subministrament.
- Tipus i número de fabricació.
- Potència en Kw.
- Contrasenya d'homologació CE i certificat de seguretat d'ús d'entitat acreditada, si procedeix.

7.2. CONDICIONS D'ELECCIÓ, UTILITZACIÓ, EMMAGATZEMATGE I MANTENIMENT DELS EQUIPS, MÀQUINES I/O MÀQUINES-FERRAMENTES

Elecció d'un Equip

Els Equips, Màquines i/o Màquines Ferramentes hauran de seleccionar-se en base a uns criteris de garanties de Seguretat per als seus operadors i respecte al seu Medi Ambient de Treball.

Condicions d'utilització dels Equips, Màquines i/o Màquines ferramentes

Són les contemplades en l'Annex II del R.D. 1215, de 18 de juliol sobre ''Disposicions mínimes de Seguretat i Salut per a la utilització pels treballadors dels Equips de treball'':

Emmagatzematge i manteniment

- Se seguiran escrupolosament les recomanacions d'emmagatzematge i esment, fixats pel fabricant i contingudes en la seva ''Guia de manteniment preventiu''.
- Es reemplaçaran els elements, es netejaran, engreixaran, pintaran, ajustaran i es col·locaran en el lloc assignat, seguint les instruccions del fabricant.
- S'emmagatzemaran en compartiments amplis i secs, amb temperatures compreses entre 15 i 25ºC.
- L'emmagatzematge, control d'estat d'utilització i els lliuraments d'Equips estaran documentades i custodiades, amb justificant de recepció de conformitat, lliurament i rebut, per un responsable tècnic, delegat per l'utilitzador.

7.3. NORMATIVA APLICABLE

Directives comunitàries relatives a la seguretat de les màquines, transposicions i dates d'entrada en vigor

Sobre comercialització i/o posada en servei en la Unió Europea

Directiva fonamental.

- Directiva del Consell 89/392/CEE, de 14/06/89, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre màquines (D.O.C.E. Núm. L 183, de 29/6/89), modificada per les Directives del Consell 91/368/CEE, de 20/6/91 (D.O.C.E. Núm. L 198, de 22/7/91), 93/44/CEE, de 14/6/93 (D.O.C.E. Núm. L 175, de 19/7/93) i 93/68/CEE, de 22/7/93 (D.O.C.E. Núm. L 220, de 30/8/93). Aquestes 4 directives s'han codificat en un sols text mitjançant la Directiva 98/37/CE (D.O.C.E. Núm. L 207, de 23/7/98). Transposada pel Reial Decret 1435/1992, de 27 de novembre (B.O.E. d'11/12/92), modificat pel Reial Decret 56/1995, de 20 de gener (B.O.E. de 8/2/95). Entrada en vigor del R.D. 1435/1992: l'1/1/93, amb període transitori fins l'1/1/95.Entrada en vigor del R.D. 56/1995: el 9/2/95.

Excepcions:

- Carretons automotors de manutenció: l'1/7/95, amb període transitori fins l'1/1/96.
- Màquines per a elevació o desplaçament de persones: el 9/2/95, amb període transitori fins l'1/1/97.
- Components de seguretat (inclou ROPS i FOPS, vegeu la Comunicació de la Comissió 94/C253/03 -D.O.C.E. ISP C253, de 10/9/94): el 9/2/95, amb període transitori fins l'1/1/97.
- Marcat: el 9/2/95, amb període transitori fins l'1/1/97.

Altres Directives.

- Directiva del Consell 73/23/CEE, de 19/2/73, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre el material elèctric destinat a utilitzar-se amb determinats límits de tensió (D.O.C.E. Núm. L 77, de 26/3/73), modificada per la Directiva del Consell 93/68/CEE.
- Transposada pel Reial Decret 7/1988, de 8 de gener (B.O.E. de 14/1/88), modificat pel Reial Decret 154/1995 de 3 de febrer (B.O.E. de 3/3/95).
- Entrada en vigor del R.D. 7/1988: l'1/12/88.
- Entrada en vigor del R.D. 154/1995: el 4/3/95, amb període transitori fins l'1/1/97.
- A aquest respecte veure també la Resolució d'11/6/98 de la Direcció General de Tecnologia i Seguretat Industrial (B.O.E. de 13/7/98).
- Directiva del Consell 87/404/CEE, de 25/6/87, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre recipients a pressió simple (D.O.C.E. Núm. L 270 de 8/8/87), modificada per les Directives del Consell 90/488/CEE, de 17/9/90 (D.O.C.E. Núm. L 270 de 2/10/90) i 93/68/CEE.

- Transposades pel Reial Decret 1495/1991, d'11 d'octubre (B.O.E. de 15/10/91), modificat pel Reial Decret 2486/1994, de 23 de desembre (B.O.E. de 24/1/95).
- Entrada en vigor del R.D. 1495/1991: el 16/10/91.
- Entrada en vigor del R.D. 2486/1994: l'1/1/95 amb període transitori fins l'1/1/97.
- Directiva del Consell 89/336/CEE, de 3/5/89, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre comptabilitat electromagnètica (D.O.C.E. Núm. L 139, de 23/5/89), modificada per les Directives del Consell 93/68/CEE i 93/97/CEE, de 29/10/93 (D.O.C.E. Núm. L 290, de 24/11/93); 92/31/CEE, de 28/4/92 (D.O.C.E. Núm. L 126, de 12/5/92); 91/263/CEE, de 29/4/91 (D.O.C.E. Núm. L 128, de 23/5/91).
- Transposades pel Reial Decret 444/1994, d'11 de març (B.O.E. d'1/4/94), modificat pel Reial Decret 1950/1995, d'1 de desembre (B.O.E. de 28/12/95) i Ordre Ministerial de 26/3/96 (B.O.E. de 3/4/96).
- Entrada en vigor del R.D. 444/1994: el 2/4/94 amb període transitori fins l'1/1/96. Entrada en vigor del R.D. 1950/1995: el 29/12/95. Entrada en vigor de l'Ordre de 26/03/1996: el 4/4/96.
- Directiva del Consell 90/396/CEE, de 29/6/90, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre aparells de gas (D.O.C.E. Núm. L 196, de 26/7/90), modificada per la Directiva del Consell 93/68/CEE.
- Transposada pel Reial Decret 1428/1992, de 27 de novembre (B.O.E. de 5/12/92), modificat pel Reial Decret 276/1995, de 24 de febrer (B.O.E. de 27/3/95).
- Entrada en vigor del R.D. 1428/1992: el 25/12/92 amb període transitori fins l'1/1/96. Entrada en vigor del R.D. 276/1995: el 27/3/95.

- Directiva del Parlament Europeu i del Consell 94/9/CE, de 23/3/94, relativa a l'aproximació de legislacions dels Estats membres sobre els aparells i sistemes de protecció per a ús en atmosferes potencialment explosives (D.O.C.E. Núm. L 100, de 19/4/94).
- Transposada pel Reial Decret 400/1996, d'1 de març (B.O.E. de 8/4/96).
- Entrada en vigor: l'1/3/96 amb període transitori fins l'1/7/03.
- Directiva del Parlament Europeu i del Consell 97/23/CE, de 29/5/97, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre equips a pressió (D.O.C.E. Núm. L 181, de 9/7/97).
- Entrada en vigor: 29/11/99 amb període transitori fins el 30/5/02.
- Onze Directives, amb les seves corresponents modificacions i adaptacions al progrés tècnic, relatives a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre determinació de l'emissió sonora de màquines i materials utilitzats en les obres de construcció.
- Transposades pel Reial Decret 245/1989, de 27 de febrer (B.O.E. d'11/3/89); Ordre Ministerial de 17/11/1989 (B.O.E. d'1/12/89), Ordre Ministerial de 18/7/1991 (B.O.E. de 26/7/91), Reial Decret 71/1992, de 31 de gener (B.O.E. de 6/2/92) i Ordre Ministerial de 29/3/1996 (B.O.E. de 12/4/96).
- Entrada en vigor: En funció de cada directiva.

Sobre utilització de màquines i equips per al treball:

- Directiva del Consell 89/655/CEE, de 30/11/89, relativa a les disposicions mínimes de seguretat i de salut per a la utilització pels treballadors en el treball dels equips de treball (D.O.C.E. Núm. L 393, de 30/12/89), modificada per la Directiva del Consell 95/63/CE, de 5/12/95 (D.O.C.E. Núm. L 335/28, de 30/12/95).
- Transposades pel Reial Decret 1215/1997, de 18 de juliol (B.O.E. de 7/8/97).
- Entrada en vigor: el 27/8/97 excepte per l'apartat 2 de l'Annex I i els apartats 2 i 3 de l'Annex II, que entren en vigor el 5/12/98.

Normativa d'aplicació restringida

- Reial Decret 1495/1986, de 26 de maig, pel qual s'aprova el Reglament de Seguretat en les Màquines (B.O.E. de 21/7/86), modificat pels Reials Decrets 590/1989, de 19 de maig (B.O.E. de 3/6/89) i 830/1991, de 24 de maig (B.O.E. de 31/5/91) i Ordre Ministerial de 8/4/1991, per la qual s'aprova la Instrucció Tècnica Complementària MSG-SM-1 del Reglament de Seguretat de les Màquines, referent a màquines, elements de màquines o sistemes de protecció, usats (B.O.E. d'11/5/91).
- Ordre Ministerial, de 26/5/1989, per la qual s'aprova la Instrucció Tècnica Complementària MIE-AEM-3 del Reglament d'Aparells d'Elevació i Manutenció referent a Carretons automotors de manutenció (B.O.E. de 9/6/89).
- Ordre de 23/5/1977 per la qual s'aprova el Reglament d'Aparells elevadors per a obres (B.O.E. de 14/6/77), modificada per dues Ordres de 7/3/1981 (B.O.E. de 14/3/81).
- Ordre Ministerial, de 26/6/1988, per la qual s'aprova la Instrucció Tècnica Complementària MIE-AEM-2 del Reglament d'Aparells d'elevació i Manutenció, referent a Grues Torre desmuntables per a obres (B.O.E. de 7/7/88 i B.O.E. de 5/10/88).
- Reial Decret 2370/1996, de 18 de novembre, pel qual s'aprova la Instrucció Tècnica Complementària MIE-AEM-4 del Reglament d'Aparells d'elevació i Manutenció, referent a Grues mòbils autopropulsades usades (B.O.E. de 24/12/96).
- Reial Decret 1513/1991, d'11 d'octubre, pel qual s'estableixen les exigències sobre els certificats i les marques dels cables, cadenes i ganxos (B.O.E. de 22/10/91).
- Ordre Ministerial, de 9/3/1971, per la qual s'aprova l'Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball (B.O.E. de 16/3/71; B.O.E. de 17/3/71 i B.O.E. de 6/4/71).

Barcelona, 19 de Juliol de 2024
L'enginyer Autor de la memòria valorada

JORDI TORRELLES i RICO
Enginyer de Camins, Canals i Ports
Nº de col·legiat 19.189

PRESSUPOST

PRESSUPOST

OBRA 01 LPS_GB_INF_MV_23_240
CAPÍTOL 01 EQUIPS PROTECCIÓ INDIVIDUAL

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE-EN 812 (P - 1)	13,63	10,000	136,30
2	H142BB00	u	Pantalla facial per a protegir contra la projecció de partícules i a l'encebament d'arcs elèctrics, de policarbonat transparent, abatible i per a acoblar al casc amb arnès dielèctric (P - 3)	14,27	10,000	142,70
3	H1432012	u	Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelleres antisoroll, homologat segons UNE-EN 352-1 i UNE-EN 458 (P - 4)	20,65	5,000	103,25
4	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE-EN 140 (P - 5)	1,62	40,000	64,80
5	H144D205	u	Filtre contra partícules, identificat amb banda de color blanc, homologat segons UNE-EN 143 i UNE-EN 12083 (P - 6)	1,22	20,000	24,40
6	H147D102	u	Sistema anticaiguda compost per un arnès anticaiguda amb tirants, bandes secundàries, bandes subglúties, bandes de cuixa, recolzament dorsal per a subjecció, elements d'ajust, element dorsal d'enganxament d'arnès anticaiguda i sivella, incorporat a un element d'amarrament composat per un terminal manufacturat, homologat segons UNE-EN 361, UNE-EN 362, UNE-EN 364, UNE-EN 365 i UNE-EN 354 (P - 13)	85,17	4,000	340,68
7	H147L015	u	Aparell d'ancoratge per a equip de protecció individual contra caiguda d'alçada, homologat segons UNE-EN 795, amb fixació amb tac mecànic (P - 14)	26,31	5,000	131,55
8	H147N000	u	Faixa de protecció dorslumbar (P - 15)	25,60	20,000	512,00
9	H1451110	u	Parella de guants per a ús general, amb palmell, artells, ungles i dits índex i polze de pell, dors de la mà i maniguet de cotó, folre interior, i subjecció elàstica al canell (P - 7)	1,74	50,000	87,00
10	H1455710	u	Parella de guants d'alta resistència al tall i a l'abrassió per a ferrallista, amb dits i palmell de cautxú rugós sobre suport de cotó, i subjecció elàstica al canell, homologats segons UNE-EN 388 i UNE-EN 420 (P - 8)	2,99	15,000	44,85
11	H1461164	u	Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, per posada en obra del formigó, amb plantilla metàl·lica, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347 (P - 10)	21,76	10,000	217,60
12	H1461110	u	Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347 (P - 9)	7,56	10,000	75,60
13	H1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial per a treballs de construcció en general, resistents a la humitat, de pell rectificada, amb turmellera encoixinada, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347 (P - 11)	18,68	10,000	186,80
14	H1487460	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a obres públiques, de PVC soldat de 0,4 mm de gruix, de color viu, homologat segons UNE-EN 340 (P - 22)	7,19	10,000	71,90
15	H146J364	u	Parella de plantilles anticlaus de fleix d'acer de 0,4 mm de gruix, de 120 kg de resistència a la perforació, pintades amb pintures epoxi i folrades, homologades segons UNE-EN ISO 20344 i UNE-EN 12568 (P - 12)	2,94	30,000	88,20
16	H1485140	u	Armilla de treball, de polièster embuatada amb material aïllant (P - 19)	15,04	20,000	300,80
17	H1485800	u	Armilla reflectant amb tires reflectants a la cintura, al pit i a l'esquena, homologada segons UNE-EN 471 (P - 21)	17,57	13,000	228,41
18	H1485670	u	Armilla salvavides amb material flotant, de niló (P - 20)	56,92	10,000	569,20

EUR

ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT
MEMÒRIA VALORADA. PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VÍA
AL VOLTANT DELS PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

PRESSUPOST

19	H1482222	u	Camisa de treball per a construcció, de polièster i cotó (65%-35%), color beix amb butxaques interiors, trama 240, homologada segons UNE-EN 340 (P - 16)	6,96	10,000	69,60
20	H1484110	u	Samarreta de treball, de cotó (P - 18)	3,07	10,000	30,70
21	H1483344	u	Pantalons de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologats segons UNE-EN 340 (P - 17)	11,69	10,000	116,90
22	H1489790	u	Jaqueta de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE-EN 340 (P - 23)	15,54	10,000	155,40
23	H1421110	u	Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE-EN 167 i UNE-EN 168 (P - 2)	7,93	10,000	79,30

TOTAL CAPÍTOL 01.01 **3.777,94**

OBRA 01 LPS_GB_INF_MV_23_240
CAPÍTOL 02 SISTEMES DE PROTECCIÓ COL·LECTIVA

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	H151A1K1	m2	Protecció col·lectiva horitzontal d'obertures amb xarxa per a proteccions superficials contra caigudes, de fil trenat de poliamida no regenerada, de tenacitat alta, de 4 mm de diàmetre, 80x80 mm de pas de malla, corda perimetral de poliamida de 12 mm de diàmetre nuada a la xarxa, fixada amb fleix i tacs d'expansió i amb el desmuntatge inclòs (P - 24)	6,64	420,000	2.788,80
2	H1522111	m	Barana de protecció en el perímetre de la coronació d'excavacions, d'alçària 1 m, amb travesser superior, travesser intermedi i muntants de tub metàl·lic de 2,3´´, sòcol de post de fusta, ancorada al terreny amb daus de formigó i amb el desmuntatge inclòs (P - 25)	25,01	330,000	8.253,30
3	H152U000	m	Tanca d'advertència o abalisament d'1 m d'alçada amb malla de polietilè taronja, fixada a 1 m del perímetre del sostre amb suports d'acer allotjats amb forats al sostre (P - 27)	4,60	400,000	1.840,00
4	H1534001	u	Peça de plàstic en forma de bolet, de color vermell, per a protecció dels extrems de les armadures per a qualsevol diàmetre, amb desmuntatge inclòs (P - 28)	0,29	222,000	64,38
5	H153A9F1	u	Topall per a descàrrega de camions en excavacions, de 4 m d'amplada amb tauló de fusta i perfils IPN 100 clavat al terreny i amb el desmuntatge inclòs (P - 29)	34,54	4,000	138,16
6	HBBAA005	u	Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45°, en color vermell, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 32)	44,19	4,000	176,76
7	HBBAC005	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 33)	35,64	4,000	142,56
8	HBBAC013	u	Senyal indicativa d'informació de salvament o socors, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons verd, de forma rectangular o quadrada, costat major 60 cm, per ser vista fins 25 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 34)	39,46	4,000	157,84
9	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs (P - 35)	50,35	4,000	201,40
10	HB2C2000	m	Barrera de formigó simple, prefabricada, amb perfil tipus New Jersey, col·locada i amb el desmuntatge inclòs (P - 30)	57,25	80,000	4.580,00
11	H152D801	m	Línia horitzontal per a l'ancoratge i desplaçament de cinturons de seguretat, amb corda de poliamida de 16 mm de D i dispositiu anticaiguda autoblocador per a subjectar cinturó de seguretat i amb el desmuntatge inclòs (P - 26)	12,90	49,000	632,10

EUR

PRESSUPOST

TOTAL CAPÍTOL 01.02 18.975,30

OBRA 01 LPS_GB_INF_MV_23_240
CAPÍTOL 03 IMPLANTACIÓ PROVISIONAL DEL PERSONAL D'OBRA

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	HBB20005	u	Senyal manual per a senyalista (P - 31)	14,92	4,000	59,68
2	HQU1B150	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament sanitaris a obra de 3,7x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomarat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana mineral de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb 2 inodors, 2 dutxes, lavabo col·lectiu amb 2 aixetes i termos elèctric 50 litres (P - 36)	278,22	4,000	1.112,88
3	HQU1D190	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per equipament de vestidors a obra de 8x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomarat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana mineral de vidre, instal·lació elèctrica 2 punts de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (P - 37)	156,71	4,000	626,84
4	HQU1E170	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament de menjador a obra de 6x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomarat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana mineral de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb aigüera d'1 pica amb aixeta i taulell (P - 38)	227,12	4,000	908,48
5	HQU22301	u	Armari metàl·lic individual de doble compartiment interior, de 0.4x0.5x1,8 m, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 39)	67,90	10,000	679,00
6	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 40)	28,07	2,000	56,14
7	HQU27902	u	Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones, col·locada i amb el desmuntatge inclòs (P - 41)	34,98	1,000	34,98
8	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col·locada i amb el desmuntatge inclòs (P - 42)	403,24	1,000	403,24
9	HQU2D102	u	Planxa elèctrica per a escalfar menjars, de 60x45 cm, col·locada i amb el desmuntatge inclòs (P - 43)	68,81	2,000	137,62
10	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 44)	78,84	2,000	157,68
11	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 45)	50,51	1,000	50,51
12	HQU2P001	u	Penja-robes per a dutxa, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 46)	4,99	4,000	19,96

TOTAL CAPÍTOL 01.03 4.247,01

ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT
MEMÒRIA VALORADA. PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VÍA
AL VOLTANT DELS PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

AMIDAMENTS

OBRA 01 LPS_GB_INF_MV_23_240
CAPÍTOL 01 EQUIPS PROTECCIÓ INDIVIDUAL

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	
1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE-EN 812	
			AMIDAMENT DIRECTE	**10,000**
2	H142BB00	u	Pantalla facial per a protegir contra la projecció de partícules i a l'encebament d'arcs elèctrics, de policarbonat transparent, abatible i per a acoblar al casc amb arnès dielèctric	
			AMIDAMENT DIRECTE	**10,000**
3	H1432012	u	Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelleres antisoroll, homologat segons UNE-EN 352-1 i UNE-EN 458	
			AMIDAMENT DIRECTE	**5,000**
4	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE-EN 140	
			AMIDAMENT DIRECTE	**40,000**
5	H144D205	u	Filtre contra partícules, identificat amb banda de color blanc, homologat segons UNE-EN 143 i UNE-EN 12083	
			AMIDAMENT DIRECTE	**20,000**
6	H147D102	u	Sistema anticaiguda compost per un arnès anticaiguda amb tirants, bandes secundàries, bandes subglúties, bandes de cuixa, recolzament dorsal per a subjecció, elements d'ajust, element dorsal d'enganxament d'arnès anticaiguda i sivella, incorporat a un element d'amarrament composat per un terminal manufacturat, homologat segons UNE-EN 361, UNE-EN 362, UNE-EN 364, UNE-EN 365 i UNE-EN 354	
			AMIDAMENT DIRECTE	**4,000**
7	H147L015	u	Aparell d'ancoratge per a equip de protecció individual contra caiguda d'alçada, homologat segons UNE-EN 795, amb fixació amb tac mecànic	
			AMIDAMENT DIRECTE	**5,000**
8	H147N000	u	Faixa de protecció dorslumbar	
			AMIDAMENT DIRECTE	**20,000**
9	H1451110	u	Parella de guants per a ús general, amb palmell, artells, ungles i dits índex i polze de pell, dors de la mà i maniguet de cotó, folre interior, i subjecció elàstica al canell	
			AMIDAMENT DIRECTE	**50,000**
10	H1455710	u	Parella de guants d'alta resistència al tall i a l'abrassió per a ferrallista, amb dits i palmell de cautxú rugós sobre suport de cotó, i subjecció elàstica al canell, homologats segons UNE-EN 388 i UNE-EN 420	
			AMIDAMENT DIRECTE	**15,000**
11	H1461164	u	Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, per posada en obra del formigó, amb plantilla metàl·lica, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347	
			AMIDAMENT DIRECTE	**10,000**

AMIDAMENTS

12	H1461110	u	Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**
13	H1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial per a treballs de construcció en general, resistents a la humitat, de pell rectificada, amb turmellera encoixinada, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**
14	H1487460	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a obres públiques, de PVC soldat de 0,4 mm de gruix, de color viu, homologat segons UNE-EN 340
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**
15	H146J364	u	Parella de plantilles anticlaus de fleix d'acer de 0,4 mm de gruix, de 120 kg de resistència a la perforació, pintades amb pintures epoxi i folrades, homologades segons UNE-EN ISO 20344 i UNE-EN 12568
			AMIDAMENT DIRECTE **30,000**
16	H1485140	u	Armilla de treball, de polièster embuatada amb material aïllant
			AMIDAMENT DIRECTE **20,000**
17	H1485800	u	Armilla reflectant amb tires reflectants a la cintura, al pit i a l'esquena, homologada segons UNE-EN 471
			AMIDAMENT DIRECTE **13,000**
18	H1485670	u	Armilla salvavides amb material flotant, de niló
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**
19	H1482222	u	Camisa de treball per a construcció, de polièster i cotó (65%-35%), color beix amb butxaques interiors, trama 240, homologada segons UNE-EN 340
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**
20	H1484110	u	Samarreta de treball, de cotó
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**
21	H1483344	u	Pantalons de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologats segons UNE-EN 340
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**
22	H1489790	u	Jaqueta de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE-EN 340
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**
23	H1421110	u	Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE-EN 167 i UNE-EN 168
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**

ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT
MEMÒRIA VALORADA. PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VÍA
AL VOLTANT DELS PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

AMIDAMENTS

CAPÍTOL 02 SISTEMES DE PROTECCIÓ COL·LECTIVA

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	H151A1K1	m2	Protecció col·lectiva horitzontal d'obertures amb xarxa per a proteccions superficials contra caigudes, de fil trenat de poliamida no regenerada, de tenacitat alta, de 4 mm de diàmetre, 80x80 mm de pas de malla, corda perimetral de poliamida de 12 mm de diàmetre nuada a la xarxa, fixada amb fleix i tacs d'expansió i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **420,000**
2	H1522111	m	Barana de protecció en el perímetre de la coronació d'excavacions, d'alçària 1 m, amb travesser superior, travesser intermedi i muntants de tub metàl·lic de 2,3´´, sòcol de post de fusta, ancorada al terreny amb daus de formigó i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **330,000**
3	H152U000	m	Tanca d'advertència o abalisament d'1 m d'alçada amb malla de polietilè taronja, fixada a 1 m del perímetre del sostre amb suports d'acer allotjats amb forats al sostre
			AMIDAMENT DIRECTE **400,000**
4	H1534001	u	Peça de plàstic en forma de bolet, de color vermell, per a protecció dels extrems de les armadures per a qualsevol diàmetre, amb desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **222,000**
5	H153A9F1	u	Topall per a descàrrega de camions en excavacions, de 4 m d'amplada amb tauló de fusta i perfils IPN 100 clavat al terreny i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**
6	HBBAA005	u	Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45°, en color vermell, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**
7	HBBAC005	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**
8	HBBAC013	u	Senyal indicativa d'informació de salvament o socors, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons verd, de forma rectangular o quadrada, costat major 60 cm, per ser vista fins 25 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**
9	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**
10	HB2C2000	m	Barrera de formigó simple, prefabricada, amb perfil tipus New Jersey, col·locada i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **80,000**
11	H152D801	m	Línia horitzontal per a l'ancoratge i desplaçament de cinturons de seguretat, amb corda de poliamida de 16 mm de D i dispositiu anticaiguda autoblocador per a subjectar cinturó de seguretat i amb el desmuntatge inclòs

AMIDAMENTS

AMIDAMENT DIRECTE **49,000**

OBRA 01 LPS_GB_INF_MV_23_240
CAPÍTOL 03 IMPLANTACIÓ PROVISIONAL DEL PERSONAL D'OBRA

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	HBB20005	u	Senyal manual per a senyalista
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**
2	HQU1B150	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament sanitaris a obra de 3,7x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomarat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana mineral de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb 2 inodors, 2 dutxes, lavabo col·lectiu amb 2 aixetes i termos elèctric 50 litres
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**
3	HQU1D190	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per equipament de vestidors a obra de 8x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomarat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana mineral de vidre, instal·lació elèctrica 2 punts de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**
4	HQU1E170	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament de menjador a obra de 6x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomarat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana mineral de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb aigüera d'1 pica amb aixeta i taulell
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**
5	HQU22301	u	Armari metàl·lic individual de doble compartiment interior, de 0.4x0.5x1,8 m, col·locat i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **10,000**
6	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col·locat i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **2,000**
7	HQU27902	u	Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones, col·locada i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **1,000**
8	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col·locada i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **1,000**
9	HQU2D102	u	Planxa elèctrica per a escalfar menjars, de 60x45 cm, col·locada i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **2,000**
10	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col·locat i amb el desmuntatge inclòs

ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT
MEMÒRIA VALORADA. PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VÍA
AL VOLTANT DELS PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

AMIDAMENTS

AMIDAMENT DIRECTE **2,000**

11	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col·locat i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **1,000**
12	HQU2P001	u	Penja-robes per a dutxa, col·locat i amb el desmuntatge inclòs
			AMIDAMENT DIRECTE **4,000**

RESUM DE PRESSUPOST

Data: 19/07/24 Pàg.: 1

NIVELL 2 : CAPÍTOL			Import
CAPÍTOL	01.01	EQUIPS PROTECCIÓ INDIVIDUAL	3.777,94
CAPÍTOL	01.02	SISTEMES DE PROTECCIÓ COL·LECTIVA	18.975,05
CAPÍTOL	01.03	IMPLANTACIÓ PROVISIONAL DEL PERSONAL D'OBRA	4.247,01
OBRA	**01**	**LPS_GB_INF_MV_23_240**	**27.000,00**
		27.000,25	

NIVELL 1 : OBRA			Import
OBRA	01	LPS_GB_INF_MV_23_240	27.000,25
			27.000,00

euros

ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT
MEMÒRIA VALORADA. PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VÍA
AL VOLTANT DELS PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE

Pàg. 1

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL		27.000,00
DESPESES GENERALS		0,00
BENEFICI INDUSTRIAL		0,00
	Subtotal	27.000,00
		0,00
TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE	€	27.000,00

Aquest pressupost d'execució per contracte puja a

(VINT-I-SET MIL EUROS)

Barcelona, Juliol de 2024

L´Enginyer Autor del Projecte

Jordi Torrelles Rico
Enginyer de Camins, Canals i Ports
Col·legiat núm. 19189
GREHI, S.L.P

ANNEX NÚM. 4: GESTIÓ DE RESIDUS

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ ..... - 2 -
2. LOCALITZACIÓ ..... - 2 -
3. NORMATIVA CONSIDERADA ..... - 2 -
4. PRESCRIPCIONS DEL RD 105/2008 ..... - 2 -
5. DESCRIPCIÓ DE LES OBRES PROJECTADES ..... - 2 -
6. PRINCIPALS ACTIVITATS D'OBRA GENERADORES ..... - 3 -
7. PRINCIPALS RESIDUS ORIGINATS A L'OBRA ..... - 3 -
8. ESTIMACIÓ DEL VOLUM, PES I TIPOLOGIA DELS RESIDUS GENERATS A L'OBRA ..... - 4 -
8.1. RESIDUS INERTS I NO ESPECIALS PROCEDENTS DELS ENDERROCS ..... - 4 -
8.2. RESIDUS ESPECIALS PROCEDENTS DELS ENDERROCS ..... - 4 -
8.3. RESIDUS PROCEDENTS DE L'EXCAVACIÓ ..... - 4 -
8.4. RESIDUS D'OBRA NOVA ..... - 5 -
8.5. RESIDUS ESPECIALS DE NOVA CONSTRUCCIÓ ..... - 5 -
9. MESURES DE MINIMITZACIÓ I PREVENCIÓ DE RESIDUS ..... - 5 -
10. OPERACIONS DE GESTIÓ DE RESIDUS ..... - 6 -
10.1. SEPARACIÓ DELS RESIDUS A OBRA SEGONS LA SEVA TIPOLOGIA ..... - 6 -
10.1.1. Introducció ..... - 6 -
10.1.2. Residus Especials ..... - 7 -
10.1.3. Altres Residus Inerts i No Especials generats a l'obra ..... - 7 -
11. GESTORS DE RESIDUS ..... - 7 -
11.1. FITXES GESTORS DE RESIDUS ..... - 8 -
11.2. PRESSUPOST ..... - 8 -

1. INTRODUCCIÓ

Es redacta el present Annex de Gestió de Residus de la Construcció i Demolició amb l'objectiu de definir la tipologia i la quantitat de residus de la construcció que es produiran durant les obres de "**MEMÒRIA VALORADA** – PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VÍA AL VOLTANT DELS PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA LA POBLA DE SEGUR DELS FGC", així com la seva gestió. La gestió dels residus de l'obra, a nivell de projecte, s'ha realitzat d'acord amb el RD 15/2008.

Amb la redacció del present Annex es pretén, a més, vetllar pel compliment de la normativa específica vigent, fomentant la prevenció de residus d'obra, la reutilització, el reciclat i altres formes de valoració, així com l'adequat tractament dels destinats a eliminar, amb l'objectiu d'assolir un desenvolupament sostenible de l'activitat de la construcció.

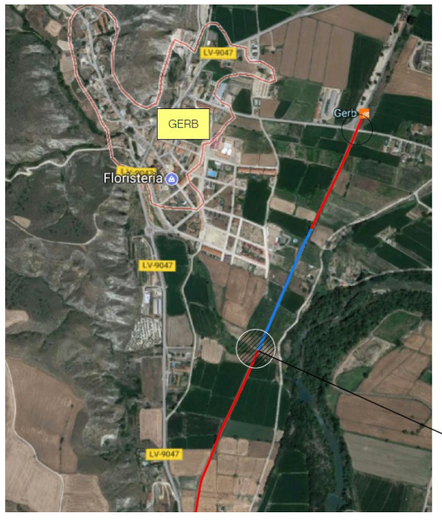
2. LOCALITZACIÓ

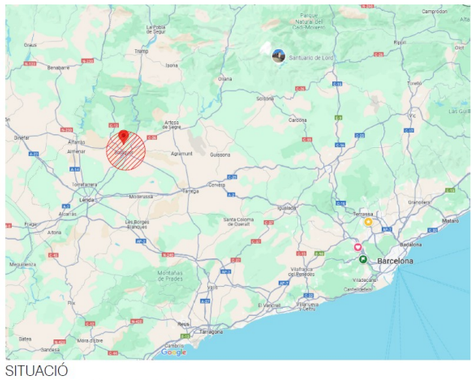
L'obra es localitza al tram de la línia ferroviària **Lleida - La Pobla de Segur**, gestionada per **Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC)**. L'àmbit d'actuació comprèn un tram situat entre els **punts quilomètrics PK 29+522 i PK 29+661**, corresponents al municipi de **Gerb**, al terme municipal d'**Os de Balaguer**, a la comarca de la Noguera.

Detalls de la zona

- **Municipi:** Gerb (Os de Balaguer, Lleida).
- **Coordenades aproximades:**
  - Inici: **41°50'23.1"N, 0°49'33.9"E**.
  - Final: **41°50'33.6"N, 0°49'41.2"E**.
- **Accessibilitat:** La zona és accessible mitjançant pistes agrícoles i camins secundaris que connecten amb la carretera **C-12**.

Aquest tram de via es troba en una zona semiurbana, amb ús predominantment agrícola als voltants i sense edificacions adjacents significatives. Aquesta localització específica permet una intervenció controlada amb mínim impacte sobre infraestructures externes i sense afeccions a altres serveis no ferroviaris. La línia ferroviària es mantindrà operativa durant la major part de l'execució de l'obra, amb talls puntuals programats per a la fase final dels treballs.





SITUACIÓ
MUNICIPI DE GERB - LLEIDA

ZONA ACTUACIÓ´:
PK 29+522 A PK 29+661

3. NORMATIVA CONSIDERADA

A continuació s'enumera la Normativa en la qual es basa la redacció del present Annex:

- Reial Decret 105/2008, de 1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i enderroc.
- Reial Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.
- Reial Decret 396/2006, de 31 de març, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut aplicables als treballs amb risc d'exposició a l'amiant.
- Ordre MAN/304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus i llista europea de residus.
- Decret 201/1994, de 26 de juliol, modificat pel Decret 161/2001, de 12 de juny, regulador dels enderrocs i altres residus de la construcció.
- Reial Decret 833/1988, pel que s'aprova el Reglament per a l'execució de la Llei 20/1986, Bàsica de Residus Tòxics i Perillosos.
- Llei 15/2003 de modificació de la Llei 6/199, reguladora dels residus.
- Pla Nacional de residus de la construcció i demolició (PNRCD) 2001-2006.
- Llei 10/98 de 21 d'abril de residus.

4. PRESCRIPCIONS DEL RD 105/2008

A l'article 4rt del RD 105/2008 d'1 d'abril, dins les obligacions del productor de residus de construcció i demolició, indica que a més dels requeriments exigits per la legislació sobre residus, cal incloure en els projectes d'execució un Estudi de Gestió de Residus de Construcció o Demolició amb el següent contingut mínim final:

- Una estimació de la quantitat, expressada en tones i metres cúbics, dels residus de construcció i demolició que generarà l'obra, codificats d'acord amb la llista europea de residus publicada per Ordre MAN/304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus, i de la llista europea de residus, o norma que la substitueixi. Aquesta estimació serà la base per a la redacció del corresponent Pla de Gestió de Residus per part del Constructor, en el qual es desenvoluparà i complementaran les seves previsions.
- Les mesures per a la prevenció de residus a l'obra objecte del projecte.
- Les operacions de reutilització, valorització o eliminació a les quals es destinaran els residus que es generin a l'obra.
- Les mesures per a la separació dels residus en obra, en particular, per al compliment per part del posseïdor dels residus, de l'obligació establerta a l'apartat 5 de l'article 5è.
- Les prescripcions del Plec de Prescripcions Tècniques Particulars del Projecte, en relació amb l'emmagatzematge, manipulació, separació o, si s'escau, altres operacions de gestió dels residus de construcció i demolició de l'obra.
- Una valoració del cost previst de la gestió dels residus de construcció i demolició que formarà part del pressupost del projecte en capítol independent.

5. DESCRIPCIÓ DE LES OBRES PROJECTADES

L'execució del **pont enterrat** per al pas del ferrocarril a la línia **Lleida - La Pobla de Segur**, entre els punts quilomètrics **PK 29+522 i PK 29+661**, comporta diverses activitats constructives que generaran diferents tipus de residus. A continuació, es detallen els processos principals de l'obra i els residus associats:

1. Replanteig i preparació de l'obra

- **Activitats:**
  - Delimitació de la zona d'actuació.
  - Preparació de pistes d'accés per a la maquinària.
- **Residus generats:**
  - Vegetació i restes de terres procedents del desbrossament.
  - Materials inerts procedents de la neteja del terreny (pedres, runa).

---

2. Perforació i execució dels micropilons

- **Activitats:**
  - Perforació del terreny amb el sistema de rotopercussió concèntrica SpiraFlush o similar.
  - Instal·lació de camises metàl·liques i injecció de beurada de ciment.
- **Residus generats:**
  - **Detritus de perforació:** Restes de terres, graves i llims extrets durant la perforació.
  - Sobrant de **beurada de ciment** no injectada o material excedent.
  - Residus metàl·lics procedents de retalls de camises o anelles.

---

3. Execució de les bigues longitudinals

- **Activitats:**
  - Muntatge d'armadures, encofrat i formigonat de les bigues longitudinals.
- **Residus generats:**
  - **Restes de formigó:** Sobrant de les operacions de formigonat.
  - Residus d'**encofrat**: Fusta, plàstic o materials sintètics no reutilitzables.
  - Embalatges i restes de materials d'armadura o additius químics.

---

4. Col·locació de les plaques alveolars i la xapa de compressió

- **Activitats:**
  - Instal·lació de plaques alveolars prefabricades.
  - Formigonat de la xapa de compressió.
- **Residus generats:**
  - Restes de formigó fresc o endurit.
  - Embalatges de les plaques prefabricades (plàstic, fusta o metàl·lics).
  - Materials sobrants d'instal·lació com tacs o bandes de neopré.

---

5. Retirada i reposició de la via

- **Activitats:**
  - Desmuntatge de carrils, travesses i balast.
  - Reinstal·lació de la via ferroviària amb materials nous o reutilitzats.
- **Residus generats:**
  - **Balast contaminat:** Residus de balast que no compleixin els criteris per a la seva reutilització.
  - Restes de travesses o carrils no reutilitzables.
  - Embalatges i materials associats a la reposició de la via.

6. PRINCIPALS ACTIVITATS D'OBRA GENERADORES

Les activitats de l'obra més rellevants des del punt de vista de la generació de residus de la construcció són:

- **Preparació i replanteig de l'obra:**
  - Desbrossament del terreny i neteja superficial.
  - Preparació de pistes d'accés per a la maquinària.
- **Execució dels micropilons:**
  - Perforació del terreny amb sistema de rotopercussió.
  - Instal·lació de camises metàl·liques i injecció de beurada de ciment.
- **Formació de les bigues longitudinals:**
  - Encofrat, muntatge d'armadures i formigonat.
- **Col·locació de les plaques alveolars i la xapa de compressió:**
  - Instal·lació de les plaques prefabricades.
  - Formigonat de la capa de compressió.
- **Retirada i reposició de la via ferroviària:**
  - Extracció de carrils, travesses i balast.
  - Reinstal·lació de la infraestructura ferroviària.

7. PRINCIPALS RESIDUS ORIGINATS A L'OBRA

Els residus més rellevants que es preveu generar a l'obra (enderrocs i/o construcció són:

- **Residus de moviment de terres:**
  - Detritus de perforació.
  - Restes de terres i vegetació.
- **Residus de construcció:**
  - Sobrant de formigó fresc o endurit.
  - Materials d'armadura (retalls de barres o cables).
  - Fusta, plàstic o altres materials d'encofrat no reutilitzables.
- **Residus metàl·lics:**
  - Retalls de camises metàl·liques i anelles.
  - Embalatges d'armadures o plaques prefabricades.
- **Residus ferroviaris:**
  - Balast contaminat.

- Travesses o carrils deteriorats.

Residus especials:

- Excedent de beurada de ciment.
- Materials contaminats per hidrocarburs o altres productes químics (si escau).

8. ESTIMACIÓ DEL VOLUM, PES I TIPOLOGIA DELS RESIDUS GENERATS A L'OBRA

Al present capítol es realitza una aproximació de la quantitat i tipologia dels residus de construcció i demolició que generarà l'obra, codificats d'acord amb la llista europea de residus publicada per Ordre MAN/304/2002. Aquesta primera aproximació és important per tal que la obra pugui planificar les seva correcta gestió.

A continuació s'adjunten unes fitxes, a partir de les quals s'ha estimat el volum/pes dels residus generats a l'obra, a partir dels amidaments del projecte. Els valors de referència per tal de calcular els residus generats a l'obra, procedeixen d'estudis realitzats per les entitats que han col·laborat en la "Guia per a la redacció de l'Estudi de Gestió de Residus de construcció i enderroc", redactada per l'Institut Tècnic de la Construcció (ITEC). A aquestes es fa referència a una sèrie de codis, els quals es defineixen a continuació:

- (*) Residus que contenen substàncies perilloses segons el CER.
- (2) Tipologia de residus d'acord amb la tipologia d'abocadors.
- (3) Excepte quan es tracti d'un residu admès en dipòsits de terres i runes.
- (4) Excepte els residus especials.
- (5) Els productes de l'amiant es classifiquen en dos grans grups, amiant no-friable, on les fibres es troben barrejades amb altres materials, habitualment ciment o cola (el principal producte és el fibrociment: plaques ondulades, panells, dipòsits, xemeneies, conductes d'aire, etc.) i amiant friable (amiant projectat, etc.). En cas de detectar elements susceptibles de contenir amiant caldrà demanar, amb suficient antelació els permisos pertinents a l'autoritat laboral competent i complir amb els requisits ambientals i de seguretat i salut exigits per la legislació vigent.

8.1. RESIDUS INERTS I NO ESPECIALS PROCEDENTS DELS ENDERROCS

A continuació s'adjunta una taula amb el resum de l'estimació dels residus generats en els enderrocs del projecte:

Tipologia de Residu	Volum Total Estimat (m^3)	Pes Total Estimat (Tones)
Enderroc de cunetes de formigó	159,00	286,20
Enderroc de tubs de PVC o polietilè	149,00	268,20
Enderroc d'estructures de formigó armat	60,00	108,00
Tall d'estructures de formigó (fil diamantat)	5,00	9,00
Total	**373,00**	**671,40**

8.2. RESIDUS ESPECIALS PROCEDENTS DELS ENDERROCS

A continuació s'adjunta una taula on s'analitza la presència d'elements que puguin donar lloc a uns Residus Especials durant la fase d'enderrocs.

Tipologia de Residu	Volum Total Estimat (m^3)	Pes Total Estimat (Tones)
Balast contaminat per hidrocarburs	250,00	375,00
Travesses de fusta tractades	100,00	150,00
Total	**350,00**	**525,00**

8.3. RESIDUS PROCEDENTS DE L'EXCAVACIÓ

Pel que respecta al moviment de terres, el present projecte contempla el moviment de terres necessàries per la construcció del nou aparcament de vehicles.

Al punt 1a de l'article 3 del RD 105/2008, s'indica que les seves prescripcions seran d'aplicació als residus de la construcció i demolició definits a l'article 2 amb l'excepció de *les terres o pedres no contaminades per substàncies perilloses reutilitzades en la mateixa obra, en una obra diferent o en una activitat de restauració, condicionament o rebliment sempre i quan puguin acreditar-se de forma fefaent el seu destí o reutilització.*

A continuació s'adjunta una taula amb el resum del volum excedent de terres, a gestionar a càrrec del Contractista de les obres:

Tipologia de Residu	Volum Total Estimat (m^3)	Pes Total Estimat (Tones)
Excavació de terreny no classificat	2.985,00	4.776,00
Excavació de rases per micropilots	50,04	80,06
Total	**3.035,04**	**4.856,06**

8.4. RESIDUS D'OBRA NOVA

Per l'estimació dels volums de residus varis que es poden generar durant l'execució de les obres, s'han tingut en consideració els següents criteris:

- Restes de formigó (Codi CER 170101): S'ha estimat el volum de restes de formigó no aptes per a la seva disposició en obra (2% del volum total),
- Restes de maons (Codi CER 170102): S'ha estimat el volum de restes de maons procedents de l'execució dels pou i arquetes, etc.
- Restes de fusta (Codi CER 170201): S'ha estimat el volum de fusta procedent dels encofrats, etrc
- Restes de plàstics (Codi CER 170203): S'ha estimat el volum de plàstic procedent dels embalatges de diferents elements com: palets, conduccions, etc.
- Etc.

Tipologia de Residu	Volum Total Estimat (m^3)	Pes Total Estimat (Tones)
Sobrant de formigó	398,15	716,67
Sobrant de xapa de compressió	65,87	118,57
Embalatges de materials	2.500,00	250,00
Total	**2.964,02**	**1.085,24**

8.5. RESIDUS ESPECIALS DE NOVA CONSTRUCCIÓ

No es preveu la generació de residus especials durant l'execució de les obres.

9. MESURES DE MINIMITZACIÓ I PREVENCIÓ DE RESIDUS

Al present capítol s'han identificat totes aquelles accions que deriven en una minimització o una prevenció de la generació de residus de la construcció i demolició durant la fase d'obra.

A continuació s'adjunta una fitxa amb un conjunt d'actuacions destinades a millorar la gestió dels residus (minimització i prevenció). En aquesta fitxa s'han assenyalat aquelles bones pràctiques que s'han tingut en consideració en el projecte:

	FITXA PER A ASSENYALAR LES ACCIONS DE MINIMITZACIÓ I PREVENCIÓ DE RESIDUS EN LA FASE DE PROJECTE	Sí	No
1	S'ha programat el volum de terres excavades per minimitzar els sobrants de terra i per utilitzar-los al mateix emplaçament?	√	
2	Els sistemes constructius són sistemes industrialitzats i prefabricats que es munten a obra sense gairebé generar residus?		√
3	S'han optimitzat les seccions resistents, per tendir a reduir el pes de la construcció i, per tant, la quantitat de material a emprar?	√	
4	S'empren sistemes d'encofrat reutilitzables?		√
5	S'han detectat aquelles partides que poden admetre materials reutilitzables de la pròpia obra. La reutilització dels materials en la pròpia obra, fa que perdin la consideració de residus, cal reutilitzar aquells materials que continguin unes característiques físiques/químiques adequades i regulades en el Plec de Prescripcions Tècniques?	√	
6	S'ha previst el pas d'instal·lacions per cel rasos registables i envans de cartró guix per evitar la realització de regates durant la fase d'instal·lacions?		√
7	S'ha modulat el projecte (paviments, acabats de façana, obertures, divisòries, etc.) per minimitzar els retalls?	√	
8	S'ha tingut en consideració en el projecte criteris de desconstrucció o desmuntabilitat?		√
9	Des d'un punt de vista de la disminució de la producció dels residus d'una forma global, s'han utilitzat materials que incorporin material reciclat (residus) en la seva producció?		√

A continuació es detallen altres mesures generals, destinades a minimitzar i prevenir la generació de residus de la construcció o demolició, i reduir-ne la seva producció:

- **Separació selectiva**. Es disposarà a obra dels contenidors específics pels residus generats en cada fase del desenvolupament de la obra així com per a cada zona on la obra tingui lloc, per tal de dur a terme una correcta gestió dels residus generats. Caldrà segregar i gestionar els residus de l'obra adequadament. seguint la legislació vigent. A l'obra es disposarà d'una zona per al magatzematge de residus no especials i una altra zona habilitada per als residus especials.
- **Identificació dels residus Especials o Perillosos** que es generen per a poder preveure des del projecte, l'espai i les condicions necessàries per al seu emmagatzematge i la seva gestió externa a gestors autoritzats de residus Especials o Perillosos. A l'obra es disposarà d'un contenidor específic per a la recollida d'olis residuals amb les correctes condicions d'estanquitat, i posteriorment passaran a disposició del gestor corresponent per al seu tractament adequat. Els residus especials s'hauran de mantenir degudament tapats de forma que davant de qualsevol vessament el material no pugui entrar en contacte directe amb el terreny. A més, no podran romandre més de 6 mesos a l'obra i caldrà demanar un permís a l'entitat corresponent per ampliar-ne la permanència.

- **Curs de formació per als operaris**. S'impartirà un curs als operaris, per part del responsable de l'obra, del tipus de separació selectiva prevista, fent èmfasi en la importància de classificar correctament. Caldrà definir i donar exemples de quin és el tipus de residus que s'admet com a Inerts, com a No Especials i com a Especials o altres residus produïts a l'obra. Els operaris rebran un llistat del lloc on cal dipositar els diferents residus i a més a més es realitzarà un plànol o pòster general situat a l'obra a la vista de tothom on s'identifiquin clarament la situació dels diferents contenidors. En el curs també es concretaran les característiques particulars que s'han de seguir per gestionar els residus Especials i es posarà en relleu la seva perillositat. Caldrà determinar a més:

  - Quines zones d'aplec s'han previst.
  - Quins contenidors hi ha.
  - Que s'ha de dipositar en cada contenidor.
  - Quins són els cartells que identifiquen cada residu.
  - Com s'han de protegir els residus.
  - Quines operacions de neteja i ordre cal sempre realitzar.
  - Com i a on s'han de realitzar la neteja de les canaletes de formigó.

- Com i a on s'han de realitzar els canvis d'oli de la maquinària.

- **Acordar amb els proveïdors** la reducció d'envasos i la possibilitat de retornar els materials sobrants i els embalatges obtinguts. A més a més, s'hauran de fer servir materials extrets de zones pròximes i s'hauran d'escollir materials provinents de recursos renovables i obtinguts per mitjà de processos respectuosos amb el medi ambient. Caldrà evitar productes d'un sòl ús i es donarà prioritat als elements que es puguin recarregar.
- **Realitzar un Pla de medi ambient** contractual amb les operacions de control i inspecció que es duran a terme durant l'obra per poder demostrar el compliment de les prescripcions sobre la gestió dels residus.
- Identificar productes i serveis ecològics amb certificacions (**Distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental o similars**), que garanteixin la menor incidència ambiental en el seu cicle de vida (amb contingut de reciclat, menor contingut de substàncies perilloses, etc... A través de la utilització de productes i serveis amb Distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental i l'etiqueta Ecològica, es garanteix als consumidors que aquests productes han passat per uns processos i tenen unes característiques ambientalment correctes. A Catalunya, es poden trobar productes i serveis amb el Distintiu de garantia de qualitat ambiental i amb l'Etiqueta ecològica de la Unió Europea. Els criteris per a l'atorgament de les citades certificacions s'estableixen per categories de productes o de serveis i es basen en estudis científics dels impactes ambientals d'aquests productes i serveis al llarg del seu cicle de vida. Els criteris tenen en compte: l'ús de matèries primeres, els consums d'aigua i d'energia, les contaminacions de les aigües, les emissions a l'atmosfera, la generació de residus, etc.

10. OPERACIONS DE GESTIÓ DE RESIDUS

Al present capítol, s'inclou un ventall d'operacions i d'instal·lacions destinades a la gestió dels residus que cal preveure des de la fase de projecte.

Amb els residus generats a obra, es poden donar dos tipus de gestió, una dins l'obra i una altra fora de la mateixa. Per aquest motiu és necessari conèixer les diferents possibilitats de gestió "internes" i "externes" més adequades per l'obra, en base a:

- L'espai disponible per a realitzar la separació selectiva dels residus a l'obra.
- La possibilitat de reutilització i reciclatge in-situ.
- La proximitat de valoritzadors de residus de la construcció i demolició i la distància als dipòsits controlats, els costos econòmics associats a cada opció de gestió, etc.

En qualsevol cas, l'opció d'abocament a dipòsit controlat ha estat considerada com a ultima opció de gestió, prioritzant per aquest ordre: la reutilització, el reciclatge o qualsevol altre tipus de valorització.

La gestió mínima de separació selectiva a les obres ha d'estar formada per la segregació dels residus inerts, dels residus No Especials i dels Residus Especials (separats aquests últims de la resta).Aquesta gestió mínima podrà ésser complementada, en funció de les possibilitats de valorització (interna o externa), que existeixin dintre de la pròpia obra o a l'entorn més proper.

Per tal que la gestió de residus sigui l'adient, és necessària una correcta classificació en origen (dintre de la mateixa obra), atès que un contenidor amb residus heterogenis té menys opcions d'ésser valoritzat que un de carregat de residus homogenis, que pot ser transportat directament cap a una central de reciclatge, o fins i tot ser reutilitzat a la pròpia obra. Per tant, la classificació en origen té com a funció principal fer una destria inicial que permeti disposar d'una matèria primera uniforme i d'un material resultant de qualitat.

Aquells residus en els quals no sigui viable la classificació selectiva en origen (residus barrejats inerts i no especials), seran derivats cap a instal·lacions on es faci un tractament previ i des d'on el residu pugui ser finalment tramés a un gestor autoritzat per a la seva valorització o, en el cas més desfavorable, cap a l'abocament en dipòsit controlat.

10.1. SEPARACIÓ DELS RESIDUS A OBRA SEGONS LA SEVA TIPOLOGIA

10.1.1. Introducció

Dintre de l'obra s'haurà d'habilitar l'espai suficient per tal de possibilitar la separació selectiva dels residus de l'obra, sempre i quan aquesta sigui possible i tècnicament viable.

Segons el punt 5 d l'article 5 del RD 105/2008: s'ha de preveure una separació en obra de les següents fraccions, quan de forma individualitzada per cadascuna d'elles, la quantitat prevista de generació pel total de l'obra superi les següents quantitats:

- Formigó= 80 T
- Maons, teules, ceràmics= 40 T
- Metall= 2 T
- Fusta= 1 T
- Vidre= 1 T
- Plàstic= 0,5 T
- Paper i Cartró= 0,5 T

En aquest punt del RD 105/2008, també s'indica que la separació en fraccions s'haurà de dur a terme preferentment pel posseïdor dels residus dins de l'obra en la qual es produeixin, sempre i quan per falta d'espai físic això no resulti tècnicament viable. En aquest cas s'indica que el posseïdor podrà encarregar la separació de fraccions a un gestor de residus en un planta de tractament externa a obra.

A continuació s'inclou una taula resum amb els amidaments de les principals fraccions de residus, (segons la taula del punt 8.4 "Residus d'Obra Nova del present Annex), amb indicació de la necessitat o no de preveure una separació en obra segons el criteri de volum del RD 105/2008.

FRACCIÓ	OBRA D'ENDERROCS TN	OBRA NOVA TN	TOTAL	REF. RD105/2008	SEPARACIÓ EN OBRA
Formigó	0,00	7,73	7,73	80	NO
Maons, teules, ceràmics	0,00	0,00	0,00	40	NO
Metall	0,00	0,00	0,00	2	NO
Fusta	0,00	3,21	3,21	1	SI
Vidre	0	0,00	0,00	1	NO
Plàstic	0,00	10,27	10,27	0,5	SI
Paper i Cartró	0,00	0,12	0,12	0,5	NO

En el cas del present projecte, es considera que la separació d'aquestes fraccions es podrà realitzar íntegrament en la campa d'obra.

10.1.2. Residus Especials

En el cas del present projecte s'ha estimat, segons allò indicat al punt 8 del present Annex, que durant l'execució de les obres es generaran un total de 70,61 tn (88,28 m3) per a l'àmbit 1 i un total de 87,41 tn (109,26 m3), tant els processos d'enderrocs.

Pel que respecte a la gestió dintre de l'obra d'aquests Residus Especials, s'ha tingut en consideració al present projecte, la localització d'una zona adequada per l'emmagatzematge dels residus especials.

En l'emmagatzematge d'aquests residus s'hauran de tenir en comptes les següents recomanacions:

- No emmagatzemar-los a obra més de 6 mesos.
- El o els contenidors de Residus Especials hauran de situar-se en un lloc pla i fora del trànsit habitual de la maquinària d'obra, per tal d'evitar vessaments accidentals.
- Senyalitzar correctament els diferents contenidors on s'hagin de situar els envasos dels productes Especials, tenint en compte les incompatibilitats segons els símbols de perillositat representats a les etiquetes.
- Tapar els contenidors i protegir-los de la pluja, la radiació solar, etc.
- Emmagatzemar els bidons que contenen líquids perillosos (olis, desencofrants, etc.) en posició vertical i sobre cubetes de retenció de líquids per tal d'evitar fuites.
- Impermeabilitzar el terra on es situïn els contenidors de Residus Especials.

10.1.3. Altres Residus Inerts i No Especials generats a l'obra

Pel present projecte només ha estat necessari preveure la disposició de contenidors per residus inerts barrejats.

11. GESTORS DE RESIDUS

Segons les diferents tipologies dels residus obtinguts, el seu destí i/o gestor pot ser diferent (abocador controlat o planta de reciclatge).

S'inclou la següent informació:
- Taula resum on s'indica la gestió dels residus fora de l'obra. En aquesta taula, s'identifiquen els recicladors, plantes de transferència o dipòsits propers a l'entorn de l'obra, on es proposen gestionar els residus generats durant les obres d'enderroc i construcció.
- Fitxes amb la informació bàsica sobre els diferents Gestors de Residus més propers a l'àmbit del projecte, on poder gestionar els residus generats durant les obres. A aquestes fitxes es detalla per cada gestor la seguent informació:
    - Nom i codi del Gestor de Residus.
    - Informació de contacte (telèfon, fax, mail, etc.).
    - Tipus de residus admesos, remarcant-se en negreta aquells necessaris per gestió dels residus de l'obra.
    - Operacions autoritzades amb els residus

En el cas de gestors amb operacions comuns, s'han remarcat aquells més propers a la traça, a fi i efecte de minimitzar els costos de transport. Cal indicar que es poden trobar més Gestors de Residus autoritzats a la pàgina Web de l'Agència de Residus de Catalunya (http://www.arc-cat.net/ca/aplicatius/cer/jr-42000.asp).

MODEL DE FITXA RESUM DE LA GESTIÓ DELS RESIDUS DINTRE DE L'OBRA

2	**Reciclatge de residus petris inerts en la pròpia obra**	Indicar, si s'escau, la quantitat de residus petris que es preveu matxucar a l'obra per reutilitzar, posteriorment, en el mateix emplaçament. Quantitat de residus que es preveu reciclar i que s'evita portar a abocador: (kg): (m3): Quantitat d'àrid matxucat resultant: (cal tenir en compte que l'àrid resultant, una vegada matxucat serà, aproximadament, un 30% menor al volum inicial de residus petris): (kg): (m3):
3	**Senyalització dels contenidors**	Els contenidors s'hauran de senyalitzar en funció del tipus de residu que continguin, d'acord amb la separació selectiva prevista.
	Inerts	Residus admesos: ceràmica, formigó, pedres, etc. CODIS CER: 170107, 170504, ... (codis admesos en els dipòsits de terres i runes)
	No Especials barrejats	Residus admesos: fusta, metall, plàstic, paper i cartró, cartró-guix, etc. CODIS CER: 170201, 170407, 150101, 170203, 170401, ... (codis admesos en dipòsits de residus No Especials). Aquest símbol identifica als residus No Especials barrejats, no obstant, en cas d'optar per una separació selectiva més exigent, caldria un cartel específic per a cada tipus de residu: Fusta Ferralla Paper i cartró Plàstic Cables elèctrics
	Especials	CODIS CER: (els codis dependran dels tipus de residus). Aquest símbol identifica als residus Especials de manera genèrica i pot servir per senyalitzar la zona d'aplec habilitada pels residus especials, no obstant, a l'hora d'emmagatzemar-los cal tenir en compte els símbols de perillositat que identifiquen a cadascun i senyalitzar els bidons o contenidors d'acord amb la legislació de residus Especials.

11.1. FITXES GESTORS DE RESIDUS

Gestors de Residus a Lleida i Voltants

Nom del Gestor	Codi del Gestor	Operacions Autoritzades	Coordenades UTM	Adreça Física	Distància	Telèfon
Ecovall	Informació no disponible	Gestió de residus, transport i tractament	Informació no disponible	Plaça Doctor Fleming, 4 baixos, Vallirana	~150 km	93 683 13 53
Externa Grup	E-1614.16	Gestió integral de residus, reciclatge i medi ambient	Informació no disponible	Avinguda del Passeig, 50, Ponts	~60 km	973 46 07 92
Recuperacions Romeu	Informació no disponible	Recollida, transport i valorització de residus urbans i industrials	Informació no disponible	Carretera dels Alamús, s/n, Els Alamús	~30 km	973 199 174
Vilella Recicla	Informació no disponible	Gestió integral de residus per a empreses i administració pública	Informació no disponible	Carretera N-240, 322, Lleida	~35 km	973 201 206
Desguaces Abelló	E 3113-12	Gestió de residus, especialitzats en desballestament de vehicles	Informació no disponible	Informació no disponible	Informació no disponible	Informació no disponible
Ivalore	Informació no disponible	Gestió integral de residus perillosos i no perillosos	Informació no disponible	Informació no disponible	Informació no disponible	Informació no disponible

11.2. PRESSUPOST

Pressupost Tractament de Residus amb Costos Estimats

Tipologia de Residu	Volum Total (m^3)	Pes Total (Tones)	Cost (€)
Residus inerts i no especials	373,00	671,40	3.000,00
Residus especials	350,00	525,00	2.250,00
Residus d'excavació	3.035,04	4.856,06	6.750,00
Residus d'obra nova	2.964,02	1.085,24	3.000,00
Cost Total (€)	-	-	**15.000,00 €**

ANNEX NÚM. 5: PLA DE TREBALLS

ÍNDEX

PLA DE TREBALLS 1

1. INTRODUCCIÓ I GENERALITATS 1

2. ORGANITZACIÓ GENERAL DE LES OBRES 1

2.1. COORDINACIÓ I LOGÍSTICA 1
2.2. FASES BÀSIQUES D'EXECUCIÓ 1
2.3. RECURSOS NECESSARIS 1
2.4. RESTRICCIONS I MESURES DE SEGURETAT 2

3. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS CONSTRUCTIU GENERAL 2

3.1. FASE A. EXECUCIÓ EN CONDICIONS DE CIRCULACIÓ FERROVIÀRIA (TREBALL DIÜRN) 2
3.2. FASE B. EXECUCIÓ EN CONDICIONS DE TALL TOTAL DE CIRCULACIÓ (TREBALL CAP DE SETMANA) 4
3.3. CONSIDERACIONS TÈCNIQUES I AMBIENTALS 6
3.4. DESCRIPCIÓ DEL PROCEDIMENT DE RETIRADA I MUNTATGE DE VIA 7
3.4.1. Procediment per a la retirada de la via 7
3.4.2. Procediment per al muntatge de la nova via 7
3.4.3. Control de qualitat i verificació final 8
3.5. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS D'EXECUCIÓ DELS MICROPILONS 8
3.5.1. Preparació i posicionament dels equips 8
3.5.2. Perforació inicial 8
3.5.3. Col·locació de la camisa metàl·lica 8
3.5.4. Injecció de la beurada de ciment 9
3.5.5. Control de qualitat durant l'execució 9
3.5.6. Finalització i verificació 9
3.5.7. Avantatges del sistema escollit tipus SpiraFlush o sistema comercial similar 9

4. ANÀLISI DEL PERÍODE D'EXECUCIÓ SEGONS EL CÀLCUL DE RENDIMENTS 12

5. TERMINI D'EXECUCIÓ 14

5.1. JUSTIFICACIÓ DEL TERMINI D'EXECUCIÓ 14

6. CRONOGRAMES DE L'OBRA 14

APÈNDIX 1: DIAGRAMA DE GANTT 15

PLA DE TREBALLS

1. INTRODUCCIÓ I GENERALITATS

Aquest annex presenta el pla de treball per a l'execució del projecte, incloent la planificació temporal, les tasques a realitzar i el cronograma estimat i el càlcul justificatiu de la durada total de l'obra projectada que es calcula en **26 setmanes**, incloent l'execució dels micropilons, les bigues longitudinals, els camins d'accés, i la instal·lació del tauler prefabricat amb la restirada i posterior reposició de la via.

2. ORGANITZACIÓ GENERAL DE LES OBRES

L'execució del projecte requereix una planificació acurada i una organització detallada dels treballs per tal de garantir el compliment dels terminis establerts i minimitzar els impactes sobre l'explotació ferroviària i l'entorn. Aquest apartat descriu l'organització general de les tasques a realitzar i la seva seqüència d'execució.

2.1. COORDINACIÓ I LOGÍSTICA

- **Planificació prèvia:**
  - Replanteig inicial de l'obra per identificar els punts clau d'actuació.
  - Coordinació amb Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) per garantir l'adequació del pla de treball a les restriccions operatives de la línia.
- **Gestió d'accessos i materials:**
  - S'aprofitarà la via de servei existent al costat muntanya per facilitar l'accés de maquinària i materials.
  - Es construirà un camí de servei al costat del riu per permetre el transport de maquinària pesada i materials a aquesta banda de l'obra. Aquest camí es prepararà mitjançant l'esbrossada del terreny existent i l'estesa d'una capa compactada de tot-u.

2.2. FASES BÀSIQUES D'EXECUCIÓ

L'organització dels treballs es divideix en les següents fases seqüencials:

1. **Preparació inicial:**
   - Replanteig i senyalització de la zona d'obra.
   - Transport i instal·lació de la maquinària de perforació i injecció.
   - Preparació dels camins de servei i zones d'acopi.
2. **Execució dels micropilons:**
   - Perforació amb el sistema SpiraFlush (o similar) per garantir l'estabilitat del terreny.
   - Instal·lació de les camises metàl·liques i injecció de beurada de ciment.
   - Col·locació dels capitells d'acer.
3. **Execució de les bigues longitudinals:**
   - Muntatge d'armadures de les bigues i preparació de la zona de formigonat.
   - Formigonat i curat de les bigues.
4. **Execució del tauler prefabricat: (Tall d'un cap de setmana)**
   - Desmuntatge de la via ferroviària i retirada del balast.
   - Instal·lació de les plaques alveolars i la capa de compressió.
   - Reposició de la via ferroviària.

2.3. RECURSOS NECESSARIS

- **Maquinària:**
  - Maquinària de perforació (MC-15 de Comacchio o similar).
  - Grues per al transport i col·locació de les plaques alveolars.
  - Camions per al transport de materials i retirada de residus.
- **Personal tècnic i operaris:**
  - Un encarregat homologat per FGC present a l'obra durant tot el procés d'execució.
  - Equip especialitzat per a cada tasca: perforació, encofrat, formigonat i reposició de via.

2.4. RESTRICCIONS I MESURES DE SEGURETAT

- Les obres es realitzaran garantint la seguretat dels treballadors i minimitzant les interrupcions del servei ferroviari.
- En el cas del tall total de via per a la instal·lació del tauler, es treballarà en horari continuat de 24 hores durant el cap de setmana, des de divendres a les 23:00h fins dilluns a les 4:00h, per complir els terminis establerts.
- Totes les activitats seguiran estrictament el Pla de Seguretat i Salut, així com les normatives aplicables al domini públic ferroviar

3. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS CONSTRUCTIU GENERAL

El procés constructiu del viaducte es planteja per minimitzar l'impacte en l'operativa ferroviària, diferenciant dues fases:

Fase A. Execució en **condicions de circulació ferroviària**

Fase B. Execució en **condicions de tall total de circulació**.

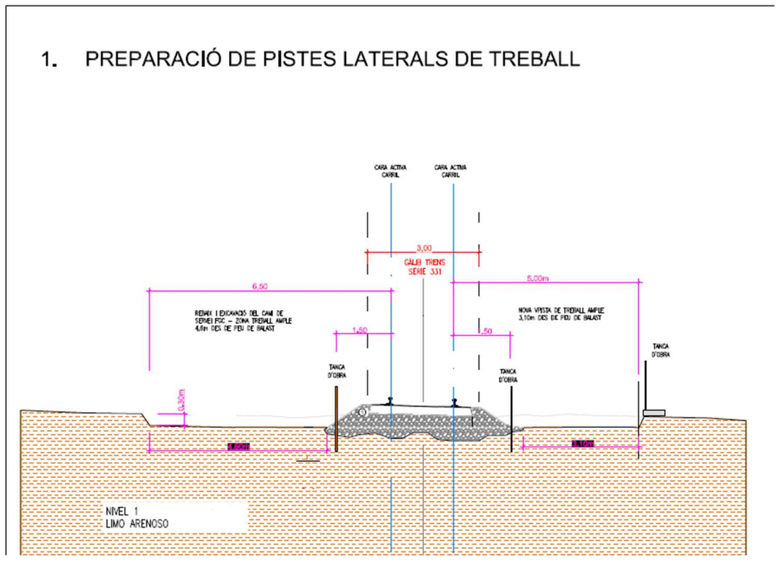
S'han considerat les restriccions logístiques, el terreny geotècnicament complex i els requisits tècnics específics per garantir la seguretat i l'estabilitat de la infraestructura:

3.1. FASE A. EXECUCIÓ EN CONDICIONS DE CIRCULACIÓ FERROVIÀRIA (TREBALL DIÜRN)

1. **Preparació de pistes d'accés per a la maquinària de perforació**

   - Es construirà una pista paral·lela a la traça ferroviària amb una amplada de 4,60m en el costat muntanya on ara hi ha un camí de servei d'FGC i una nova pista de treball de 3,10m en el costat del riu, en la zona corresponent a l'espai parcel·lari d'FGC. Aquestes pistes permeten l'accés segur dels equips de perforació a cada emplaçament i costat de la via.

   - La plataforma es reforçarà per suportar el pes dels equips Comacchio MC15 o MC22, utilitzant materials granulars compactats.



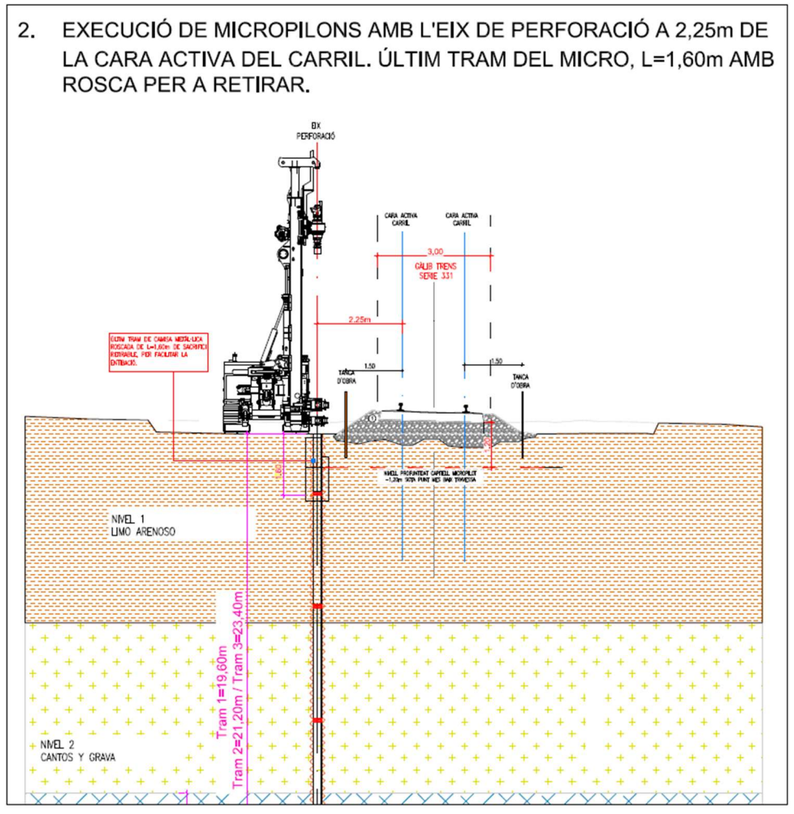
2. **Perforació dels micropilots**

   - Es realitzarà amb el sistema **Spiral Flush o comercial similar**, garantint una perforació controlada sense impactar el terreny circumdant amb un **diàmetre nominal de perforació de 275mm.**

   - Els **micropilots de camisa metàl·lica de Ø 219,1 mm** i gruix de **12,5 mm** es perforaran a diferents profunditats segons la zona (19,60 m, 21,20 m i 23,40 m). La separació longitudinal serà de **2,00 m** i transversal de **6,22 m**.

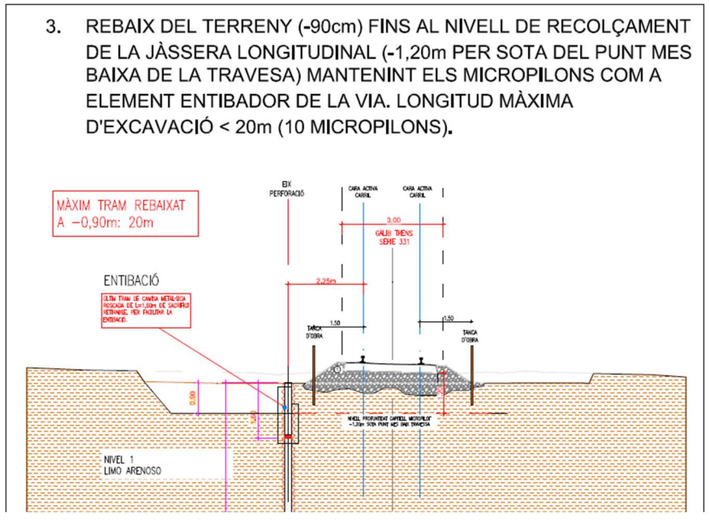
- Durant la perforació, es canalitzaran els materials extrets pel conducte anular i s'utilitzarà aire com a fluid de neteja, evitant filtracions al terreny.

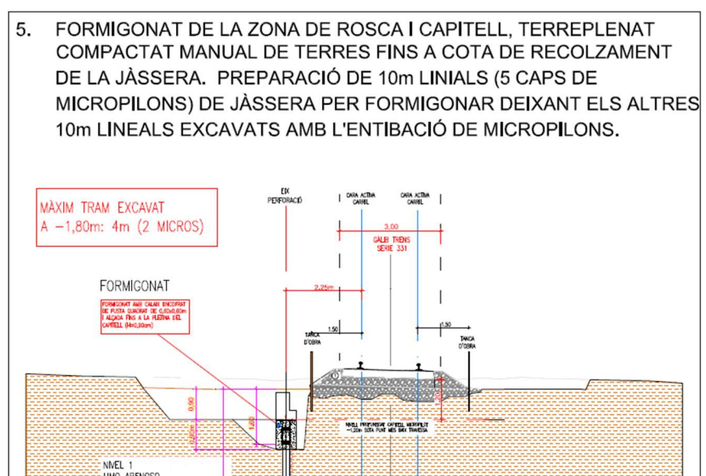
- Un cop completada la perforació, s'injectarà una beurada Injecció Beurada de ciment CEM I 42,5Nde ciment CEM I 42,5 N amb una relació aigua/ciment de **0,5**, assegurant una compactació homogènia.



3. **Preparació dels capitells roscats**

   - Un cop instal·lats els micropilots, es col·locaran capitells metàl·lics amb cotes topogràfiques precisament assignades per garantir l'alineació de les bigues longitudinals.





4. **Col·locació de l'armadura de les bigues longitudinals**

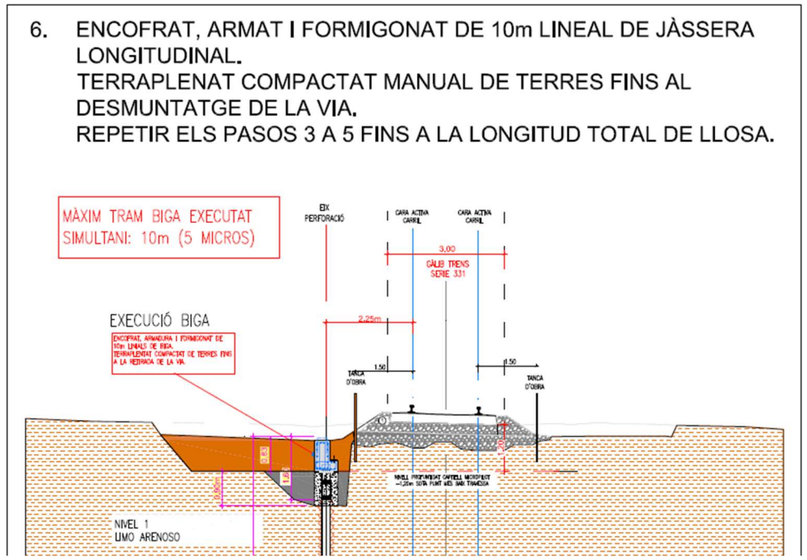
   - Es muntaran les armadures metàl·liques corresponents a les bigues de fonamentació, incloent-hi els reforços necessaris per a la transmissió de càrregues.

- Les unions entre l'armadura i els capitells dels micropilots es faran mitjançant soldadura certificada.

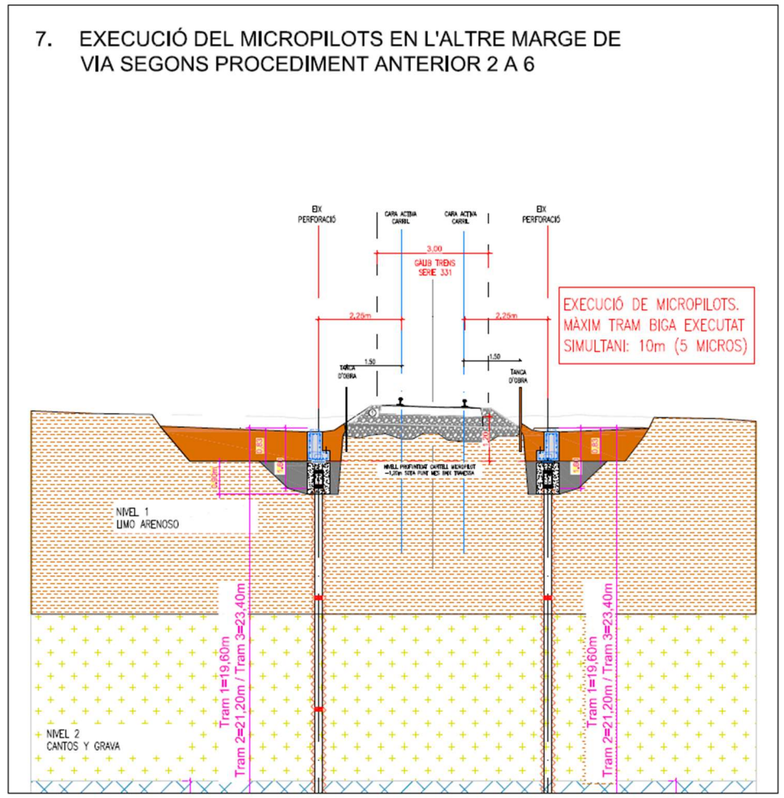
5. **Encofrat i formigonat de les bigues longitudinals**

- Es construirà un encofrat per a les bigues en forma de **L**, que s'omplirà amb formigó **fck=35 MPa**, aditivat amb accelerant de fraguat per reduir el temps de posada en càrrega.

- Es controlarà la temperatura i la hidratació del formigó durant el procés de fraguat per garantir la qualitat.



Es repeteix el procés indicat al dos costat de la via fins a tenir el conjunt de micropilons cada 2m al llarg de la traça i les bigues longitudinals recolzades als capitells:



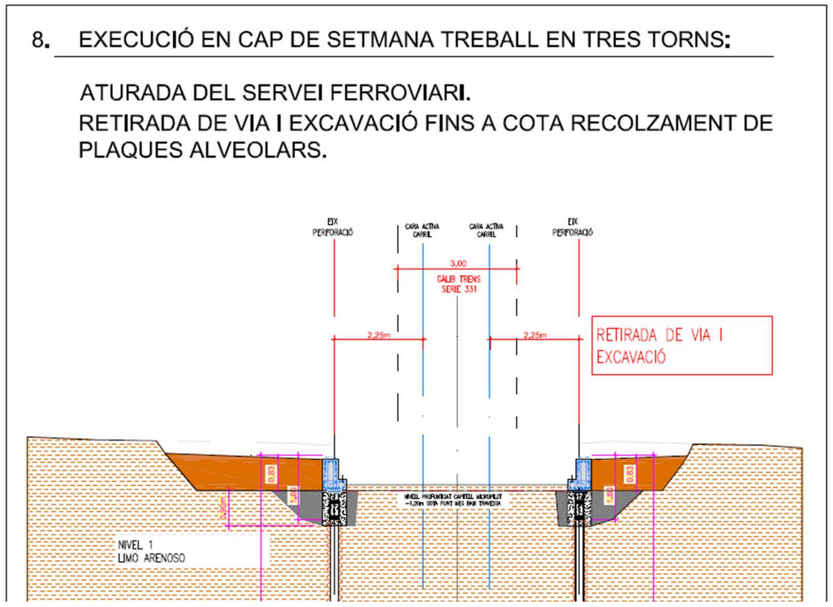
3.2. FASE B. EXECUCIÓ EN CONDICIONS DE TALL TOTAL DE CIRCULACIÓ (TREBALL CAP DE SETMANA)

Aquestes activitats es planificaran durant un cap de setmana entre el dissabte a les 2:00h fins el dilluns a les 4:00h:

6. **Retirada de la via i les instal·lacions associades**

- Es desmuntarà la via i les travesses existents, així com les instal·lacions de fibra òptica i baixa tensió. Els materials es retiraran per la pista d'accés habilitada.

- Es retiraran les capes de balast i es procedirà a l'excavació del terreny fins a la cota inferior de les plaques alveolades.



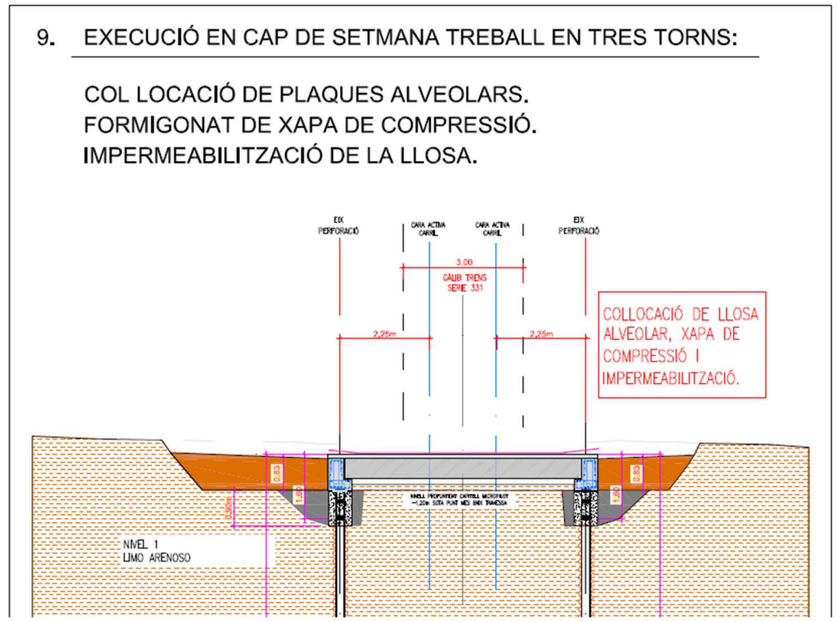
7. **Col·locació de les plaques alveolades h=50cm cantell**

   - Les plaques alveolades es recolzaran directament sobre les bigues de formigó, prèviament protegides amb bandes de neopré per absorbir possibles irregularitats.

   - La col·locació es realitzarà un cop el formigó de les bigues hagi assolit una resistència mínima de **21 MPa**.

8. **Formigonat de la capa de compressió**

   - Es construirà una capa de compressió de **10 cm de gruix**, armada amb xarxa metàl·lica corrugada i formigonada amb **fck=35 MPa**. S'utilitzarà formigó aditivat amb accelerant de fraguat per reduir els temps de posada en càrrega.



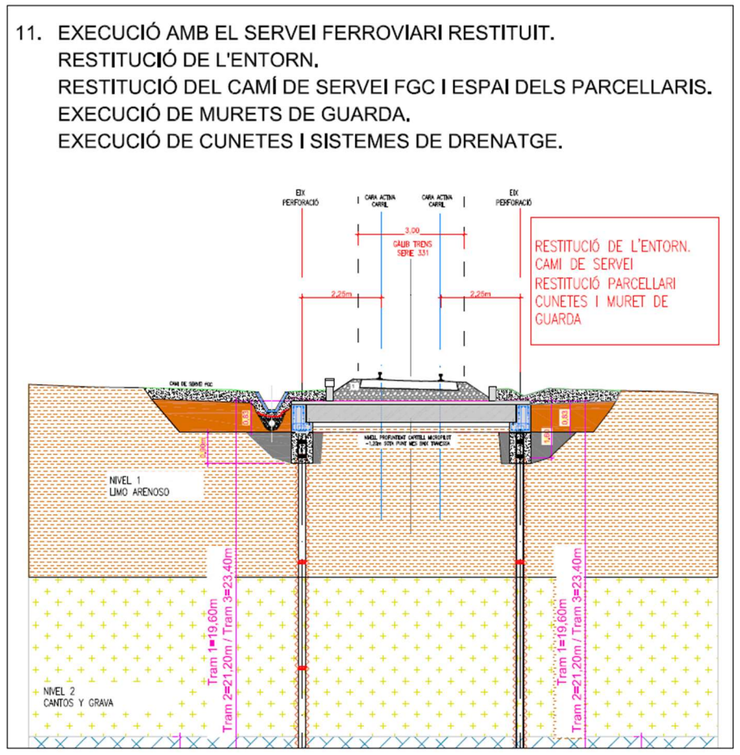
9. **Restitució de la via i les instal·lacions**

   - Quan el formigó de la capa de compressió assoleixi una resistència de **21 MPa**, es col·locarà de nou el balast, la via i totes les instal·lacions associades (fibra òptica, baixa tensió, etc.).

   - Es realitzarà un control topogràfic final per garantir l'alineació i cota correcta del traçat.

   - Es finalitza l'obra a la restitució de les cunetes del drenatge longitudinal de via i dels murets guarda balast.

   - Tant mateix es porta a terme la restitució a la cota original del camí de servi d'FGC i la recuperació dels espais corresponent a la pista de treball del costat del riu així com la restitució de les possibles afeccions ales parcel·les dels pagesos:



3.3. CONSIDERACIONS TÈCNIQUES I AMBIENTALS

- El sistema tipus **Spiral Flush o comercial similar** garanteix una execució controlada sense risc de col·lapses o alteracions al terreny.
- L'ús de formigons aditivats i el control topogràfic permeten optimitzar els temps d'execució i assegurar la qualitat de l'obra.
- La planificació en dues fases minimitza l'impacte en el servei ferroviari, garantint la seguretat dels operaris i dels usuaris del transport ferroviari.

Taula 1: Fase A - Execució en condicions de circulació ferroviària

Etapa	Descripció
1. Preparació pistes d'accés	Construcció de pistes d'accés paral·leles al traçat ferroviari, amb amplada de 3,0 m per permetre el moviment segur dels equips de perforació.
2. Perforació dels micropilots	Execució de micropilots amb el sistema Spiral Flush o similar, amb camisa metàl·lica de Ø 219,1 mm, injecció de lleixiu de ciment i control de la verticalitat.
3. Preparació dels capitells	Instal·lació de capitells roscats sobre els micropilots amb assignació precisa de cotes topogràfiques per garantir l'alineació de les bigues longitudinals.
4. Col·locació de l'armadura	Muntatge de l'armadura de les bigues longitudinals amb reforços i unions soldades als capitells dels micropilots.
5. Encofrat i formigonat	Construcció de les bigues longitudinals en forma de "L" amb formigó **C35/45** (segons Eurocodi 2), que equival a una resistència característica a compressió (**fc**) de 35 MPa als 28 dies. A més, el formigó estarà aditivat amb accelerant de fraguat per reduir els temps de posada en servei.

Taula 2: Fase B - Execució en condicions de tall total de circulació

Etapa	Descripció
6. Retirada de la via i serveis	Desmuntatge de via, travesses, instal·lacions de fibra òptica i baixa tensió, retirada del balast i excavació fins a la cota inferior de les plaques alveolades.
7. Col·locació de plaques alveolades	Instal·lació de plaques alveolades sobre les bigues longitudinals, utilitzant bandes de neopré per absorbir irregularitats, després d'assolir una resistència mínima de 21 MPa al formigó.
8. Formigonat de la capa de compressió	Execució d'una capa de compressió de 8 cm amb xarxa metàl·lica corrugada i formigó **C35/45** (segons Eurocodi 2), que equival a una resistència característica a compressió (**fc**) de 35 MPa als 28 dies. A més, el formigó estarà aditivat amb accelerant de fraguat per reduir el temps de fraguat.
9. Restitució de la via i serveis	Reposició de balast, via i serveis (fibra òptica, baixa tensió) amb un control topogràfic final per assegurar l'alineació i les cotes correctes del traçat ferroviari.

3.4. DESCRIPCIÓ DEL PROCEDIMENT DE RETIRADA I MUNTATGE DE VIA

En aquest apartat es detallen les operacions necessàries per a la retirada i posterior muntatge d'una via de travesses de formigó sobre balast en un tram de **via única**. Els treballs es realitzaran **de manera ordenada i seqüencial** per optimitzar els temps d'execució i garantir la qualitat i seguretat de la infraestructura ferroviària.

El procediment s'ha planificat per minimitzar el temps d'afectació del servei ferroviari, **programant les operacions en un cap de setmana de tall total**, de **divendres a les 2:00 h fins dilluns a les 04:00 h**.

3.4.1. Procediment per a la retirada de la via

3.4.1.1. Divisió del tram i tall del carril

La retirada de la via es realitzarà per **trams de 60 metres**, garantint una operació eficient i segura.

- Es tallarà el **carril 54E1** als extrems de cada tram per facilitar la seva extracció i evitar tensions incontrolades.
- El tall es realitzarà mitjançant **serres de carril**, assegurant un tall **net i precís** que permeti una posterior soldadura de qualitat.
- Es retiraran els ancoratges i es desmuntaran les fixacions de les travesses **PR-VE-90**, deixant els carrils lliures per a la seva extracció.

3.4.1.2. Apartat del carril

- Un cop tallats, els **carrils es retiraran lateralment** utilitzant maquinària específica per **evitar danys** i facilitar el seu posterior muntatge.
- Es col·locaran **a un costat de la via**, garantint una posició segura i accessible per a la seva reutilització.
- Es realitzarà una **inspecció visual** per detectar possibles defectes estructurals o desgast que puguin requerir **substitució parcial o total** dels carrils.

3.4.1.3. Extracció de les travesses

- Es retiraran **totes les travesses PR-VE-90** de formigó **una a una** amb l'ajuda de **maquinària específica**, evitant cops o danys que puguin comprometre la seva reutilització.
- Es col·locaran **ordenadament prop de la zona de muntatge**, **seguint la numeració original**, per facilitar la seva posterior recol·locació.
- Es revisaran per detectar possibles **danys o fissures**. Aquelles que no siguin reutilitzables seran apartades per a la seva gestió com a residu de construcció.

3.4.1.4. Retirada de balast i excavació del terreny

- Un cop retirada tota la infraestructura ferroviària, s'iniciarà la **retirada del balast i l'excavació** del terreny fins a la **cota requerida** per a la nova instal·lació.
- Es garantirà que el **terreny base** quedi estable i compacte per evitar assentaments diferencials.
- La capa inferior del balast es retirarà si es detecta material contaminat o desgastat i es reposarà amb **balast net**.

3.4.2. Procediment per al muntatge de la nova via

3.4.2.1. Estesa de balast

- S'estendrà una **primera capa de balast** fins a aproximar-se a la cota definitiva de suport de les travesses.
- La col·locació es farà de manera **uniforme i controlada**, utilitzant maquinària d'extensió de balast per garantir un repartiment homogeni.
- Es compactarà lleugerament per **minimitzar possibles assentaments posteriors**.

3.4.2.2. Col·locació de travesses

- Es procedirà a **recol·locar les travesses PR-VE-90** segons la separació original, seguint els amidaments establerts.
- La col·locació es realitzarà amb **pinces especials** i maquinària per evitar impactes i malmetre les travesses.
- Es respectarà l'espaiat **estàndard entre travesses**, que en la línia Lleida - La Pobla de Segur es **situa entorn de 60 cm** segons la tipologia de via i les càrregues previstes.

3.4.2.3. Instal·lació dels carrils

- Un cop posicionades les travesses, es muntaran els **carrils 54E1** mitjançant una **posicionadora de carril**, garantint un ajustament precís.
- Els carrils es fixaran temporalment per evitar desplaçaments durant el **procés d'anivellament i batonat**.
- S'utilitzaran **fixacions homologades** segons les especificacions tècniques de FGC.

3.4.2.4. Anivellament i batonat de la via

- La via es **compactarà i estabilitzarà** mitjançant **un grup de batonat de Vaiacar**, assegurant la correcta distribució del balast i evitant desnivells.
- L'operació es realitzarà en diverses passades, seguint les toleràncies establertes per **normativa ferroviària**.
- L'última passada garantirà la **cota definitiva de circulació**.

3.4.2.5. Soldadura dels trams i neutralització de tensions

- Es procedirà a la **soldadura dels carrils**, excepte en les zones reservades per a la **neutralització de tensions**.
- La neutralització de tensions és una operació fonamental per garantir que els carrils suportin les **dilatacions tèrmiques** sense deformacions.
- Un cop finalitzat aquest procés, es realitzaran les **soldadures finals** per completar la instal·lació.

3.4.3. Control de qualitat i verificació final

- Es realitzaran **inspeccions finals** per verificar que **carrils, travesses i balast han quedat correctament instal·lats**.
- Es duran a terme **proves de verificació geomètrica**, garantint que la via compleix les **toleràncies establertes** per FGC.
- Es verificarà la correcta realització de **les soldadures** i el bon comportament estructural del conjunt via-balast.
- Una vegada completades totes les verificacions, **es donarà per finalitzada la instal·lació** i es procedirà a la **reobertura del servei ferroviari**.

3.5. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS D'EXECUCIÓ DELS MICROPILONS

El procés constructiu per a l'execució dels micropilots del viaducte utilitzarà el sistema **Spiral Flush de Mincon** o sistema comercial similar, optimitzat per perforar en terrenys complexos amb mínim impacte geotècnic. A continuació es detallen resumidament les fases del procés constructiu previst:

3.5.1. Preparació i posicionament dels equips

- Es prepararan les plataformes de treball per garantir l'estabilitat dels equips i l'accessibilitat a les zones d'actuació.
- S'utilitzaran equips de perforació sobre erugues, com els models **Comacchio MC15** i **MC22**, capaços de treballar en espais confinats i amb alta precisió.
- Es verificarà l'alineació i la verticalitat del màstil amb nivells electrònics per assegurar la correcta direcció de la perforació.

3.5.2. Perforació inicial

- La perforació s'executarà amb martells de fons que utilitzen el sistema **HDI Integrated Ring Bit Small** de Mincon o similar. Aquest sistema permet la perforació i col·locació simultània de la camisa metàl·lica, evitant desviacions i garantint la verticalitat.
- El sistema Spiral Flush assegura que l'aire pressuritzat no s'alliberi al terreny, reduint els riscos de sobreexcavació, subsidència i impacte en estructures adjacents.
- Les escòries es canalitzaran pel conducte anular entre la camisa metàl·lica i el varillatge, minimitzant l'impacte ambiental i facilitant-ne la recollida.

3.5.3. Col·locació de la camisa metàl·lica

- La camisa metàl·lica **tub N80** de diàmetre exterior **219,1 mm** i gruix de paret **12,5 mm** s'introdueix durant la perforació. Aquesta queda perfectament centrada gràcies a l'anell de tall integrat, assegurant una correcta transmissió de càrregues.

- L'anell de perforació es deixa com a element permanent a la punta del micropilot, augmentant la seva capacitat portant.

3.5.4. Injecció de la beurada de ciment

- Un cop col·locada la camisa metàl·lica, es procedirà a la injecció de la beurada de ciment mitjançant un sistema de circuit tancat i controlat, utilitzant una relació aigua/ciment de **0,5**. El ciment utilitzat serà **CEM II 42,5 N**.
- La injecció es durà a terme amb un equip especialitzat (Obermann VS121-E o similar) que garanteix una mescla homogènia i una pressió constant fins a **50 bars**.
- S'utilitzaran vàlvules anti-retorn per assegurar una injecció efectiva i evitar la pèrdua de material al terreny.

3.5.5. Control de qualitat durant l'execució

- El sistema de control **SCORPION** registrarà en temps real els paràmetres de la injecció (volum, pressió, etc.), assegurant la traçabilitat de cada micropilot.
- Es monitorarà la recuperació del ciment al conducte anular, garantint que el micropilot està completament farcit.

3.5.6. Finalització i verificació

- Finalitzada la injecció, es revisarà la verticalitat i profunditat de cada micropilot per assegurar el compliment dels requisits tècnics del projecte.
- Es prepararan les capçaleres dels micropilots per rebre les bigues de fonamentació, completant el procés.

3.5.7. Avantatges del sistema escollit tipus SpiraFlush o sistema comercial similar

El sistema tipus **SpiraFlush** ofereix múltiples avantatges tècnics i ambientals, especialment en entorns geotècnicament complexos com els detectats al tram d'actuació. Aquest sistema ha estat dissenyat per superar les limitacions dels mètodes tradicionals de perforació, aportant millores significatives en seguretat, eficiència i sostenibilitat.

3.5.7.1. Avantatges principals

1. **Control del flux d'aire i del material extret:**
   - El sistema manté tot el flux d'aire i els materials extrets dins de la camisa metàl·lica, evitant l'escapament al terreny circumdant. Això redueix el risc de col·lapses, subsidències i alteracions del sòl, especialment en zones amb materials al·luvials inestables com les descrites a l'estudi geotècnic.
   - Evita la sobreexcavació i minimitza el moviment de partícules fines cap al subsòl, preservant l'estabilitat del terreny.
2. **Reducció del risc ambiental:**
   - En terrenys saturats o propers a masses d'aigua, el sistema evita la comunicació d'aigua i aire entre estrats, protegint la qualitat de l'aqüífer i el subsòl.
   - La recollida controlada del material extret facilita la seva gestió i transport, minimitzant l'impacte ambiental.
3. **Adaptabilitat en espais confinats:**
   - És ideal per treballar en entorns amb accés limitat o condicions logístiques complexes, gràcies al disseny compacte dels equips i la precisió en la perforació.
4. **Seguretat estructural millorada:**
   - L'anell de perforació i la camisa integrada garanteixen la verticalitat i l'alineació del micropilot, fins i tot en condicions de terreny difícil.
   - La metodologia evita interferències entre micropilots propers, millorant l'eficiència global de la fonamentació.
5. **Eficiència energètica i hídrica:**
   - El sistema opera principalment amb aire, eliminant la necessitat de grans volums d'aigua com a fluid de perforació, un avantatge crític en entorns amb restriccions hídriques.

3.5.7.2. Funcionament del sistema tipus SpiraFlush o comercial similar

El sistema consisteix en una tecnologia de perforació **concèntrica a rotopercussió amb aire**, on es combina un martell de fons amb el sistema **HDI Integrated Ring Bit Small** de Mincon o similar que inclou un anell de perforació integrat amb la camisa metàl·lica. Les etapes clau del funcionament són les següents:

1. **Perforació amb martell de fons :**

- La broca està equipada amb un sistema de rentat en espiral que dirigeix l'aire pressuritzat lateralment i cap amunt, evitant la projecció directa al terreny.
- El material extret es canalitza a través de l'espai anular entre la camisa i el varillatge, arribant a la superfície de forma controlada.

2. **Col·locació simultània de la camisa metàl·lica:**
   - La camisa metàl·lica avança amb el martell i l'anell de perforació, assegurant una posició precisa al llarg de tota la perforació.
   - L'anell de tall queda integrat al micropilot com a part de l'element estructural, millorant la transmissió de càrregues.
3. **Injecció de la beurada de ciment:**
   - La injecció es realitza mitjançant vàlvules anti-retorn, assegurant que el morter ompli completament l'espai entre el terreny i la camisa.
   - La tecnologia d'injecció utilitza un circuit tancat per evitar pèrdues de material i assegurar un farciment homogeni.
4. **Control de desviacions i estabilitat:**
   - El sistema incorpora mecanismes per mantenir la verticalitat, fins i tot en terrenys amb pendents o obstruccions com graves i blocs.

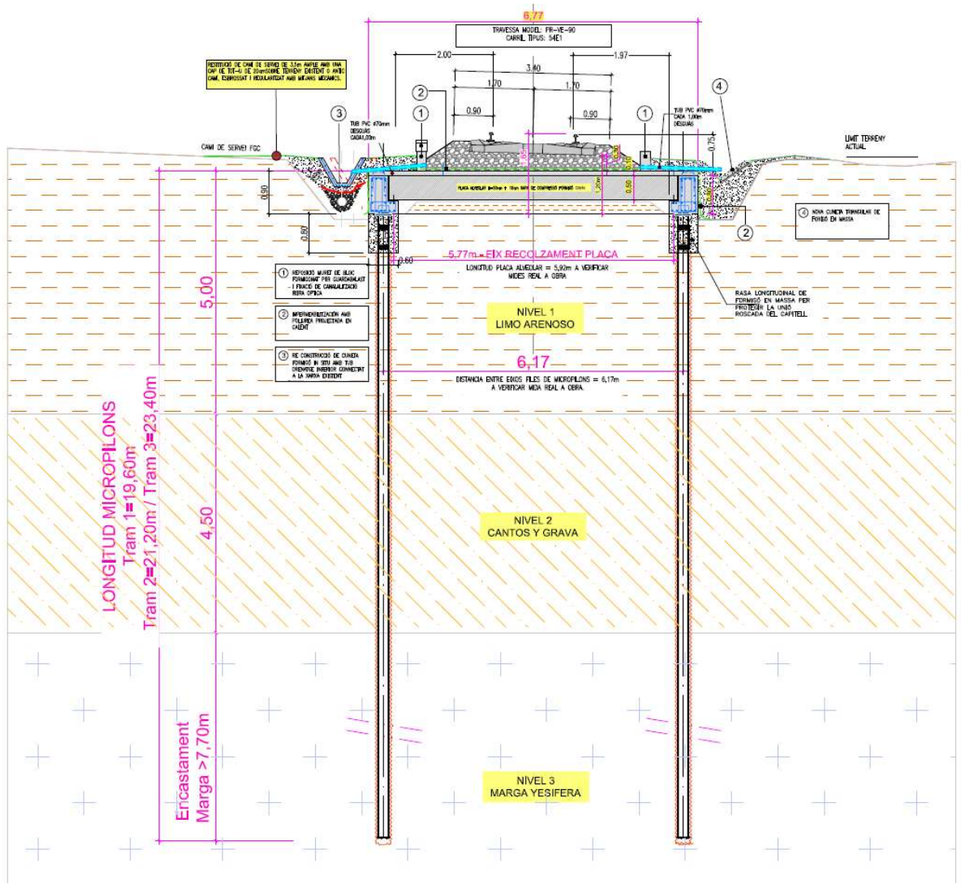
3.5.7.3. Relació amb les condicions del projecte

Segons l'estudi geotècnic de la zona, la presència de materials al·luvials saturats, combinada amb la proximitat al riu Segre i el seu meandre actiu, representa un risc significatiu per a la seguretat del terreny i les estructures. El sistema tipus **SpiraFlush**, o comercial similar, és especialment adequat per abordar aquestes condicions adverses gràcies a:

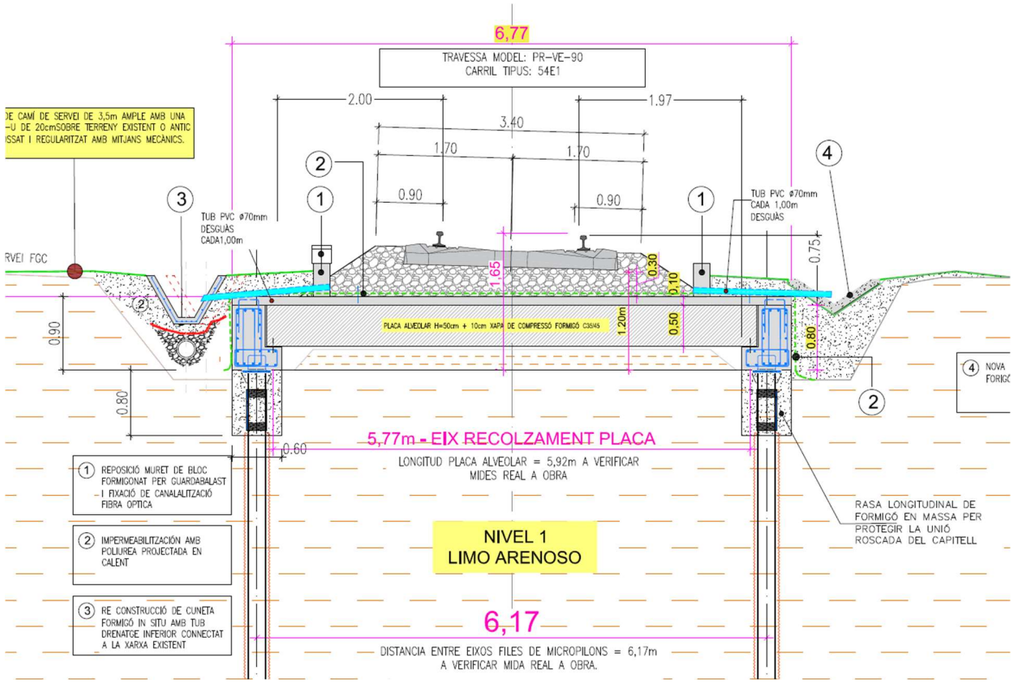
- **Condicions geotècniques del terreny:** A les zones on s'han dissenyat els micropilots es troben materials al·luvials inestables, de gra gruixut i saturats d'aigua, amb gruixos que poden superar els 20 metres en alguns punts.
- **Espais confinats:** Sovint es treballarà en zones amb limitacions de gàlib, mobilitat i accessibilitat per a eines i materials.
- **Proximitat a infraestructures sensibles:** La presència de la via de ferrocarril a menys de 2,00m de l'eix de perfioració fins al carril, infraestructura que estarà en servei mentre es perfora, fa necessari minimitzar el risc geotècnic associat al deteriorament del terreny per sistemes convencionals de perforació amb aire o aigua.
- **Restriccions logístiques:** L'entorn amb la infraestructura ferroviaria en servei dificulta la gestió i transport dels detritus generats durant la perforació on el sistema proposat facilita la concentracio en la boca i la recolida eficiente del detritus.
- **Escassetat hídrica:** A causa de la situació de sequera severa, es desaconsella l'ús de sistemes que requereixin grans volums d'aigua per al barratge.
- **La seva capacitat per evitar l'escapament d'aire** en terrenys saturats i evitar deformacions del terreny.
- **El control precís del flux d'aire en materials argilosos**, evitant bloquejos en l'anell de perforació.
- **La seva eficàcia en perforar capes de graves gruixudes i bolos** sense comprometre la qualitat de l'execució.

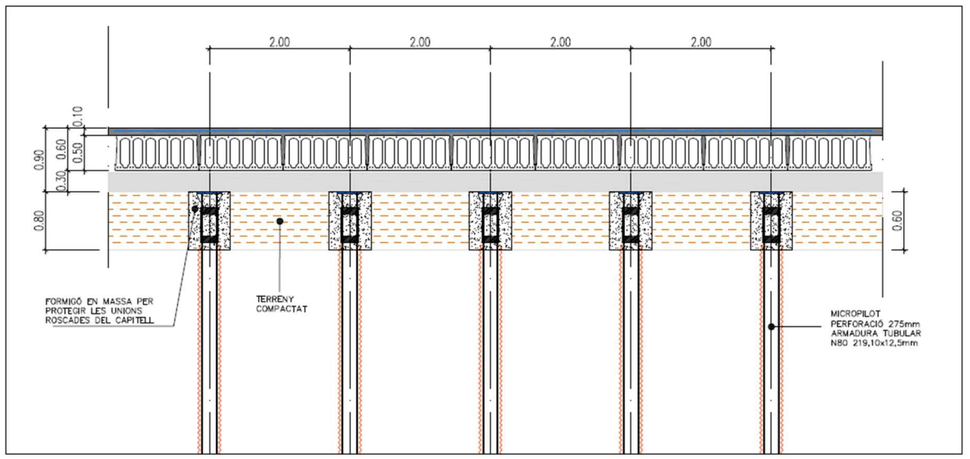
Aquest mètode no només assegura una execució segura i precisa, sinó que també contribueix a la sostenibilitat del projecte, minimitzant l'impacte ambiental i garantint una fonamentació robusta en un context geotècnicament desfavorable.

Es mostren a continuació imatges de la solució proposada i del procés de perforació dels micropilons:

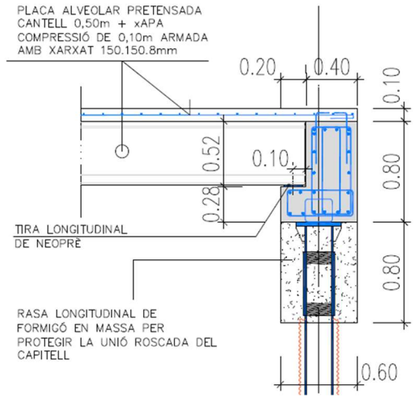


Secció transversal tipus pel tram 1 amb micropilots fins a 19,60m de profunditat.

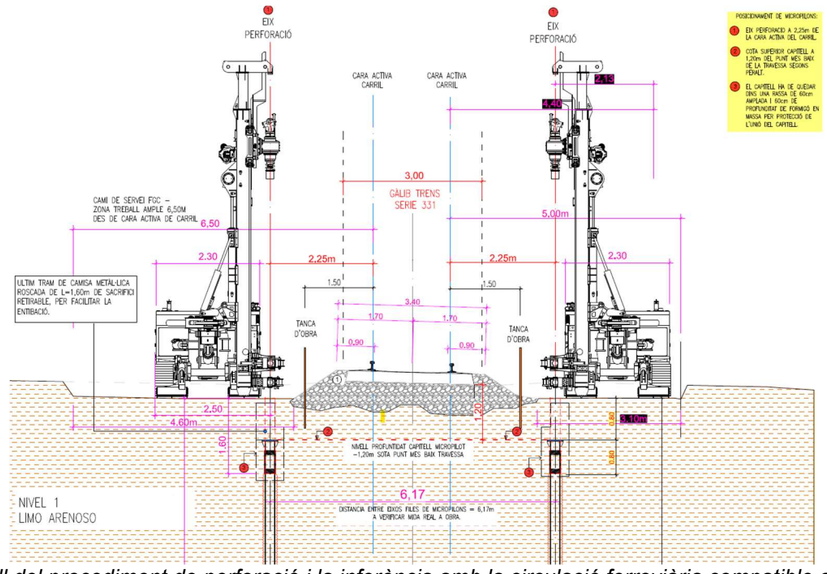




Detalls del recolzament sobre els micropilots del tauler de plaques alveolars pretensades. A dalt la secció transversal del pont. A sota secció longitudinal.



Secció transversal del recolzament de les plaques sobre la biga longitudinal que recolza sobre els micropilots



Detall del procediment de perforació i la inferència amb la circulació ferroviària compatible amb el mètode de perforació previst.

4. ANÀLISI DEL PERÍODE D'EXECUCIÓ SEGONS EL CÀLCUL DE RENDIMENTS

- Micropilons: DIÜRN. Treballs compatibles amb el servei ferroviari
  - 140 micropilons, 2 micropilons/jornada (10h)
  - Durada total: 3 mesos (1,5 mesos per costat de via).
- Bigues i camins d'accés: DIÜRN. Treballs compatibles amb el servei ferroviari
  - Durada total: 2 mesos.
- Tauler i via: DIÜRN I NOCTURN AMB TALL DE CIRCULACIÓ
  - Durada total: Un cap de setmana. Entre divendres a les 23h i dilluns a les 4h).

De forma indicativa s'ha suposat dates reals per simular la planificació temporal acuradament en el període entre el 3/3/2025 fins al 8/09/2025 obtenint així les justificacions dels diferents períodes temporals:

Fase 1 i Fase 2: Execució de micropilons i bigues longitudinals:

Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesor...
ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650	145,375 days	3/03/25 8:00	8/09/25 15:20	
FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA	53 days	3/03/25 8:00	14/05/25 17:00	
Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days	3/03/25 8:00	12/03/25 17:00	
TRAM 1	30 days	6/03/25 8:00	16/04/25 17:00	
Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 -	2 days	6/03/25 8:00	7/03/25 17:00	3FS-5 days
Execució de micropilons	13 days	7/03/25 8:00	25/03/25 17:00	5FS-2 days
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	24/03/25 8:00	25/03/25 17:00	6FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	19/03/25 8:00	28/03/25 17:00	7FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	24/03/25 8:00	3/04/25 17:00	8FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	28/03/25 8:00	8/04/25 17:00	9FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	15/04/25 7:00	16/04/25 17:00	10
Final del tram 1	0 days	16/04/25 17:00	16/04/25 17:00	11
TRAM 2	34 days	27/03/25 8:00	13/05/25 17:00	
Execució de micropilons	13 days	27/03/25 8:00	14/04/25 17:00	6FS+1 day
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	7/04/25 8:00	8/04/25 17:00	14FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	7/04/25 8:00	16/04/25 17:00	15FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	11/04/25 8:00	23/04/25 17:00	16FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	17/04/25 8:00	28/04/25 17:00	17FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	12/05/25 8:00	13/05/25 17:00	18
Final del tram 2	0 days	13/05/25 17:00	13/05/25 17:00	19
TRAM 3	21 days	16/04/25 8:00	14/05/25 17:00	
Execució de micropilons	13 days	16/04/25 8:00	2/05/25 17:00	14FS+1 day
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	25/04/25 8:00	28/04/25 17:00	22FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	22/04/25 8:00	1/05/25 17:00	23FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	25/04/25 8:00	7/05/25 17:00	24FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	1/05/25 8:00	12/05/25 17:00	25FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	13/05/25 8:00	14/05/25 17:00	26
Finals dels tram 3	0 days	14/05/25 17:00	14/05/25 17:00	27
FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU	47 days	15/05/25 8:00	18/07/25 17:00	
Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days	15/05/25 8:00	26/05/25 17:00	28
TRAM 1	21 days	20/05/25 8:00	17/06/25 17:00	
Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 -	2 days	20/05/25 8:00	21/05/25 17:00	30FS-5 days
Execució de micropilons	13 days	20/05/25 8:00	5/06/25 17:00	32FS-2 days
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	29/05/25 8:00	30/05/25 17:00	33FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	26/05/25 8:00	4/06/25 17:00	34FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	29/05/25 8:00	10/06/25 17:00	35FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	4/06/25 8:00	13/06/25 17:00	36FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	16/06/25 8:00	17/06/25 17:00	37
Final del tram 1	0 days	17/06/25 17:00	17/06/25 17:00	38
TRAM 2	21 days	9/06/25 8:00	7/07/25 17:00	
Execució de micropilons	13 days	9/06/25 8:00	25/06/25 17:00	33FS+1 day
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	18/06/25 8:00	19/06/25 17:00	41FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	13/06/25 8:00	24/06/25 17:00	42FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days	18/06/25 8:00	30/06/25 17:00	43FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days	24/06/25 8:00	3/07/25 17:00	44FS-5 days
Terraplenat de terres	2 days	4/07/25 8:00	7/07/25 17:00	45
Final del tram 2	0 days	7/07/25 17:00	7/07/25 17:00	46
TRAM 3	16 days	27/06/25 8:00	18/07/25 17:00	
Execució de micropilons	13 days	27/06/25 8:00	15/07/25 17:00	41FS+1 day
Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days	8/07/25 8:00	9/07/25 17:00	49FS-6 days
Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days	3/07/25 8:00	14/07/25 17:00	50FS-5 days
Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	7 days	8/07/25 8:00	16/07/25 17:00	51FS-5 days
Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	6 days	10/07/25 8:00	17/07/25 17:00	52FS-5 days
Terraplenat de terres	1 day	18/07/25 8:00	18/07/25 17:00	53
Final del tram 3	0 days	18/07/25 17:00	18/07/25 17:00	54
FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA	9,125 days	19/07/25 2:00	21/07/25 3:20	
FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI	35,75 days	21/07/25 9:20	8/09/25 15:20	

Fase 3: Aixecament de via, Execució del taulell i reposició de via durant el tall de servei d'un cap de setmana:

Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesor...
ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650	145,375 days	3/03/25 8:00	8/09/25 15:20	
FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA	53 days	3/03/25 8:00	14/05/25 17:00	
FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU	47 days	15/05/25 8:00	18/07/25 17:00	
FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA	9,125 days	19/07/25 2:00	21/07/25 3:20	
Inici tall de circulació	0 days	19/07/25 2:00	19/07/25 2:00	54
Talla de vies desmuntatge de fixacions	0,375 days	19/07/25 2:00	19/07/25 5:00	57
Retirada de via	0,375 days	19/07/25 3:00	19/07/25 6:00	58FS-2 horas
Retirada de balast	0,375 days	19/07/25 4:00	19/07/25 7:00	59FS-2 horas
Excavació de caixa taulell	0,5 days	19/07/25 5:00	19/07/25 9:05	60FS-2 horas
Muntatge de plaques alveolars	2 days	19/07/25 7:00	19/07/25 23:10	61FS-2 horas
Fomigonat de xapa de compressió	1,5 days	19/07/25 18:10	20/07/25 6:10	62FS-5 horas
Impèrmeabilització del taulell	0,875 days	20/07/25 5:10	20/07/25 12:15	63FS-1 hora
Reblert de cunyes de transició amb grava-ciment	1,25 days	20/07/25 8:15	20/07/25 18:20	63FS+2 horas
Estessa de balast sobre taulell	0,375 days	20/07/25 13:15	20/07/25 16:20	64FS+1 hora
Col·locació de travesses	0,375 days	20/07/25 14:15	20/07/25 17:20	66FS-2 horas
Muntatge de via	0,375 days	20/07/25 15:15	20/07/25 18:20	67FS-2 horas
Anivellació i batonat de via	0,375 days	20/07/25 16:20	20/07/25 19:20	68FS-2 horas
TOT ELS TRAMS: Restitució de les instal·lacions de via	0,5 days	20/07/25 17:20	20/07/25 21:20	69FS-2 horas
TOTS ELS TRAMS: Soldadura dels trams	0,625 days	20/07/25 20:20	21/07/25 1:20	69FS+1 hora
RESTITUCIÓ DEL SERVEI FERROVIARI	0 days	21/07/25 3:20	21/07/25 3:20	71FS+2 horas
FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI	35,75 days	21/07/25 9:20	8/09/25 15:20	

Fase 4: Execució dels elements de drenatge i restitució de l'entorn:

Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesor...
ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650	145,375 days	3/03/25 8:00	8/09/25 15:20	
FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA	53 days	3/03/25 8:00	14/05/25 17:00	
FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU	47 days	15/05/25 8:00	18/07/25 17:00	
FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA	9,125 days	19/07/25 2:00	21/07/25 3:20	
FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI	35,75 days	21/07/25 9:20	8/09/25 15:20	
TOTS ELS TRAMS: Neutralització de tensions	0,5 days	21/07/25 9:20	21/07/25 13:20	72FS+2 horas
Restitució de les parcel·les costat riu	4 days	21/07/25 11:20	25/07/25 10:20	72FS+4 horas
Restitució del cami de servei d'FGC, estesa de TOT-U	4 days	24/07/25 10:20	30/07/25 10:20	75FS-1 day
Execució d'elements de drenatge. Cuneta trapezoidal	9 days	30/07/25 10:20	12/08/25 10:20	76
Execució d'elements de drenatge. Cuneta triangular	9 days	12/08/25 10:20	25/08/25 10:20	77
Execució de muret guardabalast	6 days	25/08/25 10:20	2/09/25 10:20	78
Repasos d'obra	4,5 days	2/09/25 10:20	8/09/25 15:20	79
FINAL DE L'OBRA	0 days	8/09/25 15:20	8/09/25 15:20	80

En base als càlculs temporals anteriors, s'estableix de forma acurada l'estimació del període total de durada de l'obra, i per contrastar la bondat de la metodologia, s'ha utilitzat, de forma indicativa dates reals per simular la planificació temporal considerant els festius i un horari de

treball realista, per exemple en el període entre el 3/3/2025 fins al 8/09/2025, obtenien el següent:

Task Information

ID	Nombre	Trabajo	Duracion	Inicio	Terminado
1	ESTRUCTURA PONT GERB PK	2.535 horas	145,375 days	3/03/25 8:00	8/09/25 15:20
2	FASE 1. TREBALL AMB SERVEI	1.088 horas	53 days	3/03/25 8:00	14/05/25 17:00
29	FASE 2. TREBALL AMB SERVEI	1.048 horas	47 days	15/05/25 8:00	18/07/25 17:00
56	FASE 3. TREBALLS AMB TALL	103 horas	9,125 days	19/07/25 2:00	21/07/25 3:20
73	FASE 4. TREBALL AMB SERVEI	296 horas	35,75 days	21/07/25 9:20	8/09/25 15:20

5. TERMINI D'EXECUCIÓ

El termini total previst per a l'execució del projecte és de **26 setmanes**, considerant les característiques de l'obra i la necessitat de minimitzar l'impacte sobre el servei ferroviari. Aquest període inclou les activitats de preparació, execució dels treballs principals i reposició del servei ferroviari.

5.1. JUSTIFICACIÓ DEL TERMINI D'EXECUCIÓ

En base a l'argumentació dels apartats anteriors s'ha pogut establir de forma acurada l'estimació del període total de durada de l'obra, on com en el cas anterior s'utilitzen de **forma indicativa dates reals per simular la planificació temporal considerant els festiu i un horari de treball realista per exemple en el període entre el 3/3/2025 fins al 8/09/2025:**

1. Data inic de l'obra: **3/03/2025**
2. Data finalització micropilots i biga longitudinal costat muntanya: **14/05/2025 (10 setmanes)**
3. Data inici micropilots i biga longitudinal costat Riu: **15/05/2025**
4. Data finalització micropilots i biga longitudinal costat riu: **18/07/2025 (19 setmanes a origen)**
5. Data tall de circulació: **19/07/2025 00:00h**
6. Data treballs amb tall de circulació el cap de setmana: **Inici 19/07/2025 2:00H fins 21/07/2025 3:20h**
7. Data restitució de la circulació _ **21/07/2025 4:00h**
8. Data inici dels treballs amb circulació restitució de camins, parcel·les, drenatge i entorn: **21/07/2025**
9. Data finalització de l'obra: **8/09/2025 (26 setmanes a origen)**

Tenim per tant que podem constatar que la durada total estimada de l'obra seria:

Durada estimada total de l'obra: 26 SETMANES.

6. CRONOGRAMES DE L'OBRA

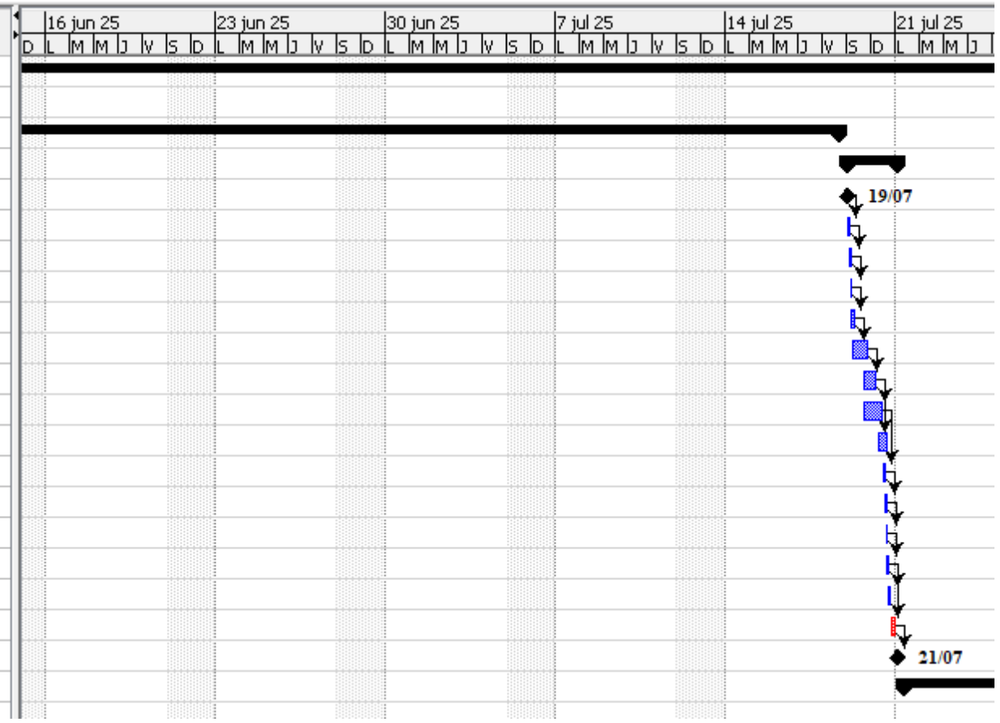
En base a les justificacions i rendiments anteriors, i tenint en compte l'ordre cronològic obligat entre les activitats, així com les problemàtiques específiques d'aquest tipus d'obra —com la dificultat d'accés o la limitació de moviments dins la zona de treball—, s'han elaborat els diferents cronogrames justificatius de l'obra, que es presenten en el següent apèndix.

APÈNDIX 1: DIAGRAMA DE GANTT

grehi®

RESUM GENERAL I DETALL HORARI DE L'EXECUCIÓ DE FASES DURANT EL CAP DE SETMANA: DISSABTE 2:00H FINS EL DILLUNS 4:00H

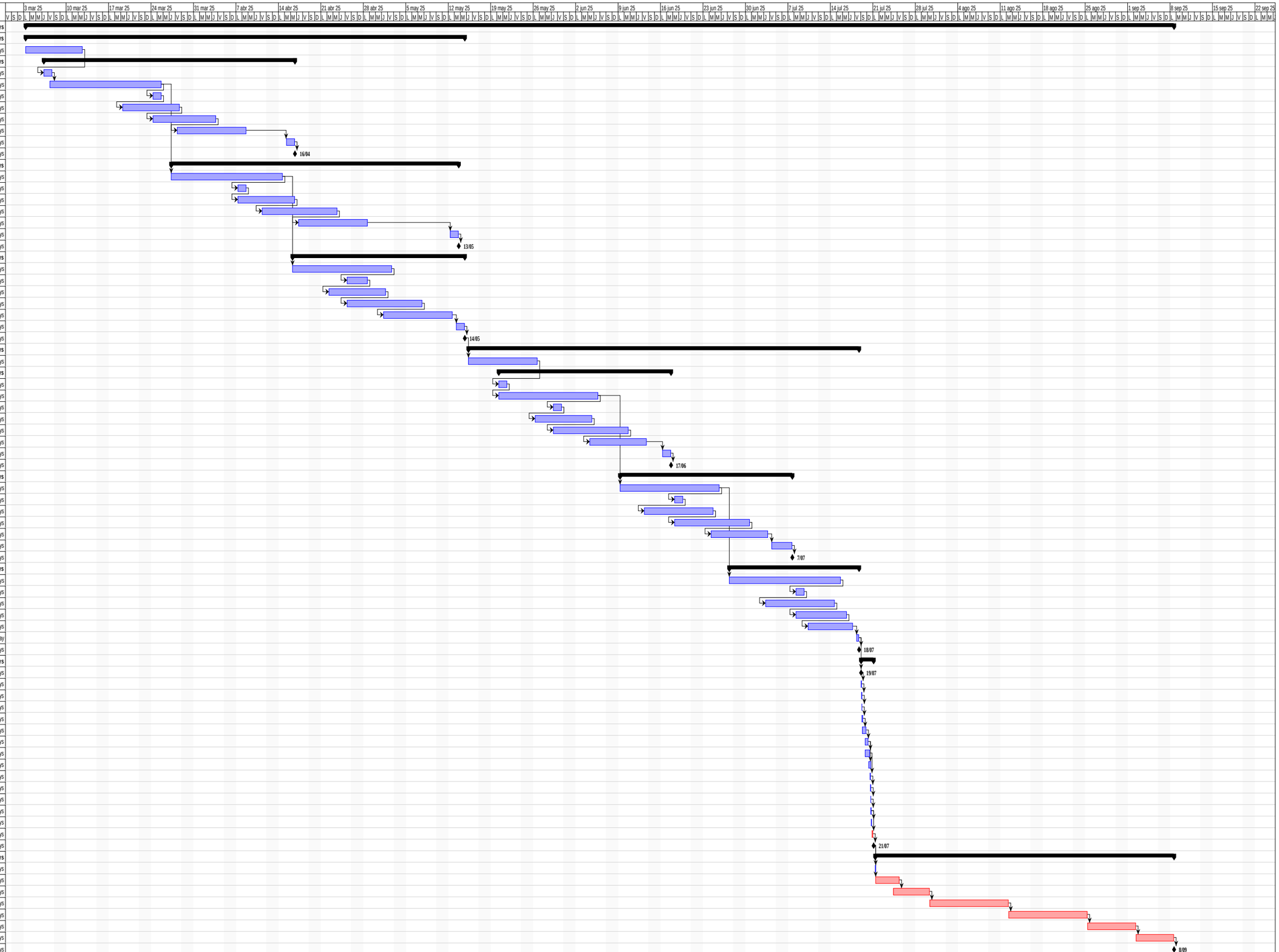
	Nombre	Duracion	Inicio	Terminado
1	**ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650**	145,375 days	**3/03/25 8:00**	**8/09/25 15:20**
2	**FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA**	53 days	**3/03/25 8:00**	**14/05/25 17:00**
29	**FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU**	47 days	**15/05/25 8:00**	**18/07/25 17:00**
56	**FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA**	9,125 days	**19/07/25 2:00**	**21/07/25 3:20**
57	Inici tall de circulació	0 days	19/07/25 2:00	19/07/25 2:00
58	Talla de vies desmuntatge de fixacions	0,375 days	19/07/25 2:00	19/07/25 5:00
59	Retirada de via	0,375 days	19/07/25 3:00	19/07/25 6:00
60	Retirada de balast	0,375 days	19/07/25 4:00	19/07/25 7:00
61	Excavació de caixa taulell	0,5 days	19/07/25 5:00	19/07/25 9:05
62	Muntatge de plaques alveolars	2 days	19/07/25 7:00	19/07/25 23:10
63	Fomigonat de xapa de compressió	1,5 days	19/07/25 18:10	20/07/25 6:10
64	Impèrmeabilització del taulell	0,875 days	20/07/25 5:10	20/07/25 12:15
65	Reblert de cunyes de transició amb grava-ciment	1,25 days	20/07/25 8:15	20/07/25 18:20
66	Estessa de balast sobre taulell	0,375 days	20/07/25 13:15	20/07/25 16:20
67	Col·locació de travesses	0,375 days	20/07/25 14:15	20/07/25 17:20
68	Muntatge de via	0,375 days	20/07/25 15:15	20/07/25 18:20
69	Anivellació i batonat de via	0,375 days	20/07/25 16:20	20/07/25 19:20
70	TOT ELS TRAMS: Restitució de les instal·lacions de via	0,5 days	20/07/25 17:20	20/07/25 21:20
71	TOTS ELS TRAMS: Soldadura dels trams	0,625 days	20/07/25 20:20	21/07/25 1:20
72	RESTITUCIÓ DEL SERVEI FERROVIARI	0 days	21/07/25 3:20	21/07/25 3:20
73	**FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI**	35,75 days	**21/07/25 9:20**	**8/09/25 15:20**



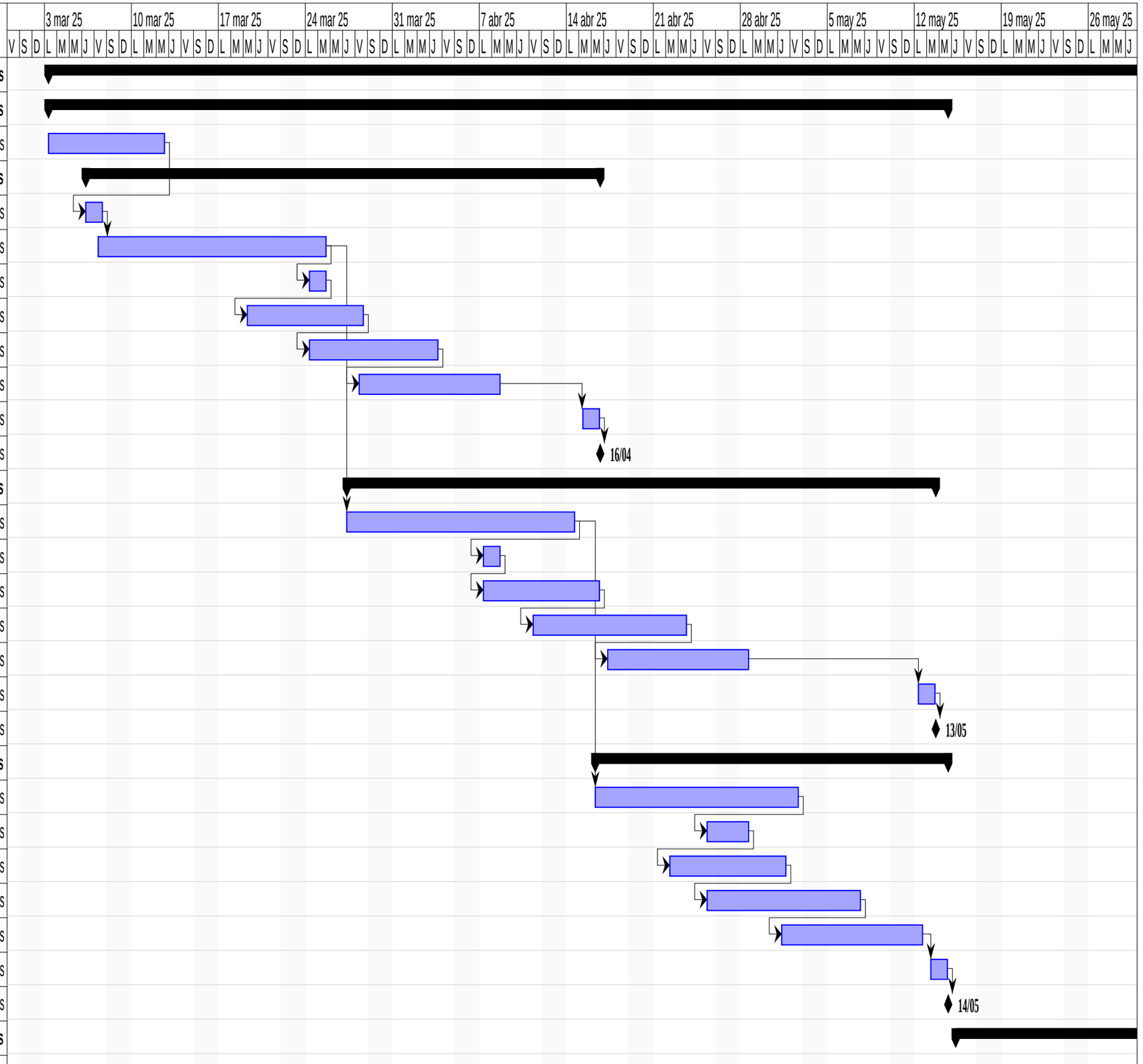
NOTA: De forma indicativa s'ha suposat dates reals per simular la planificació temporal accuradament:

1. Data inic de l'obra: **3/03/2025**
2. Data finalització micropilots i biga longitudinal costat muntanya: **14/05/2025 (10 setmanes)**
3. Data inici micropilots i biga longitudinal costat Riu: **15/05/2025**
4. Data finalització micropilots i biga longitudinal costat riu: **18/07/2025 (19 setmanes a origen)**
5. Data tall de circulació: **19/07/2025 00:00h**
6. Data treballs amb tall de circulació el cap de setmana: **Inici 19/07/2025 2:00H fins 21/07/2025 3:20h**
7. Data restitució de la circulació _ **21/07/2025 4:00h**
8. Data inici dels treballs amb circulació restitució de camins, parcelles, drenatge i entorn: **21/07/2025**
9. Data finalització de l'obra: **8/09/2025 (26 setmanes a origen)**

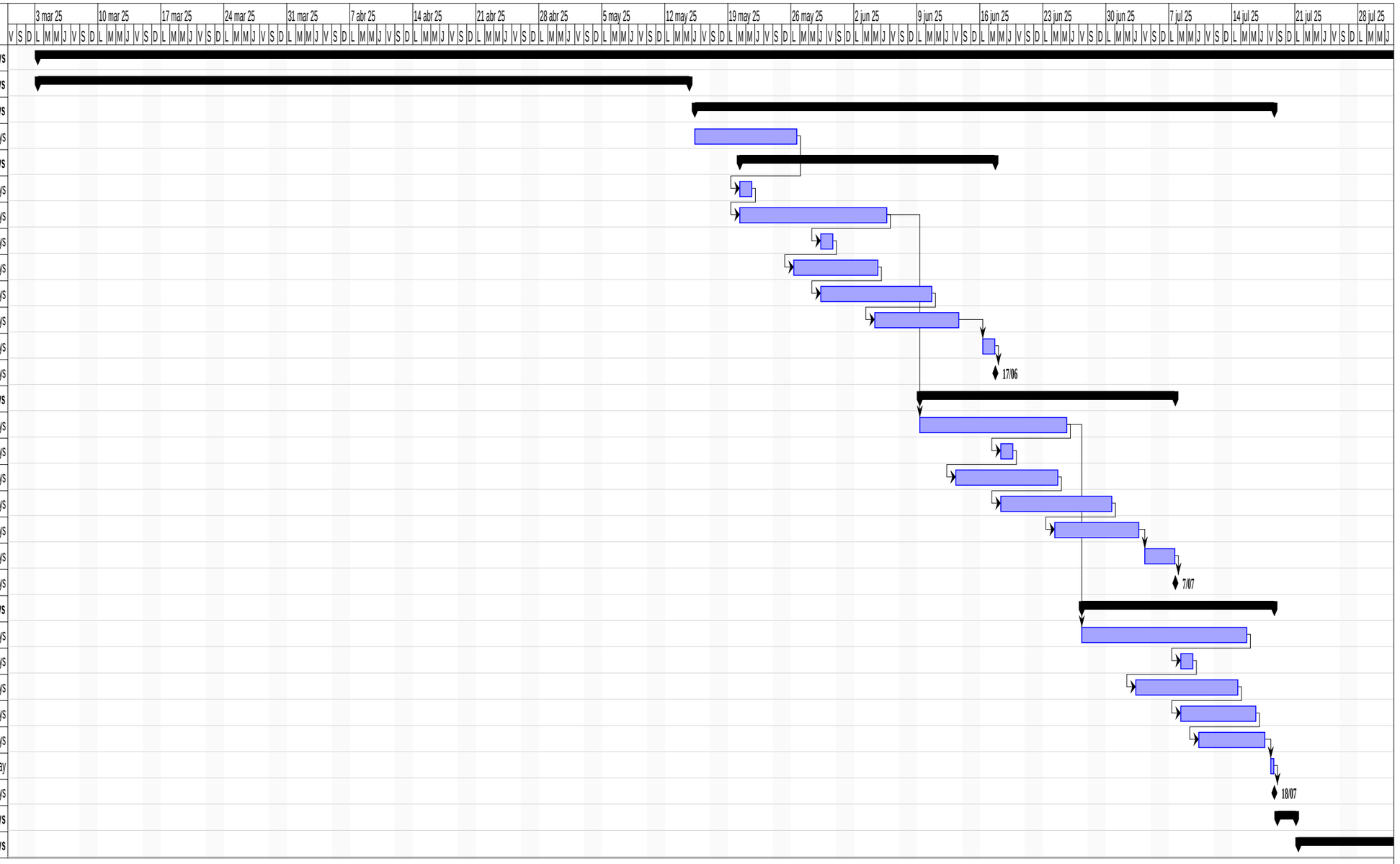
		Nombre	Duracion
1		**ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650**	**145,375 days**
2		**FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA**	**53 days**
3		Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days
4		**TRAM 1**	**30 days**
5		Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 +TRAM3	2 days
6		Execució de micropilons	13 days
7		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
8		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
9		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
10		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
11		Terraplenat de terres	2 days
12		Final del tram 1	0 days
13		**TRAM 2**	**34 days**
14		Execució de micropilons	13 days
15		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
16		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
17		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
18		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
19		Terraplenat de terres	2 days
20		Final del tram 2	0 days
21		**TRAM 3**	**21 days**
22		Execució de micropilons	13 days
23		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
24		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
25		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
26		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
27		Terraplenat de terres	2 days
28		Finals dels tram 3	0 days
29		**FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU**	**47 days**
30		Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days
31		**TRAM 1**	**21 days**
32		Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 +TRAM3	2 days
33		Execució de micropilons	13 days
34		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
35		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
36		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
37		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
38		Terraplenat de terres	2 days
39		Final del tram 1	0 days
40		**TRAM 2**	**21 days**
41		Execució de micropilons	13 days
42		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
43		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
44		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
45		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
46		Terraplenat de terres	2 days
47		Final del tram 2	0 days
48		**TRAM 3**	**16 days**
49		Execució de micropilons	13 days
50		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
51		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
52		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	7 days
53		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	6 days
54		Terraplenat de terres	1 day
55		Final del tram 3	0 days
56		**FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA**	**9,125 days**
57		Inici tall de circulació	0 days
58		Talla de vies desmuntatge de fixacions	0,375 days
59		Retirada de via	0,375 days
60		Retirada de balast	0,375 days
61		Excavació de caixa taulell	0,5 days
62		Muntatge de plaques alveolars	2 days
63		Formigonat de xapa de compressió	1,5 days
64		Impèrmeabilització del taulell	0,875 days
65		Reblert de cunyes de transició amb grava-ciment	1,25 days
66		Estessa de balast sobre taulell	0,375 days
67		Col·locació de travesses	0,375 days
68		Muntatge de via	0,375 days
69		Anivellació i batonat de via	0,375 days
70		TOT ELS TRAMS: Restitució de les instal·lacions de via	0,5 days
71		TOTS ELS TRAMS: Soldadura dels trams	0,625 days
72		RESTITUCIÓ DEL SERVEI FERROVIARI	0 days
73		**FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI**	**35,75 days**
74		TOTS ELS TRAMS: Neutralització de tensions	0,5 days
75		Restitució de les parcel·les costat riu	4 days
76		Restitució del cami de servei d'FGC, estesa de TOT-U	4 days
77		Execució d'elements de drenatge. Cuneta trapezoidal	9 days
78		Execució d'elements de drenatge. Cuneta triangular	9 days
79		Execució de muret guardabalast	6 days
80		Repasos d'obra	4,5 days
81		FINAL DE L'OBRA	0 days



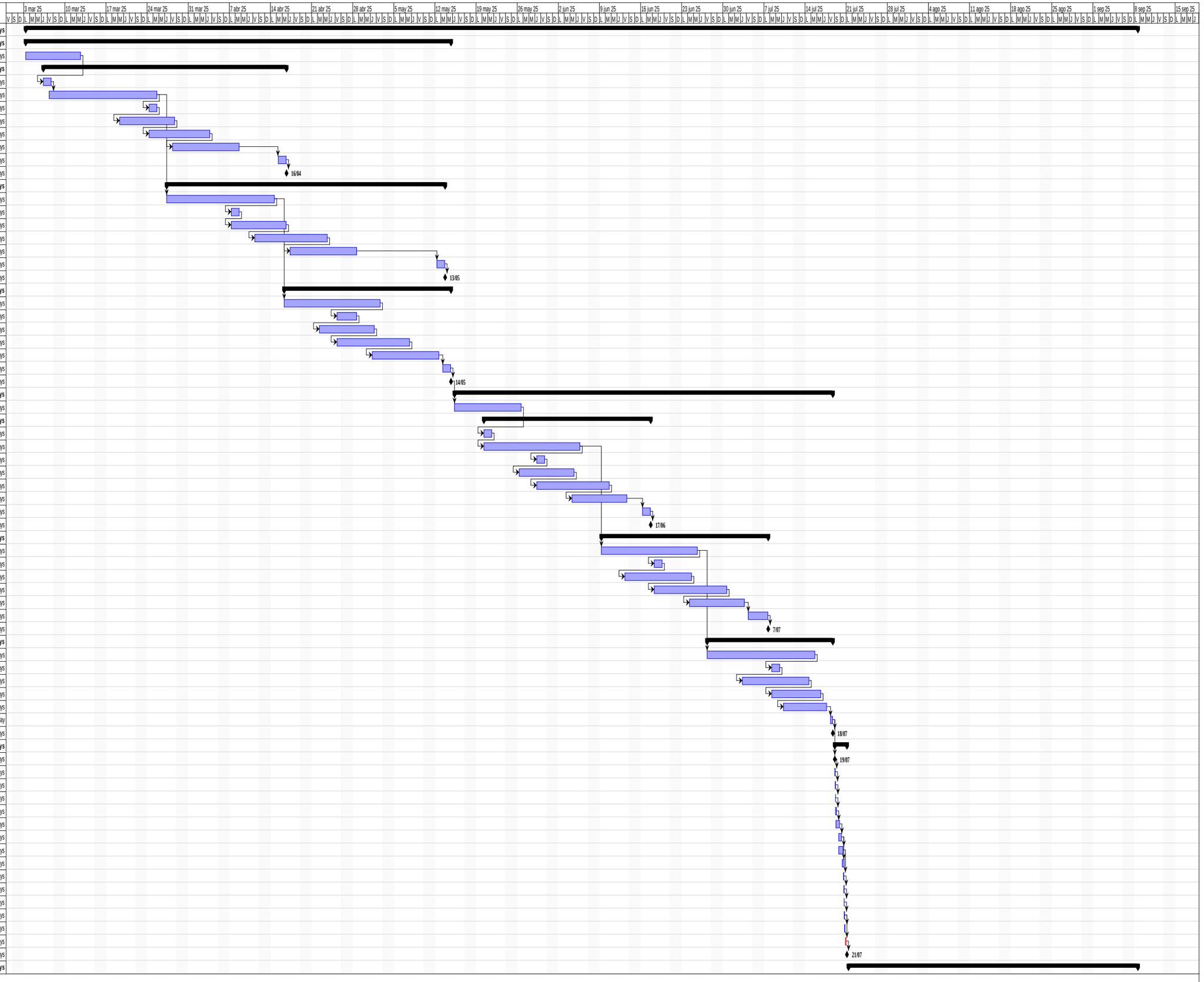
		Nombre	Duracion
1		**ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650**	**145,375 days**
2		**FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA**	**53 days**
3		Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days
4		**TRAM 1**	**30 days**
5		Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 +TRAM3	2 days
6		Execució de micropilons	13 days
7		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
8		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
9		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
10		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
11		Terraplenat de terres	2 days
12		Final del tram 1	0 days
13		**TRAM 2**	**34 days**
14		Execució de micropilons	13 days
15		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
16		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
17		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
18		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
19		Terraplenat de terres	2 days
20		Final del tram 2	0 days
21		**TRAM 3**	**21 days**
22		Execució de micropilons	13 days
23		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
24		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
25		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
26		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
27		Terraplenat de terres	2 days
28		Finals dels tram 3	0 days
29		**FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU**	**47 days**
56		**FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA**	**9,125 days**
73		**FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI**	**35,75 days**



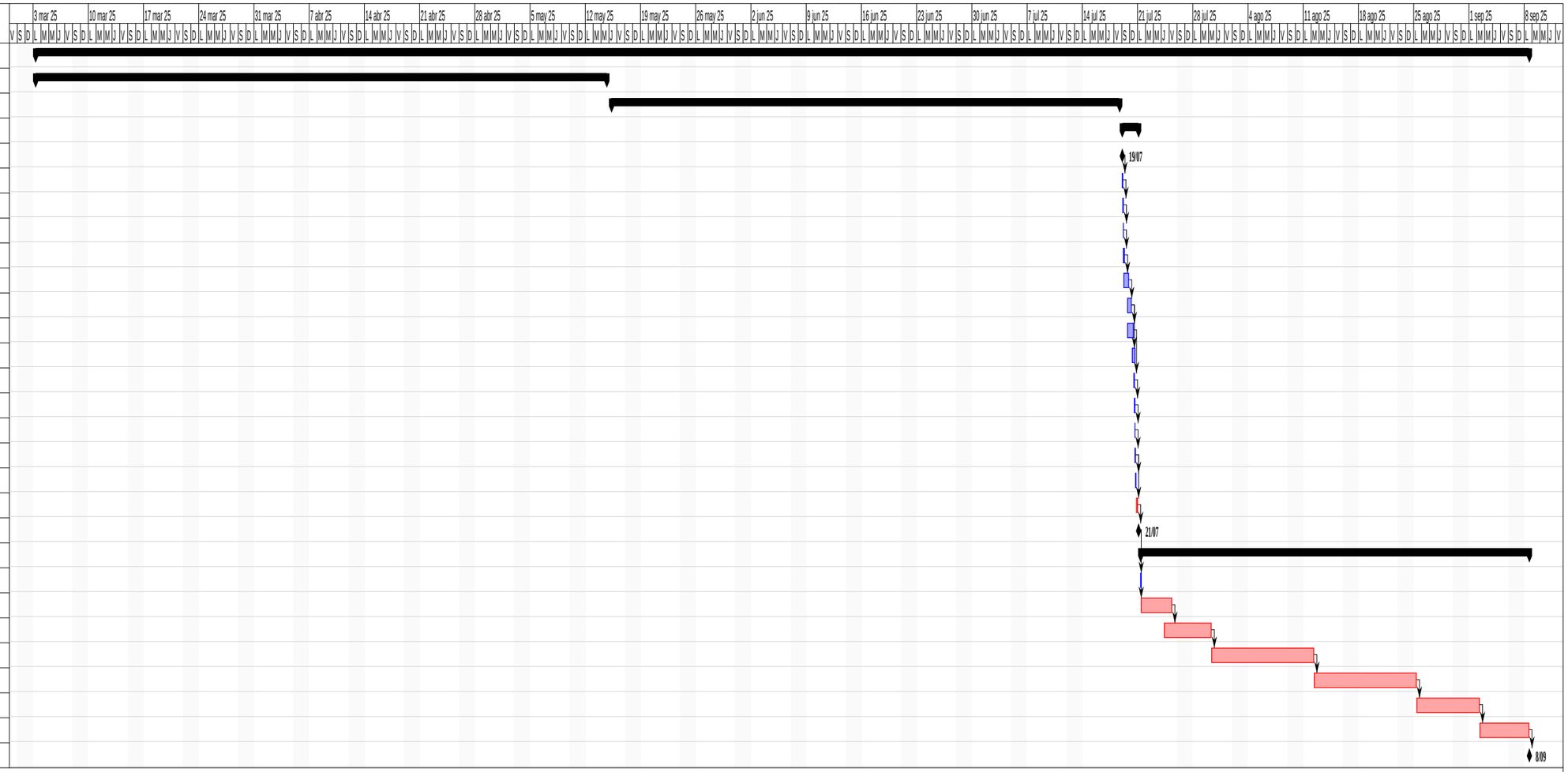
		Nombre	Duración
1		**ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650**	**145,375 days**
2		**FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA**	**53 days**
29		**FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU**	**47 days**
30		Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days
31		**TRAM 1**	**21 days**
32		Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 +TRAM3	2 days
33		Execució de micropilons	13 days
34		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
35		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
36		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
37		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
38		Terraplenat de terres	2 days
39		Final del tram 1	0 days
40		**TRAM 2**	**21 days**
41		Execució de micropilons	13 days
42		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
43		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
44		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
45		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
46		Terraplenat de terres	2 days
47		Final del tram 2	0 days
48		**TRAM 3**	**16 days**
49		Execució de micropilons	13 days
50		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
51		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
52		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	7 days
53		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	6 days
54		Terraplenat de terres	1 day
55		Final del tram 3	0 days
56		**FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA**	**9,125 days**
73		**FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI**	**35,75 days**



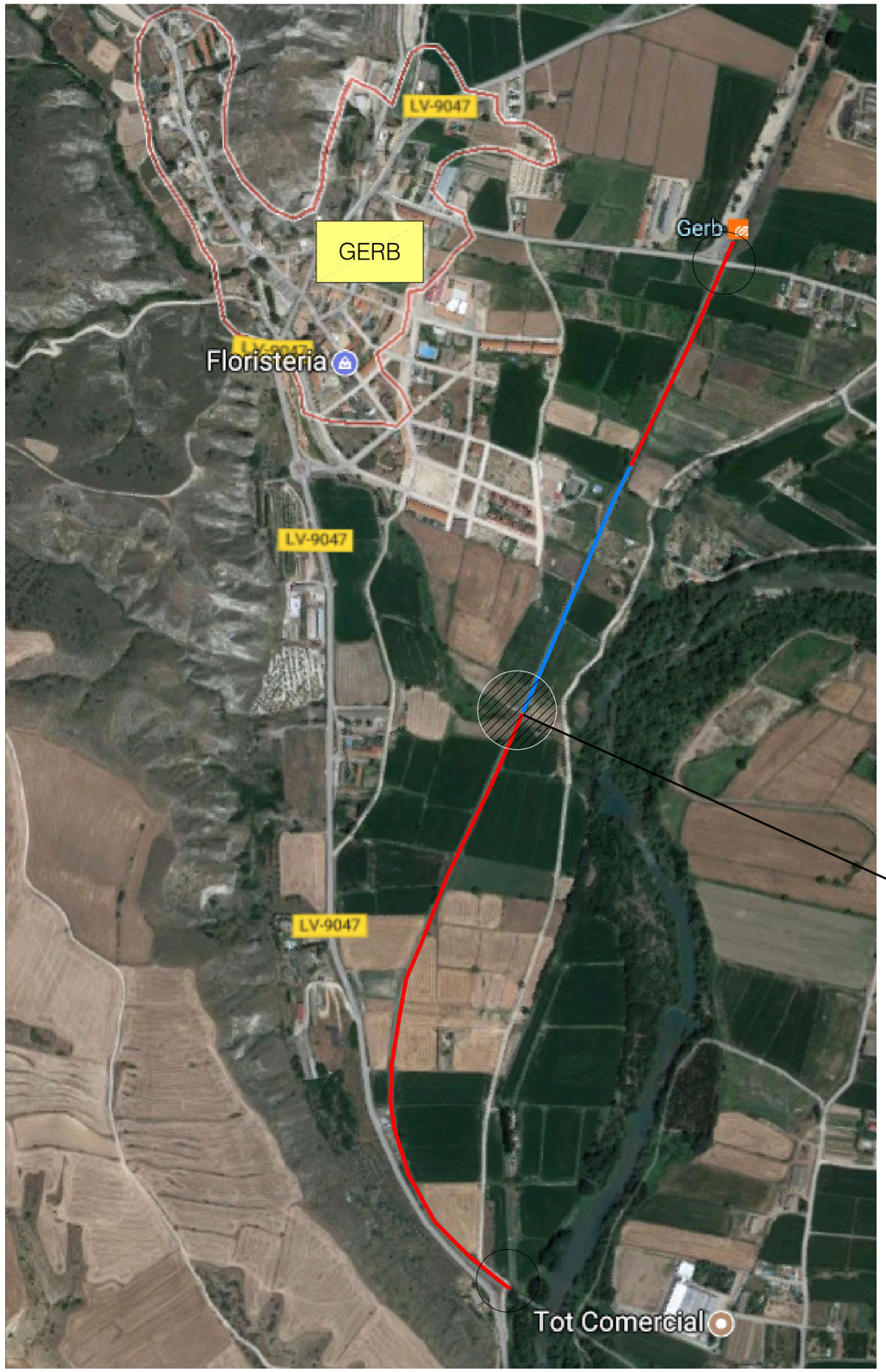
		Nombre	Duracion
1		**ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650**	**145,375 days**
2		**FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA**	**53 days**
3		Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days
4		**TRAM 1**	**30 days**
5		Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 +TRAM3	2 days
6		Execució de micropilons	13 days
7		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
8		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
9		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
10		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
11		Terraplenat de terres	2 days
12		Final del tram 1	0 days
13		**TRAM 2**	**34 days**
14		Execució de micropilons	13 days
15		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
16		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
17		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
18		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
19		Terraplenat de terres	2 days
20		Final del tram 2	0 days
21		**TRAM 3**	**21 days**
22		Execució de micropilons	13 days
23		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
24		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
25		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
26		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
27		Terraplenat de terres	2 days
28		Finals dels tram 3	0 days
29		**FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU**	**47 days**
30		Treballs previs i implantació. Tanca de protecció a via	8 days
31		**TRAM 1**	**21 days**
32		Excavació i rebaix de pista de treball. TOTA LONGITUD: TRAM 1-TRAM2 +TRAM3	2 days
33		Execució de micropilons	13 days
34		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
35		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
36		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
37		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
38		Terraplenat de terres	2 days
39		Final del tram 1	0 days
40		**TRAM 2**	**21 days**
41		Execució de micropilons	13 days
42		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
43		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
44		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	9 days
45		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	8 days
46		Terraplenat de terres	2 days
47		Final del tram 2	0 days
48		**TRAM 3**	**16 days**
49		Execució de micropilons	13 days
50		Excavació i rebaix del terreny a -0,90m	2 days
51		Excavació puntual a -1,60m cap de micro i col·locació de capitells	8 days
52		Encofrat i formigonat de capitells de micropilots i terraplenat	7 days
53		Armat, encofrat i formigonat de jàssera -L-	6 days
54		Terraplenat de terres	1 day
55		Final del tram 3	0 days
56		**FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA**	**9,125 days**
57		Inici tall de circulació	0 days
58		Talla de vies desmuntatge de fixacions	0,375 days
59		Retirada de via	0,375 days
60		Retirada de balast	0,375 days
61		Excavació de caixa taulell	0,5 days
62		Muntatge de plaques alveolars	2 days
63		Formigonat de xapa de compressió	1,5 days
64		Impermeabilització del taulell	0,875 days
65		Reblert de cunyes de transició amb grava-ciment	1,25 days
66		Estessa de balast sobre taulell	0,375 days
67		Col·locació de travesses	0,375 days
68		Muntatge de via	0,375 days
69		Anivellació i batonat de via	0,375 days
70		TOT ELS TRAMS: Restitució de les instal·lacions de via	0,5 days
71		TOTS ELS TRAMS: Soldadura dels trams	0,625 days
72		RESTITUCIÓ DEL SERVEI FERROVIARI	0 days
73		**FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI**	**35,75 days**

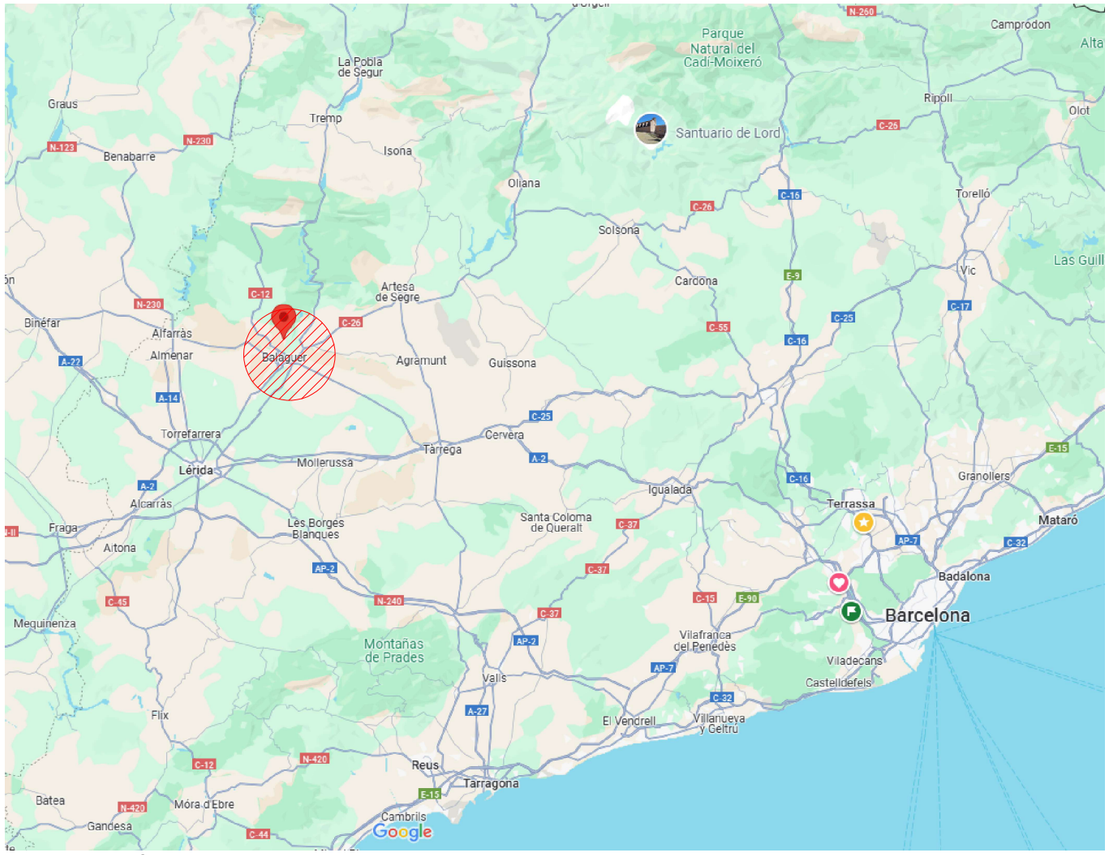


		Nombre	Duración	Inicio	Terminado
1		**ESTRUCTURA PONT GERB PK 29+650**	**145,375 days**	**3/03/25 8:00**	**8/09/25 15:20**
2		**FASE 1. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT MUNTANYA**	**53 days**	**3/03/25 8:00**	**14/05/25 17:00**
29		**FASE 2. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI-COSTAT RIU**	**47 days**	**15/05/25 8:00**	**18/07/25 17:00**
56		**FASE 3. TREBALLS AMB TALL DE LA LINÍA - CAP DE SETMANA**	**9,125 days**	**19/07/25 2:00**	**21/07/25 3:20**
57		Inici tall de circulació	0 days	19/07/25 2:00	19/07/25 2:00
58		Talla de vies desmuntatge de fixacions	0,375 days	19/07/25 2:00	19/07/25 5:00
59		Retirada de via	0,375 days	19/07/25 3:00	19/07/25 6:00
60		Retirada de balast	0,375 days	19/07/25 4:00	19/07/25 7:00
61		Excavació de caixa taulell	0,5 days	19/07/25 5:00	19/07/25 9:05
62		Muntatge de plaques alveolars	2 days	19/07/25 7:00	19/07/25 23:10
63		Formigonat de xapa de compressió	1,5 days	19/07/25 18:10	20/07/25 6:10
64		Impermeabilització del taulell	0,875 days	20/07/25 5:10	20/07/25 12:15
65		Reblert de cunyes de transició amb grava-ciment	1,25 days	20/07/25 8:15	20/07/25 18:20
66		Estessa de balast sobre taulell	0,375 days	20/07/25 13:15	20/07/25 16:20
67		Col·locació de travesses	0,375 days	20/07/25 14:15	20/07/25 17:20
68		Muntatge de via	0,375 days	20/07/25 15:15	20/07/25 18:20
69		Anivellació i batonat de via	0,375 days	20/07/25 16:20	20/07/25 19:20
70		TOT ELS TRAMS: Restitució de les instal·lacions de via	0,5 days	20/07/25 17:20	20/07/25 21:20
71		TOTS ELS TRAMS: Soldadura dels trams	0,625 days	20/07/25 20:20	21/07/25 1:20
72		RESTITUCIÓ DEL SERVEI FERROVIARI	0 days	21/07/25 3:20	21/07/25 3:20
73		**FASE 4. TREBALL AMB SERVEI FERROVIARI**	**35,75 days**	**21/07/25 9:20**	**8/09/25 15:20**
74		TOTS ELS TRAMS: Neutralització de tensions	0,5 days	21/07/25 9:20	21/07/25 13:20
75		Restitució de les parcel·les costat riu	4 days	21/07/25 11:20	25/07/25 10:20
76		Restitució del camí de servei d'FGC, estesa de TOT-U	4 days	24/07/25 10:20	30/07/25 10:20
77		Execució d'elements de drenatge. Cuneta trapezoidal	9 days	30/07/25 10:20	12/08/25 10:20
78		Execució d'elements de drenatge. Cuneta triangular	9 days	12/08/25 10:20	25/08/25 10:20
79		Execució de mureta guardabalast	6 days	25/08/25 10:20	2/09/25 10:20
80		Repassos d'obra	4,5 days	2/09/25 10:20	8/09/25 15:20
81		FINAL DE L'OBRA	0 days	8/09/25 15:20	8/09/25 15:20



DOCUMENT NÚM. 2
PLÀNOLS





SITUACIÓ
MUNICIPI DE GERB - LLEIDA

ZONA ACTUACIÓ´:
PK 29+522 A PK 29+661

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES ORIGINALS 0 GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL ORTOFOTO – EMPLAÇAMENT I SITUACIÓ GENERAL DE L'ACTUACIÓ –	DATA JULIOL 2024	NÚM. PLÀNOL 01
									NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	FULL 1 DE 1

A ESTACIÓ GERB

139,00m

TRAM 1 - 53.00 m

TRAM 2 - 46.00 m

TRAM 3 - 40.00 m

29+522

SR-2-ELL
29+550

29+575

29+600

29+621

SR-3-EB-P
29+640

29+661

MICROPILOT c/2.00m
PERFORACIÓ 275mm
ARMADURA TUBULAR
N80 219,10x12,5mm

SIFÓ 18

SIFÓ 19

0.22

2.00

ENFONSSAMENT
JULIOL 2023

SIFÓ 18

SIFÓ 19

COMUNITAT
REGANTS
SIFÓ 20

28.00m

25.00m

53.00

MICROPILOT c/2.00m
PERFORACIÓ 275mm
ARMADURA TUBULAR
N80 219,10x12,5mm

SR-2-

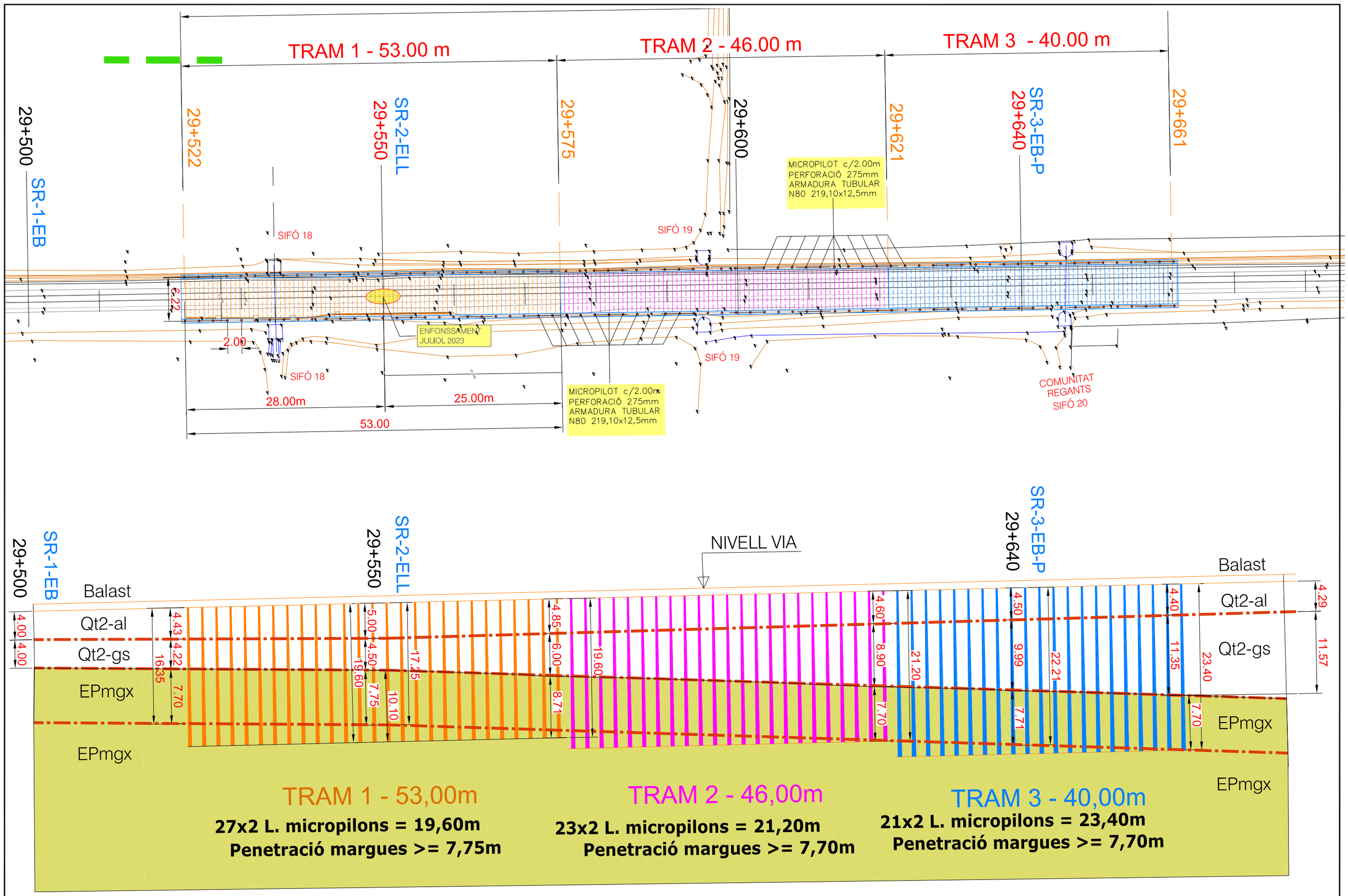
29+

SR-3-EB-

29+64

NIVELL VIA

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL PLANTA LOCALITZACIÓ ESTRUCTURA	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 02 / FULL 1 DE 2



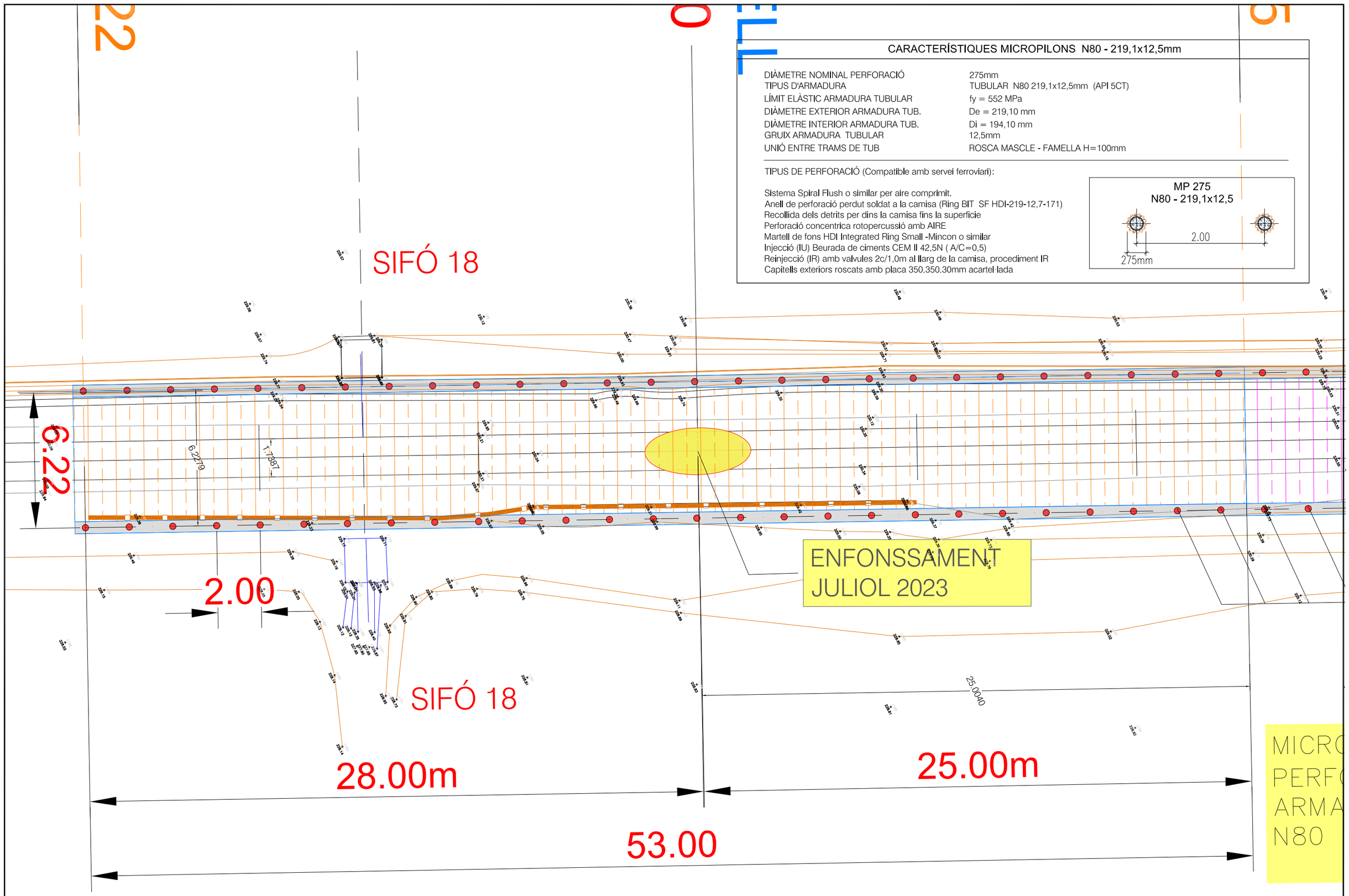
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL SECCIÓ LONGITUDINAL GENERAL	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 03 / FULL 2 DE 2

CARACTERÍSTIQUES MICROPILONS N80 - 219,1x12,5mm

DIÀMETRE NOMINAL PERFORACIÓ	275mm
TIPUS D'ARMADURA	TUBULAR N80 219,1x12,5mm (API 5CT)
LÍMIT ELÀSTIC ARMADURA TUBULAR	fy = 552 MPa
DIÀMETRE EXTERIOR ARMADURA TUB.	De = 219,10 mm
DIÀMETRE INTERIOR ARMADURA TUB.	Di = 194,10 mm
GRUIX ARMADURA TUBULAR	12,5mm
UNIÓ ENTRE TRAMS DE TUB	ROSCA MASCLE - FAMELLA H=100mm

TIPUS DE PERFORACIÓ (Compatible amb servei ferroviari):

Sistema Spiral Flush o similar per aire comprimit.
Anell de perforació perdut soldat a la camisa (Ring BIT SF HDI-219-12,7-171)
Recollida dels detrits per dins la camisa fins la superficie
Perforació concentrica rotopercussió amb AIRE
Martell de fons HDI Integrated Ring Small -Mincon o similar
Injecció (IU) Beurada de ciments CEM II 42,5N (A/C=0,5)
Reinjecció (IR) amb valvules 2c/1,0m al llarg de la camisa, procediment IR
Capitells exteriors roscats amb placa 350.350.30mm acartel·lada



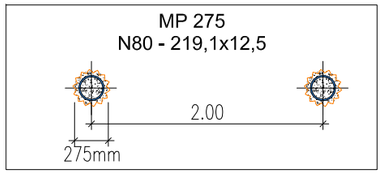
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA, Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL DETALL PLANTA TRAM 1	DATA JULIOL 2024	NÚM. PLÀNOL 04
								NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	FULL 1 DE 3

CARACTERÍSTIQUES MICROPILONS N80 - 219,1x12,5mm

DIÀMETRE NOMINAL PERFORACIÓ	275mm
TIPUS D'ARMADURA	TUBULAR N80 219,1x12,5mm (API 5CT)
LÍMIT ELÀSTIC ARMADURA TUBULAR	fy = 552 MPa
DIÀMETRE EXTERIOR ARMADURA TUB.	De = 219,10 mm
DIÀMETRE INTERIOR ARMADURA TUB.	Di = 194,10 mm
GRUIX ARMADURA TUBULAR	12,5mm
UNIÓ ENTRE TRAMS DE TUB	ROSCA MASCLE - FAMELLA H=100mm

TIPUS DE PERFORACIÓ (Compatible amb servei ferroviari):

Sistema Spiral Flush o similar per aire comprimit.
Anell de perforació perdut soldat a la camisa (Ring BIT SF HDI-219-12,7-171)
Recollida dels detrits per dins la camisa fins la superficie
Perforació concentrica rotopercussió amb AIRE
Martell de fons HDI Integrated Ring Small -Mincon o similar
Injecció (IU) Beurada de ciments CEM II 42,5N (A/C=0,5)
Reinjecció (IR) amb valvules 2c/1,0m al llarg de la camisa, procediment IR
Capitells exteriors roscats amb placa 350.350.30mm acartel·lada

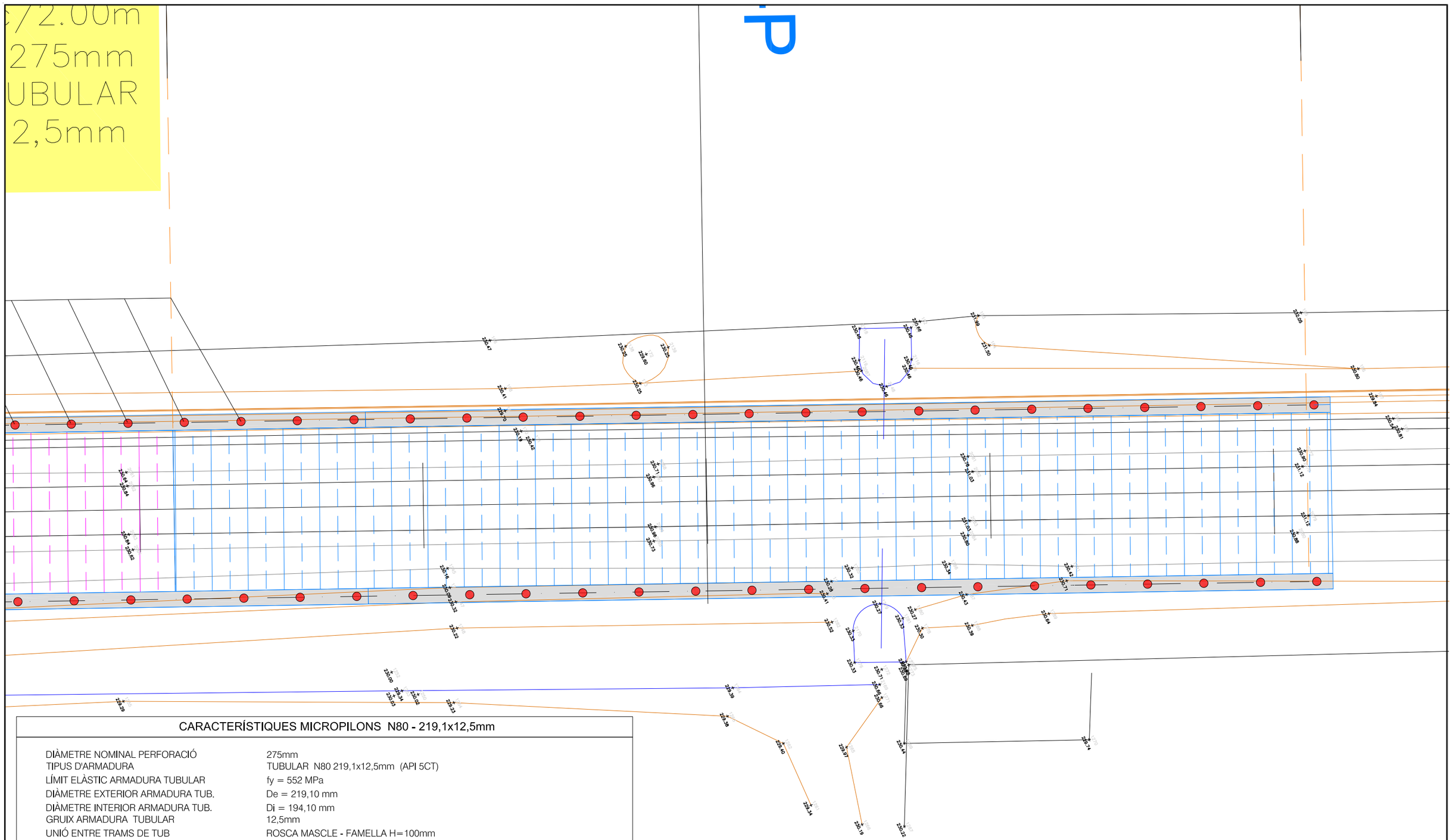


MICROPILOT c/2.00m
PERFORACIÓ 275mm
ARMADURA TUBULAR
N80 219,10x12,5mm

SIFÓ 19

SIFÓ 19

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL DETALL PLANTA TRAM 2	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 05 / FULL 2 DE 3

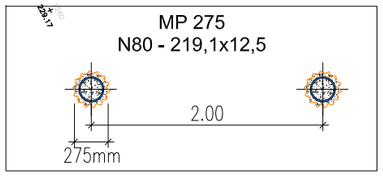


CARACTERÍSTIQUES MICROPILONS N80 - 219,1x12,5mm

DIÀMETRE NOMINAL PERFORACIÓ	275mm
TIPUS D'ARMADURA	TUBULAR N80 219,1x12,5mm (API 5CT)
LÍMIT ELÀSTIC ARMADURA TUBULAR	fy = 552 MPa
DIÀMETRE EXTERIOR ARMADURA TUB.	De = 219,10 mm
DIÀMETRE INTERIOR ARMADURA TUB.	Di = 194,10 mm
GRUIX ARMADURA TUBULAR	12,5mm
UNIÓ ENTRE TRAMS DE TUB	ROSCA MASCLE - FAMELLA H=100mm

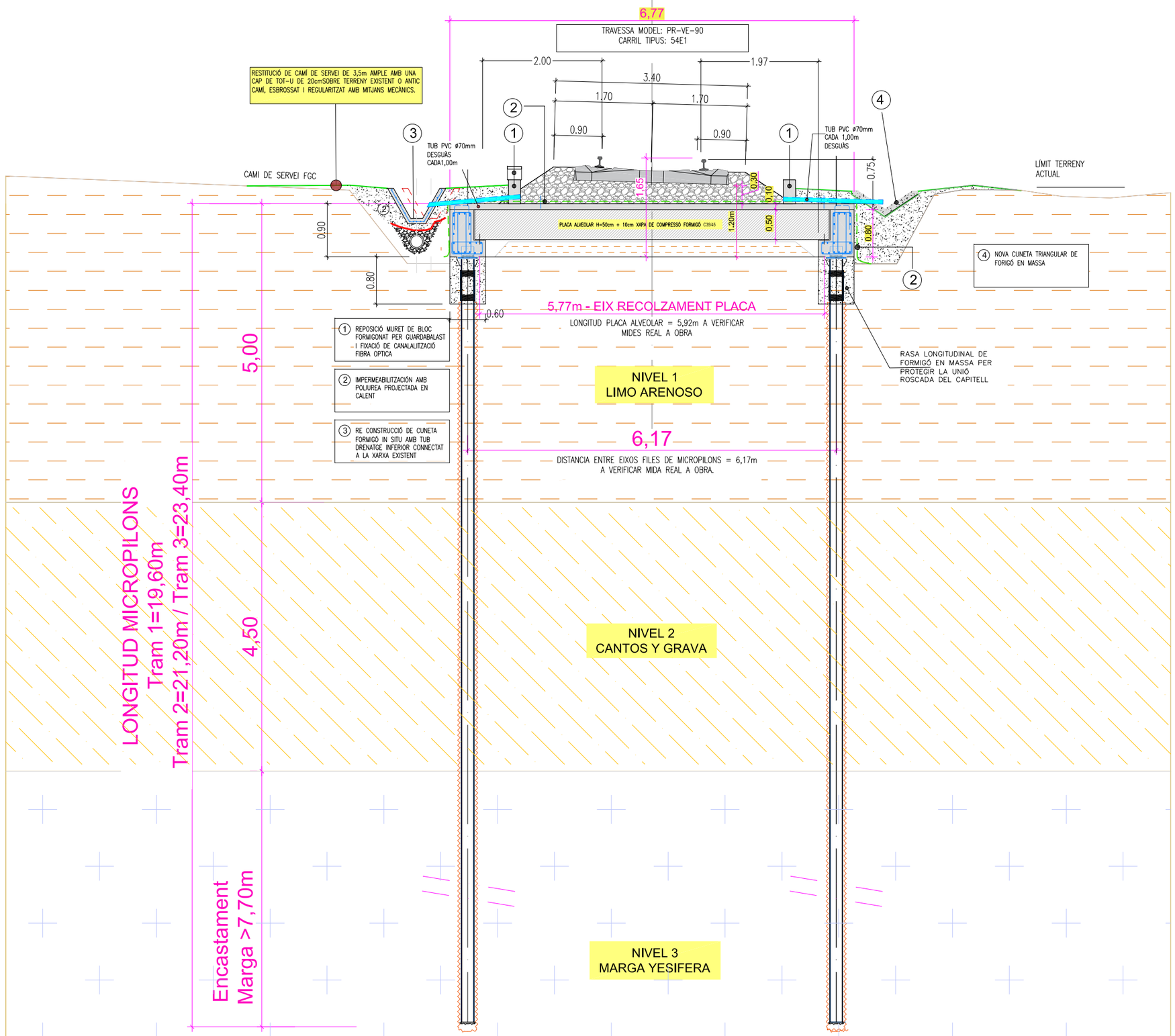
TIPUS DE PERFORACIÓ (Compatible amb servei ferroviari):

Sistema Spiral Flush o similar per aire comprimit.
Anell de perforació perdut soldat a la camisa (Ring BIT SF HDI-219-12,7-171)
Recollida dels detrits per dins la camisa fins la superficie
Perforació concentrica rotopercussió amb AIRE
Martell de fons HDI Integrated Ring Small -Mincon o similar
Injecció (IU) Beurada de ciments CEM II 42,5N (A/C=0,5)
Reinjecció (IR) amb valvules 2c/1,0m al llarg de la camisa, procediment IR
Capitells exteriors roscats amb placa 350.350.30mm acartel·lada



COMUNITAT REGANTS SIFÓ 20

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL DETALL PLANTA TRAM 3	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 06 / FULL3 DE 3



FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Área de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÁFIQUES	NOM DEL PLÀNOL SECCIÓ TRANSVERSAL TIPUS TRAM 1	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 07 / FULL 1 DE 1

6,77

TRAVESSA MODEL: PR-VE-90
CARRIL TIPUS: 54E1

DE CAMÍ DE SERVEI DE 3,5m AMPLE AMB UNA
T-U DE 20cmSOBRE TERRENY EXISTENT O ANTIC
OSSAT I REGULARITZAT AMB MITJANS MECÀNICS.

2.00
1.97
3.40
1.70
1.70
0.90
0.90

TUB PVC ø70mm
DESGUÀS
CADA1,00m

TUB PVC ø70mm
CADA 1,00m
DESGUÀS

RVEI FGC

1,65
0.30
0,10
0.75
0.90
0.80
1.20m
0,50
0.80

PLACA ALVEOLAR H=50cm + 10cm XAPA DE COMPRESSÓ FORMIGÓ C35/45

4 NOVA CUN
FORIGÓ EN

0.60

5,77m - EIX RECOLZAMENT PLACA

LONGITUD PLACA ALVEOLAR = 5,92m A VERIFICAR
MIDES REAL A OBRA

1 REPOSICIÓ MURET DE BLOC FORMIGONAT PER GUARDABALAST I FIXACIÓ DE CANALALITZACIÓ FIBRA OPTICA

2 IMPERMEABILITZACIÓN AMB POLIUREA PROJECTADA EN CALENT

3 RE CONSTRUCCIÓ DE CUNETA FORMIGÓ IN SITU AMB TUB DRENATGE INFERIOR CONNECTAT A LA XARXA EXISTENT

RASA LONGITUDINAL DE FORMIGÓ EN MASSA PER PROTEGIR LA UNIÓ ROSCADA DEL CAPITELL

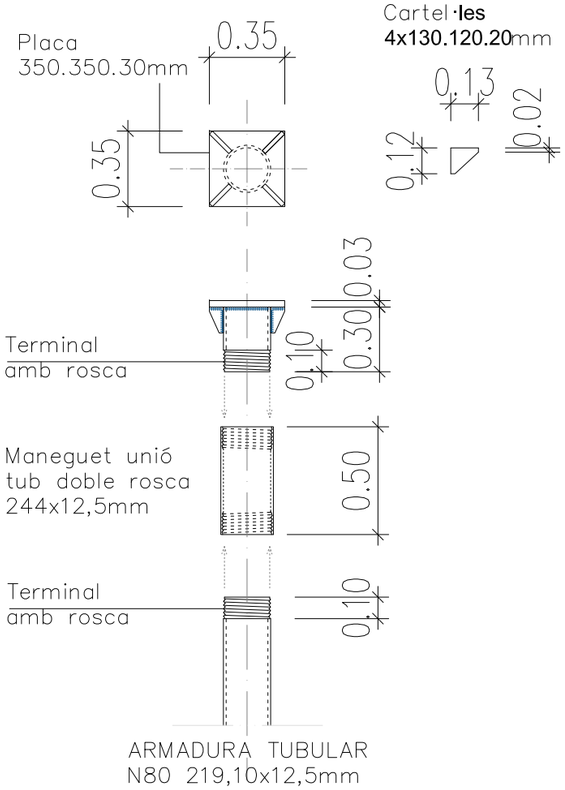
NIVEL 1
LIMO ARENOSO

6,17

DISTANCIA ENTRE EIXOS FILES DE MICROPILONS = 6,17m
A VERIFICAR MIDA REAL A OBRA.

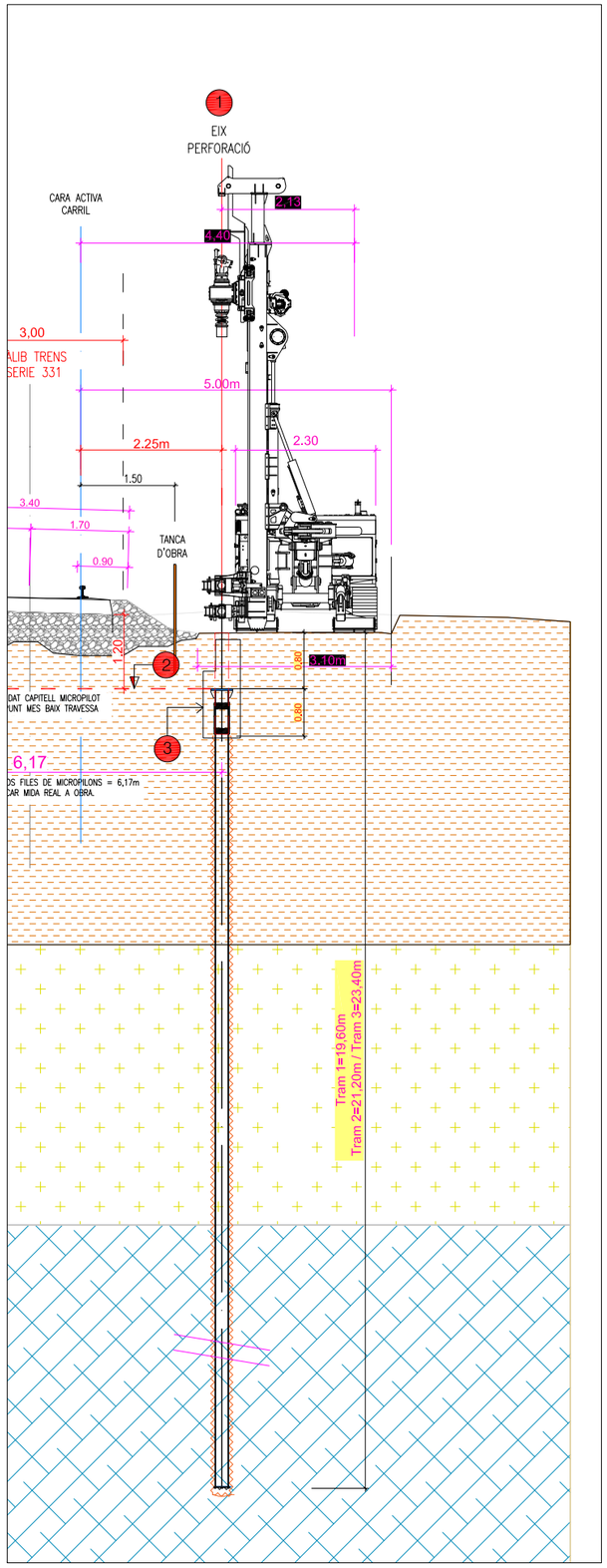
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL DETALL SECIÓ TRANSVERSAL LLOSA DE VIA SECCIÓ TIPUS	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 08 / FULL 1 DE 1

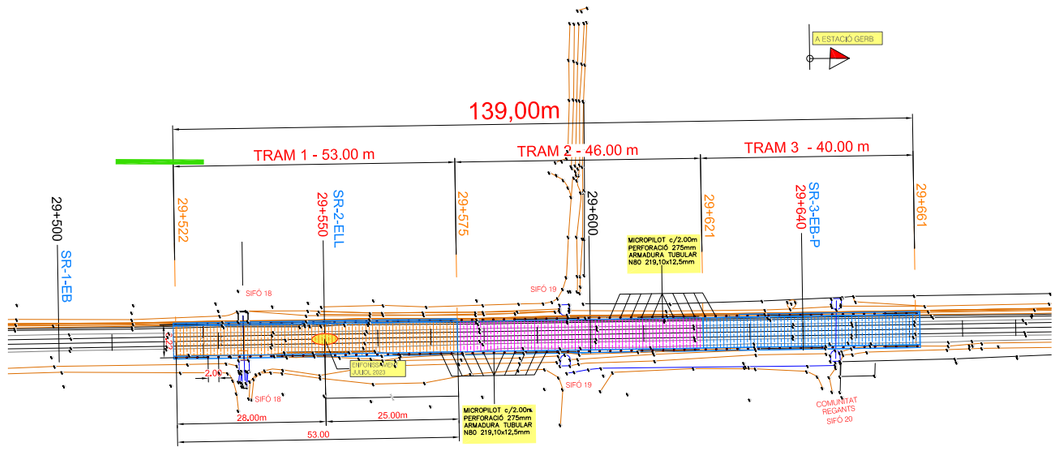
CAPITELL ACER S355
MICROPILÓ N80 219,1x12,5mm

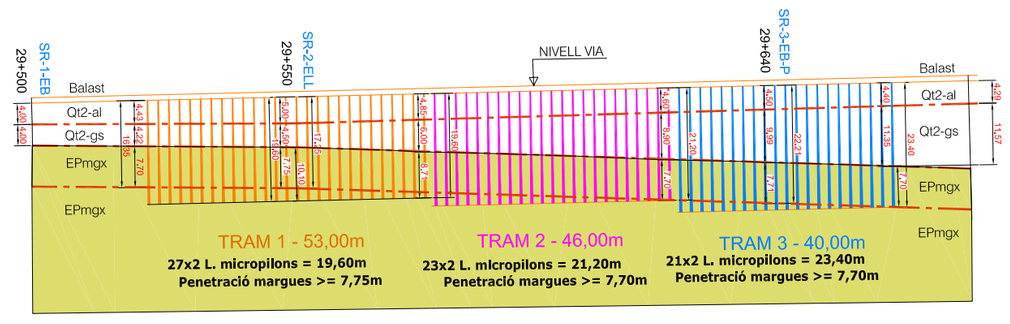


POSICIONAMENT DE MICROPILONS:

1. EIX PERFORACIO A 2,25m DE LA CARA ACTIVA DEL CARRIL.
2. COTA SUPERIOR CAPITELL A 1,20m DEL PUNT MES BAIX DE LA TRAVESSA SEGONS PERALT.
3. EL CAPITELL HA DE QUEDAR DINS UNA RASSA DE 60cm AMPLADA I 60cm DE PROFUNDITAT DE FORMIGÓ EN MASSA PER PROTECCIÓ DE L'UNIÓ DEL CAPITELL.







Tram 1. 27+27 micropilons de L=19,60m

Tram 2. 23+23 micropilons de L=21,20m

Tram 3. 21+21 micropilons de L=23,40m

QUADRE DE MATERIALS

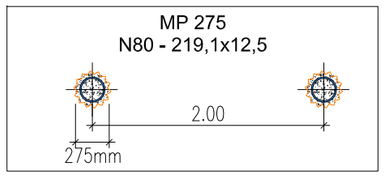
ARMADURA PRETENSADA:	Y1860 S7
ARMADURA PASIVA:	B 500S
FORMIGÓ IN SITU:	C35/45
FORMIGÓ PREFABRICAT:	C45/55
RECOBRIMENT BIGUES IN SITU:	40mm
OBERTURA MÀXIMA FISSURES (wk):	0,3mm
RECOBRIMENT CAMISA MICROS:	30mm
ACER PLAQUES I CARTEL.LES:	S355
ACER CAMISA MICROPILONS:	N80

CARACTERÍSTIQUES MICROPILONS N80 - 219,1x12,5mm

DIÀMETRE NOMINAL PERFORACIÓ	275mm
TIPUS D'ARMADURA	TUBULAR N80 219,1x12,5mm (API 5CT)
LÍMIT ELÀSTIC ARMADURA TUBULAR	fy = 552 MPa
DIÀMETRE EXTERIOR ARMADURA TUB.	De = 219,10 mm
DIÀMETRE INTERIOR ARMADURA TUB.	Di = 194,10 mm
GRUIX ARMADURA TUBULAR	12,5mm
UNIÓ ENTRE TRAMS DE TUB	ROSCA MASCLE - FAMELLA H=100mm

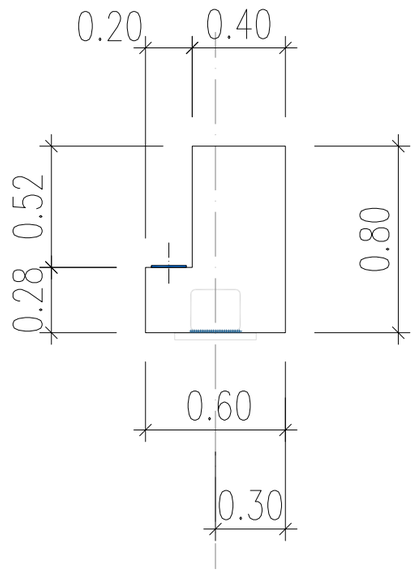
TIPUS DE PERFORACIÓ (Compatible amb servei ferroviari):

Sistema Spiral Flush o similar per aire comprimit.
Anell de perforació perdut soldat a la camisa (Ring BIT SF HDI-219-12,7-171)
Recollida dels detrits per dins la camisa fins la superficie
Perforació concentrica rotopercussió amb AIRE
Martell de fons HDI Integrated Ring Small -Mincon o similar
Injecció (IU) Beurada de ciments CEM II 42,5N (A/C=0,5)
Reinjecció (IR) amb valvules 2c/1,0m al llarg de la camisa, procediment IR
Capitells exteriors roscats amb placa 350.350.30mm acartel·lada

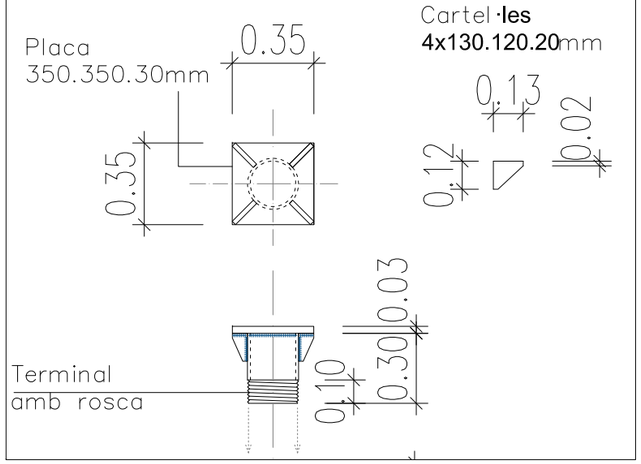


FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL DETALLS ARMAT BIGUES LONGITUDINALS I CAPITELLS MICROPILOTS	DATA JULIOL 2024	NÚM. PLÀNOL 09
									NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	FULL 1 DE 1

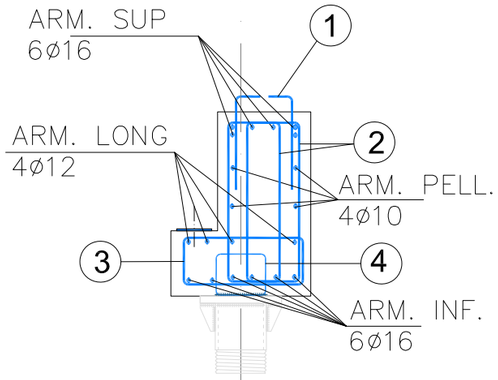
GEOMETRIA SECCIÓ BIGA LONGITUDINAL –L–



CAPITELL ACER S355
MICROPILÓ N80 219,1x12,5mm



DETALL ARMAT JÀSSERES LONGITUDINALS

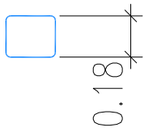


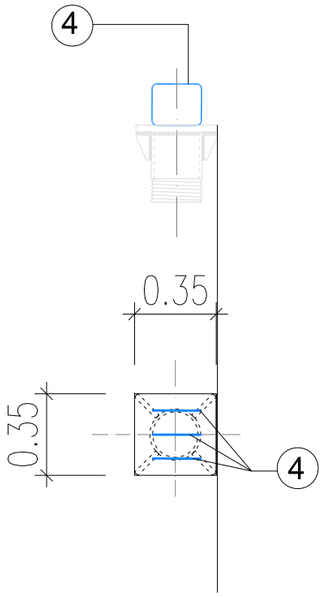
1. Connexió xapa.
   2ø12c/150
   L=40+8P

2. ARM. TRANSV.
   2eø8c/150
   (72x32)+(72x14)

3. ARM. TRANSV.
   1eø8c/150
   (52X22)

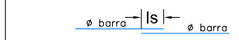
4. CÈRCOL SOLDAT
   3eø12c/10
   (20X18)





QUADRE DE MATERIALS	
ARMADURA PRETENSADA:	Y1860 S7
ARMADURA PASIVA:	B 500S
FORMIGÓ IN SITU:	C35/45
FORMIGÓ PREFABRICAT:	C45/55
RECOBRIMENT BIGUES IN SITU:	40mm
OBERTURA MÀXIMA FISSURES (wk):	0,3mm
RECOBRIMENT CAMISA MICROS:	30mm
ACER PLAQUES I CARTEL.LES:	S355
ACER CAMISA MICROPILONS:	N80

LONGITUD SOLAPAMENT BARRES

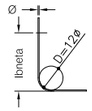


HA–40 / B–500 S

ARMAT LLOSES	INFERIOR ls	SUPERIOR ls
ø 8	30 cm	40 cm
ø10	35 cm	50 cm
ø12	45 cm	60 cm
ø16	56 cm	80 cm
ø20	70 cm	100 cm
ø25	96 cm	135 cm

Distancia > 10 ø
100% Barres solapades

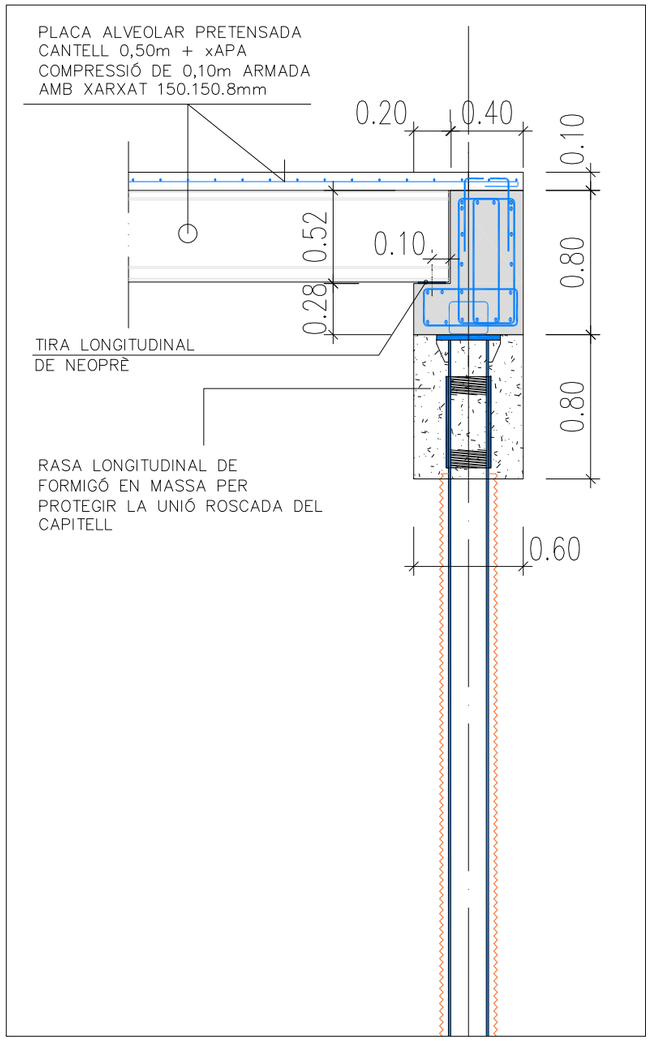
DOBLEGAT I ANCORATGE D'ARMAT



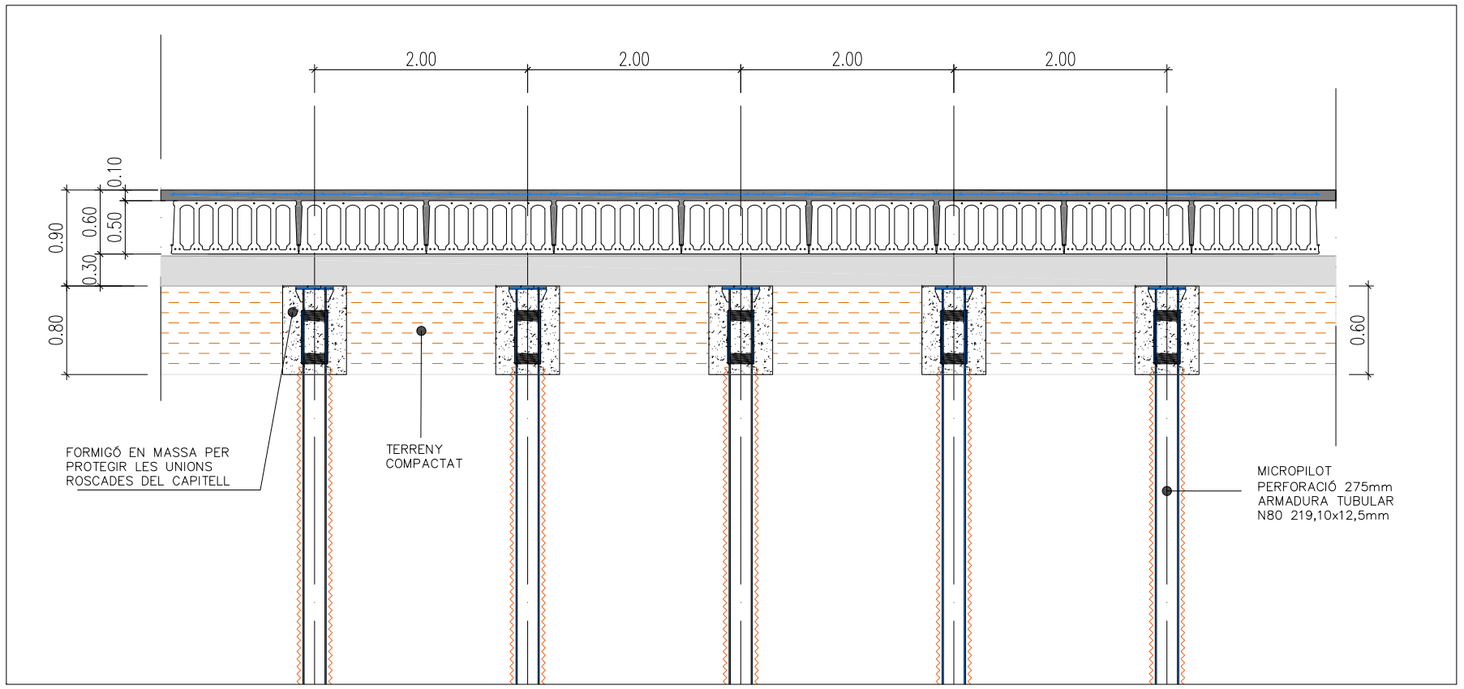
ACER CORRUGAT: B–500S

PER ESTREPS
POTES I GANTXOS: D=4ø

LLOSES HA–40 / B–500 S CRITERIS D'ANCORATGE MINIMS	INFERIOR –lb neta–	SUPERIOR –lb neta–
ø 8	15 cm	20 cm
ø10	17 cm	25 cm
ø12	21 cm	30 cm
ø16	28 cm	40 cm
ø20	35 cm	50 cm
ø25	50 cm	67 cm



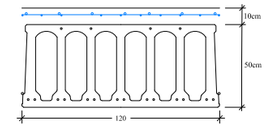
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL DETALLS ARMAT BIGUES LONGITUDINALS I CAPITELLS MICROPILOTS	DATA JULIOL 2024 NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 10 FULL 1 DE 1



TAULA CARACTERÍSTIQUES PLACA ALVEOLAR PL50+10

CANTELL PLACA ALVEOLAR	h=0,50m
GRUIX XAPA COMPRESSIÓ	c=0,10m
CANTELL TOTAL DEL FORJAT	h=0,60m
PES ELEMENTS PREFABRICAT	w=7,55 kN/m2
PES FORMIGÓ IN SITU	wf=1,39 kN/m2
PES TOTAL DEL FORJAT	Wt=8,94 kN/m2
ARMADURA PRETENSADA	Y1860 S7
FORMIGÓ IN SITU	C35/45
FORMIGÓ PREFABRICAT	C45/55
MOMENT ÚLTIM FLEXIÓ POSITIVA	Mu=912,50 kN·m/m
RIGIDESA NO FISSURADA	EIh =463500 kN·m2/m
RIGIDESA FISSURADA	EIf =457300 kN·m2/m
MOMENT FISSURACIÓ (descompressió)	Mfis=504,70 kN·m/m
ESFORÇ TALANT ÚLTIM	Vu=290,40 kN/m

ARMAT XAPA DE COMPRESSIÓ #150x150x8mm

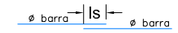


MOMENT FLECTOR DE CÀCLUL	Md=717,95 kN· m/m
ESFORÇ TALANT DE CÀLCUL	Vd=272,36 kN/m
MOMENT SERVEI (comb. freqüent)	Mfis=478,14 kN· m/m
DEFORMACIÓ MÀXIMA ADMISSIBLE	dmax=L/1000 = 5,800mm

QUADRE DE MATERIALS

ARMADURA PRETENSADA:	Y1860 S7
ARMADURA PASIVA:	B 500S
FORMIGÓ IN SITU:	C35/45
FORMIGÓ PREFABRICAT:	C45/55
RECOBRIMENT BIGUES IN SITU:	40mm
OBERTURA MÀXIMA FISSURES (wk):	0,3mm
RECOBRIMENT CAMISA MICROS:	30mm
ACER PLAQUES I CARTEL.LES:	S355
ACER CAMISA MICROPILONS:	N80

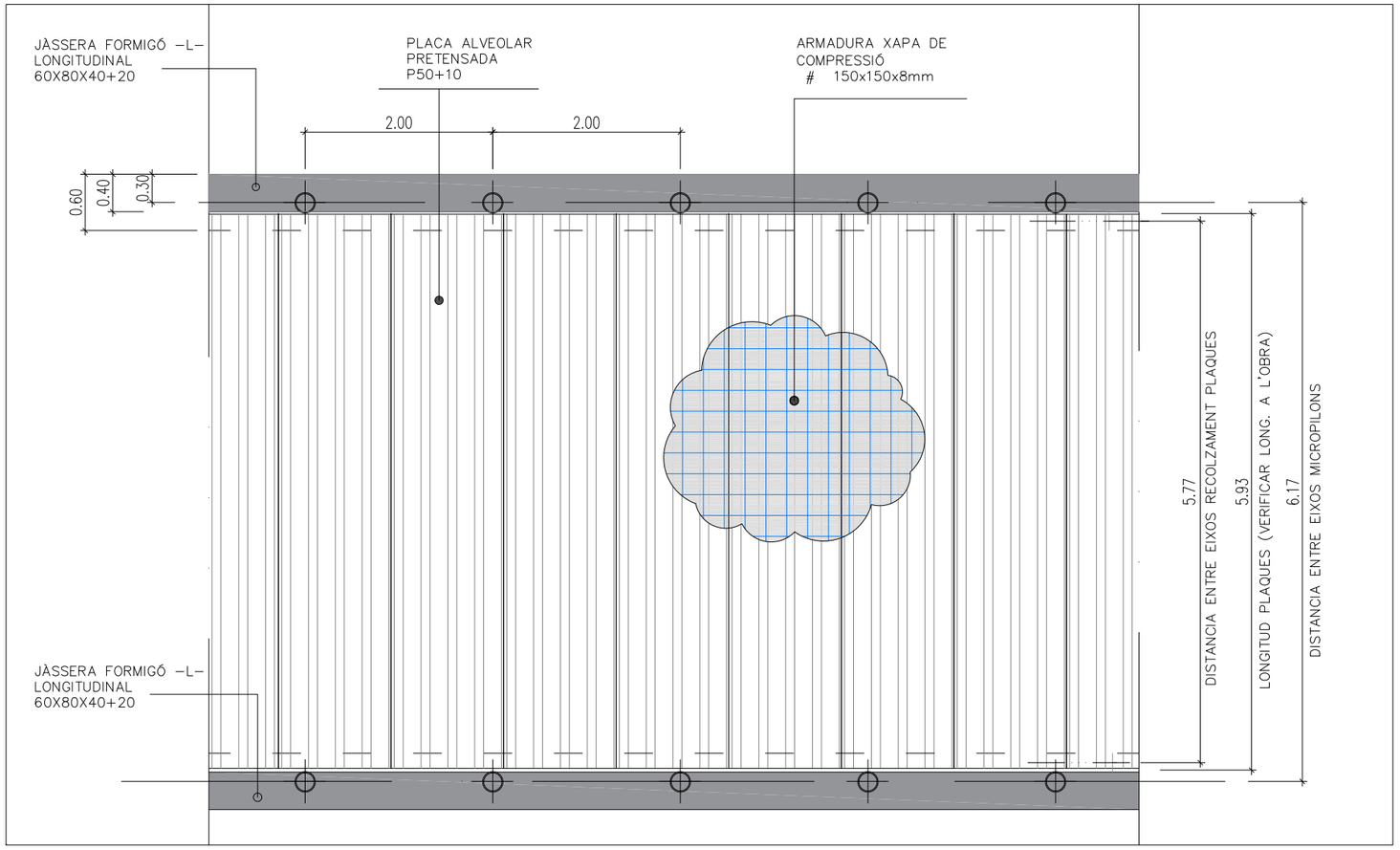
LONGITUD SOLAPAMENT BARRES

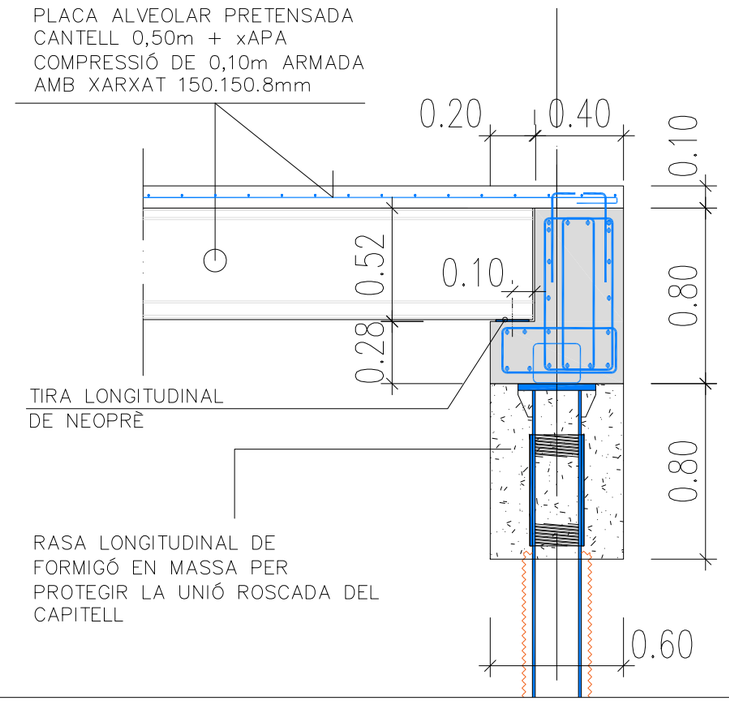


HA-40 / B-500 S

ARMAT LLOSES	INFERIOR ls	SUPERIOR ls
ø 8	30 cm	40 cm
ø10	35 cm	50 cm
ø12	45 cm	60 cm
ø16	56 cm	80 cm
ø20	70 cm	100 cm
ø25	96 cm	135 cm

Distancia > 10 ø
100% Barres solapades

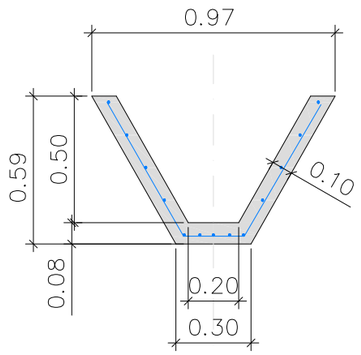




FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL DETALLS ARMAT BIGUES LONGITUDINALS I CAPITELLS MICROPILOTS	DATA JULIOL 2024	NÚM. PLÀNOL 11
								NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	FULL 1 DE 1

CU-1

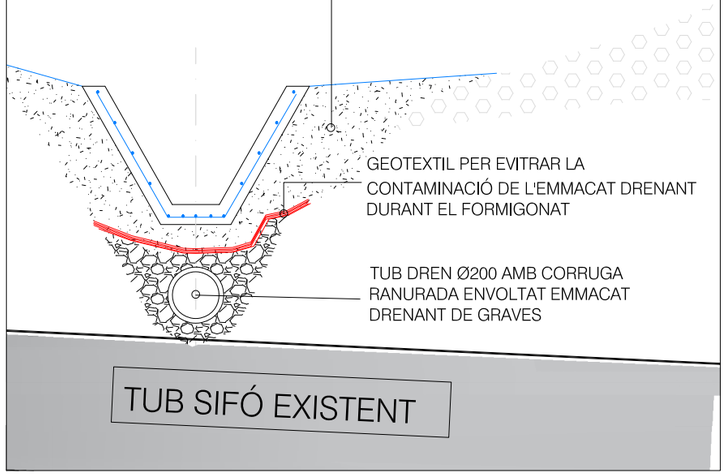
CUNETA IN-SITU FORMIGÓ



GRUIX FORMIGÓ 10cm.
FORMIGÓ IN SITU C25/35
ARMADURA B500S:
#ø6mm 100x100mm

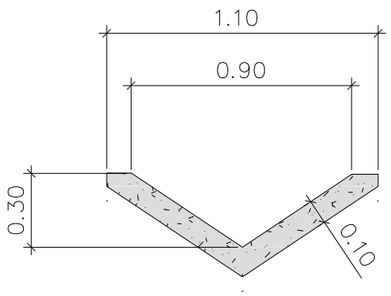
CU-1

CUNETA IN-SITU FORMIGÓ



CU-2

CUNETA IN-SITU FORMIGÓ

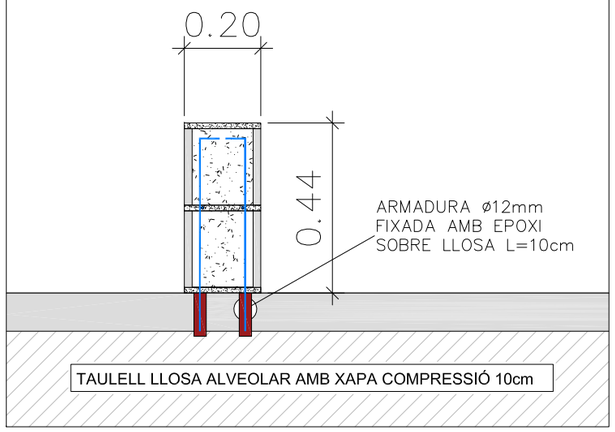


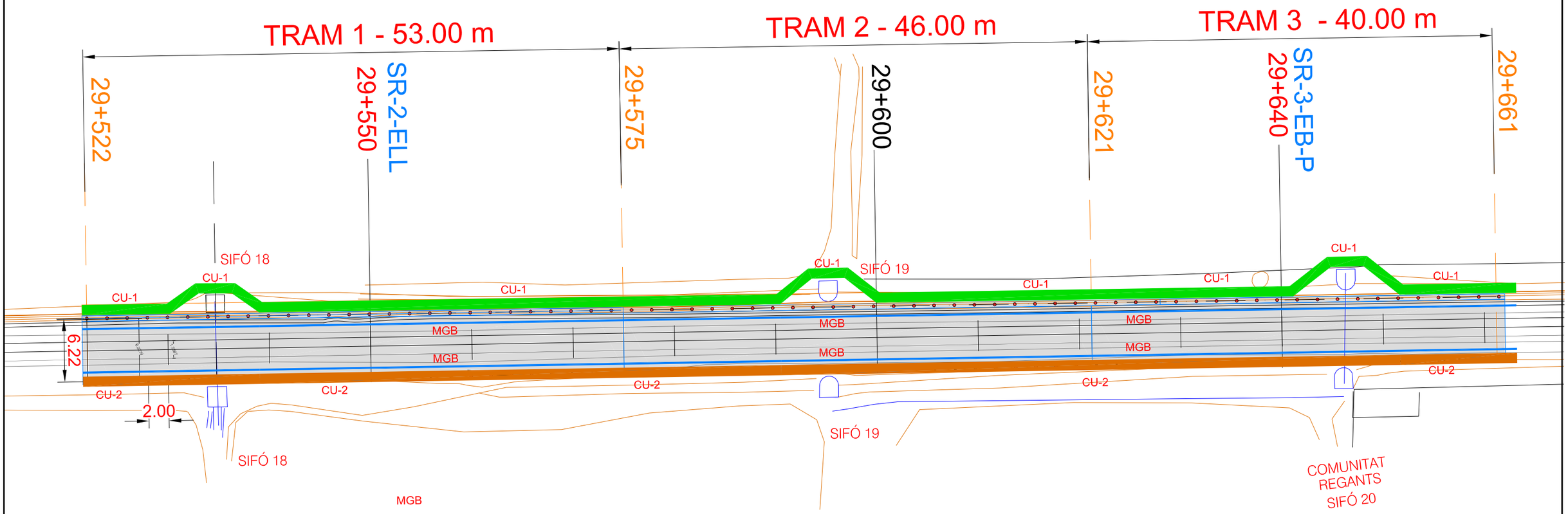
GRUIX FORMIGÓ 10cm.
FORMIGÓ IN SITU C25/35

MGB

MURET GUARDABALAST

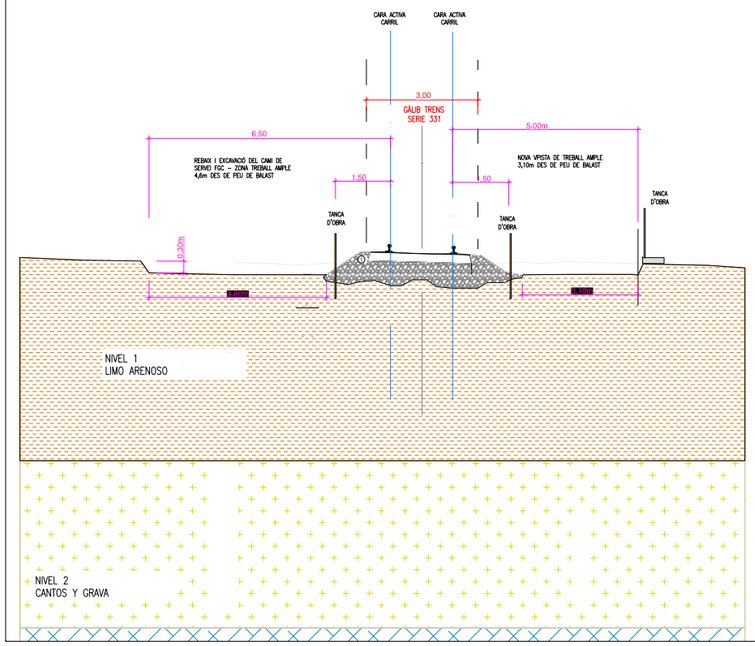
MURET DE DUES FILERES DE BLOC DE FORMIGÓ 20X40 REOMPLERT DE FORMIGÓ AMB ESPERES VERTICALS 2ø12mm CADA FORAT I 2ø6mm EN FILERA INTERMITJA. REMAT SUPERIOR PLA AMB MORTER.



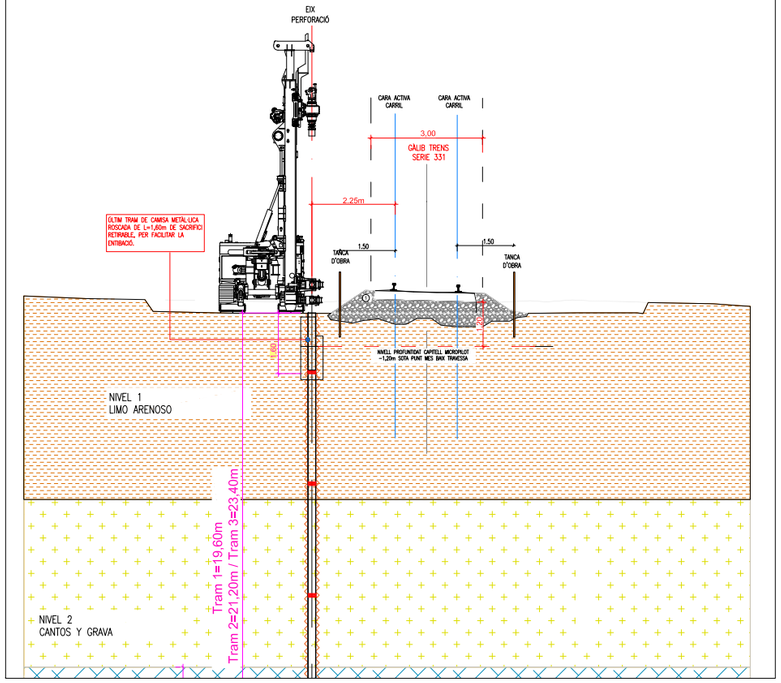


FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL PLANTA CUNETES DRENATGE LONGITUDINAL MURET GUARDABALAST	DATA JULIOL 2024 NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 12 FULL 1 DE 2

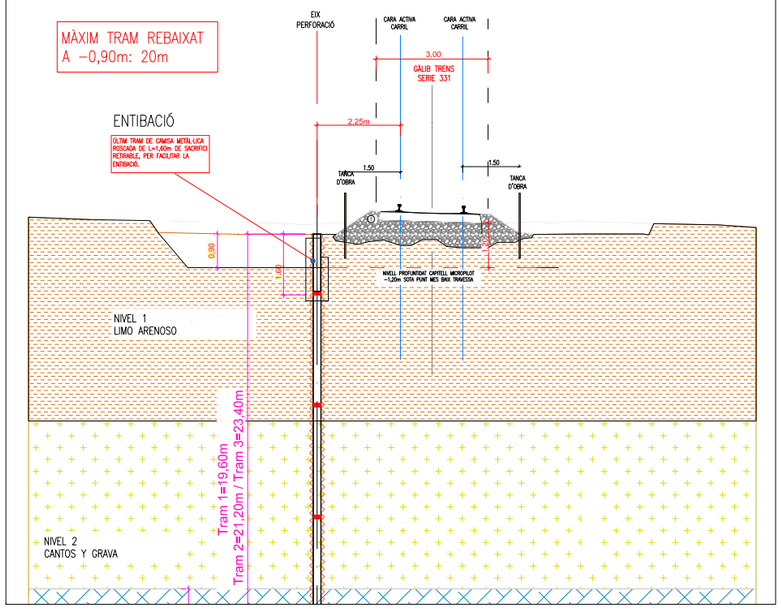
1. PREPARACIÓ DE PISTES LATERALS DE TREBALL



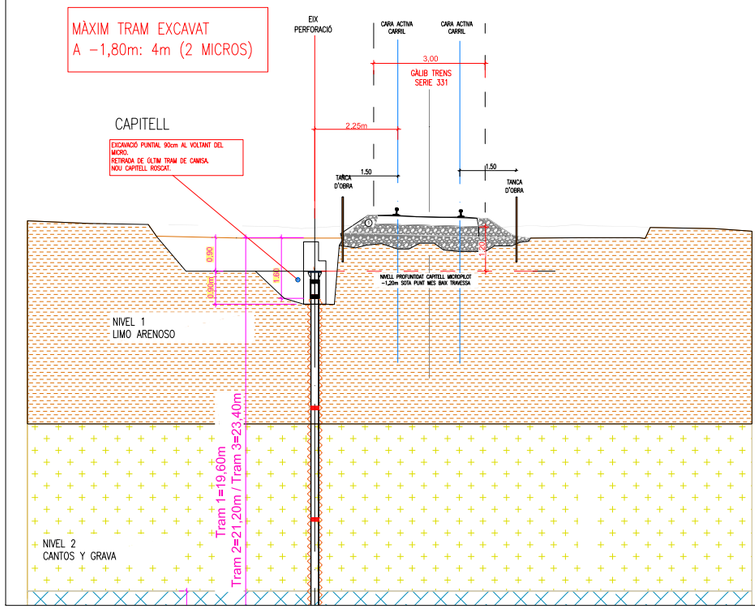
2. EXECUCIÓ DE MICROPILONS AMB L'EIX DE PERFORACIÓ A 2,25m DE LA CARA ACTIVA DEL CARRIL. ÚLTIM TRAM DEL MICRO, L=1,60m AMB ROSCA PER A RETIRAR.



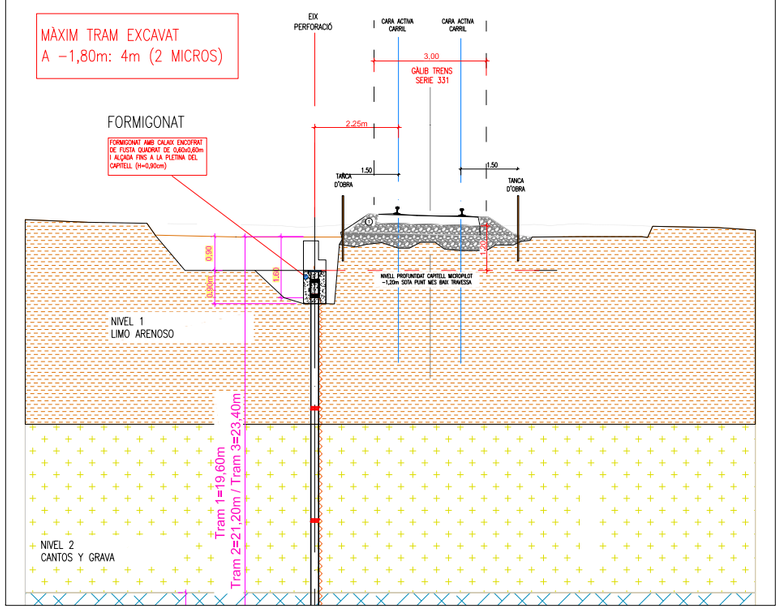
3. REBAIX DEL TERRENY (-90cm) FINS AL NIVELL DE RECOLÇAMENT DE LA JÀSSERA LONGITUDINAL (-1,20m PER SOTA DEL PUNT MES BAIXA DE LA TRAVESA) MANTENINT ELS MICROPILONS COM A ELEMENT ENTIBADOR DE LA VIA. LONGITUD MÀXIMA D'EXCAVACIÓ < 20m (10 MICROPILONS).



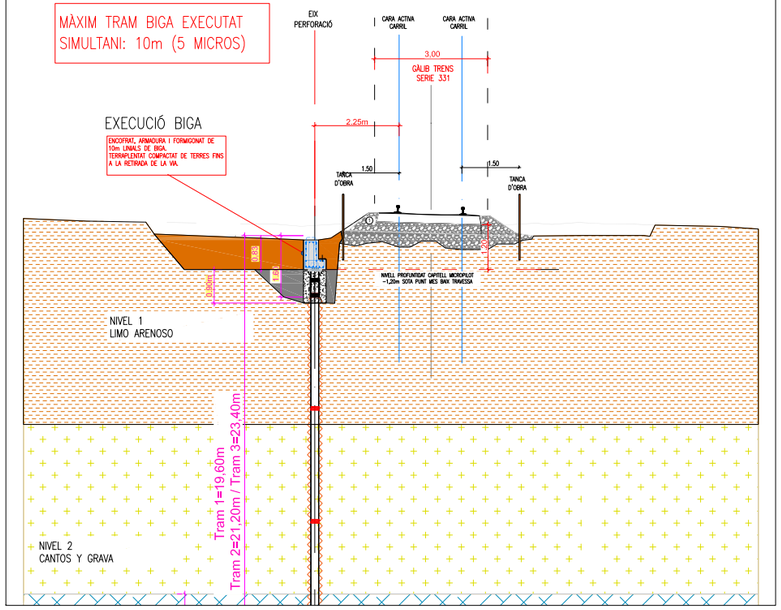
4. REBAIX PUNTUAL DE -0,90m RESPECTE LA COTA DE RECOLZAMENT DE LA JÀSSERA PER RETIRADA DE CAMISA DE SACRIFICI I COL·LOCACIÓ DE CAPITELL ROSCAT.
MÀXIMA EXCAVACIÓ PROFUNDA EN 2 CAPS DE MICROPILOTS SIMULTANIS.



5. FORMIGONAT DE LA ZONA DE ROSCA I CAPITELL, TERREPLENAT COMPACTAT MANUAL DE TERRES FINS A COTA DE RECOLZAMENT DE LA JÀSSERA. PREPARACIÓ DE 10m LINIALS (5 CAPS DE MICROPILONS) DE JÀSSERA PER FORMIGONAR DEIXANT ELS ALTRES 10m LINEALS EXCAVATS AMB L'ENTIBACIÓ DE MICROPILONS.

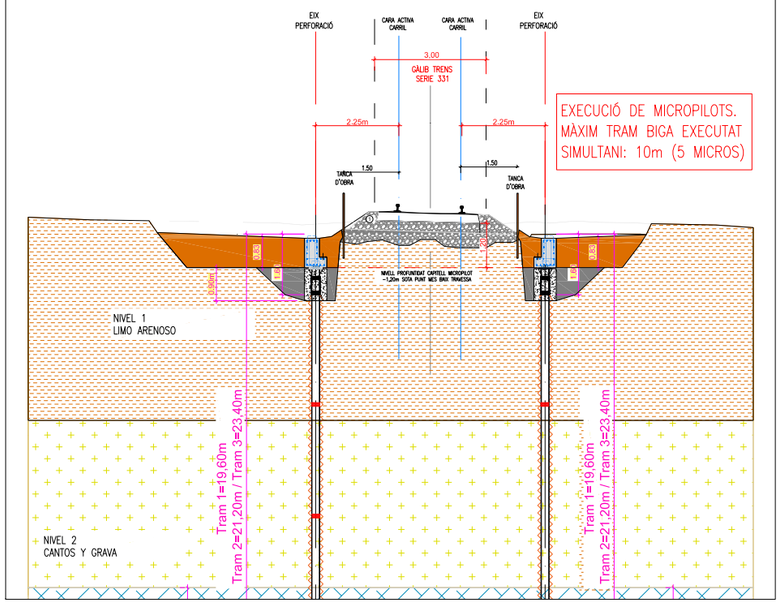


6. ENCOFRAT, ARMAT I FORMIGONAT DE 10m LINEAL DE JÀSSERA LONGITUDINAL.
TERRAPLENAT COMPACTAT MANUAL DE TERRES FINS AL DESMUNTATGE DE LA VIA.
REPETIR ELS PASOS 3 A 5 FINS A LA LONGITUD TOTAL DE LLOSA.



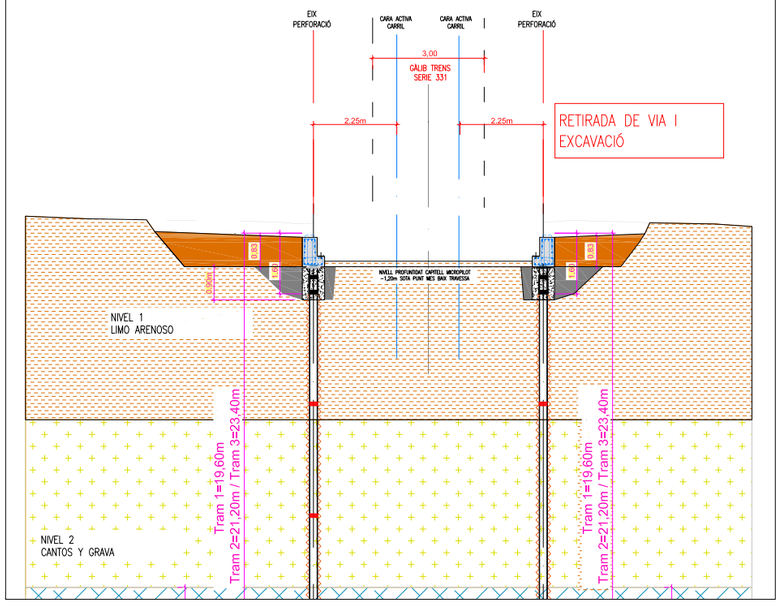
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL EXECUCIÓ DELS MICROPILOTS PROCÉS CONSTRUCTIU	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 13 / FULL 1 DE 2

7. EXECUCIÓ DEL MICROPILOTS EN L'ALTRE MARGE DE VIA SEGONS PROCEDIMENT ANTERIOR 2 A 6



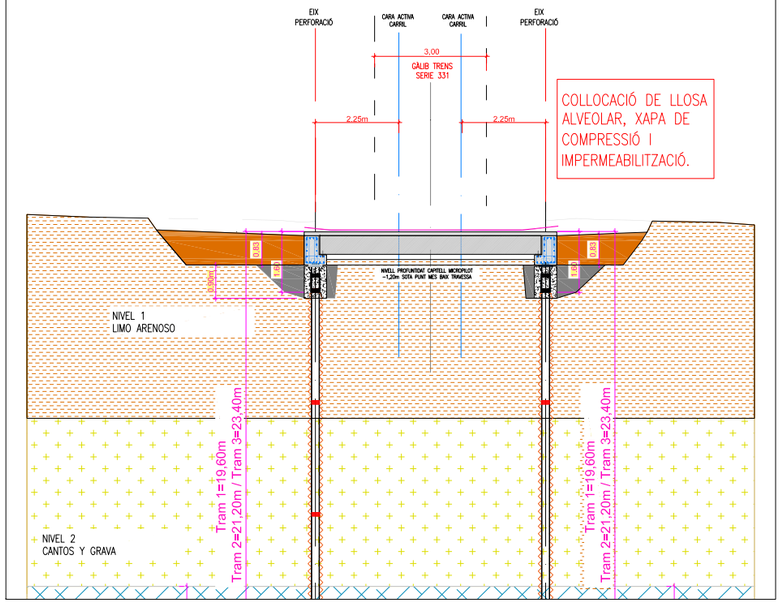
8. EXECUCIÓ EN CAP DE SETMANA TREBALL EN TRES TORNS:

ATURADA DEL SERVEI FERROVIARI.
RETIRADA DE VIA I EXCAVACIÓ FINS A COTA RECOLZAMENT DE PLAQUES ALVEOLARS.



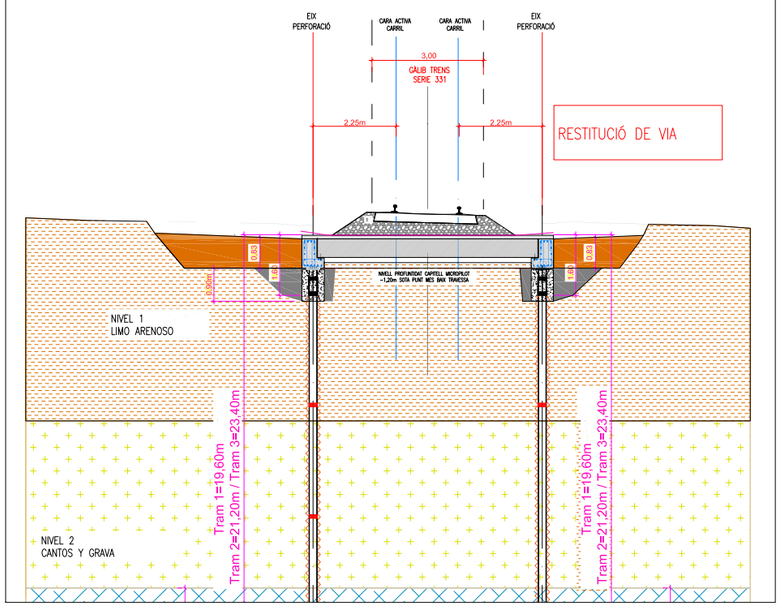
9. EXECUCIÓ EN CAP DE SETMANA TREBALL EN TRES TORNS:

COL LOCACIÓ DE PLAQUES ALVEOLARS.
FORMIGONAT DE XAPA DE COMPRESSIÓ.
IMPERMEABILITZACIÓ DE LA LLOSA.

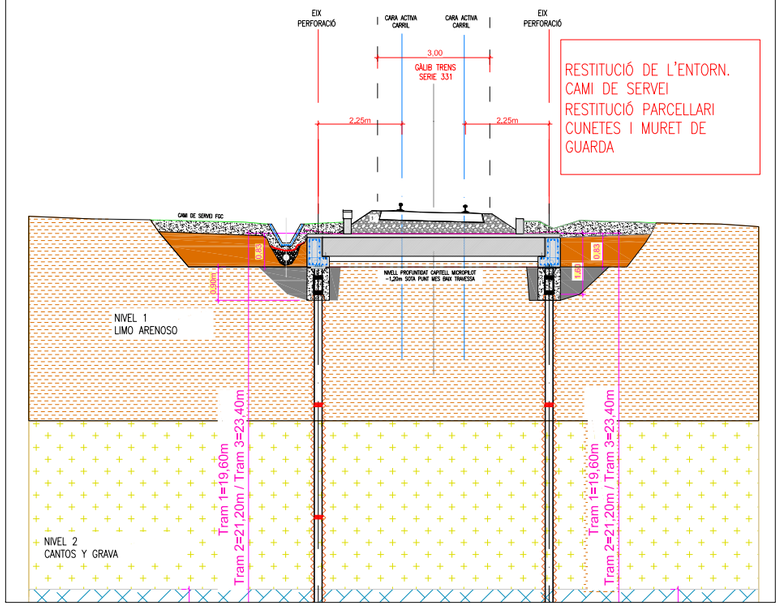


10. EXECUCIÓ EN CAP DE SETMANA TREBALL TRES TORNS:

RESTITUCIÓ DE VIA, COL LOCACIÓ DE BALAST, TRAVESSES I INSTAL LACIONS DE VIA.
RESTITUCIÓ DEL SERVEI.



11. EXECUCIÓ AMB EL SERVEI FERROVIARI RESTITUIT.
RESTITUCIÓ DE L'ENTORN.
RESTITUCIÓ DEL CAMÍ DE SERVEI FGC I ESPAI DELS PARCELLARIS.
EXECUCIÓ DE MURETS DE GUARDA.
EXECUCIÓ DE CUNETES I SISTEMES DE DRENATGE.



FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

CONSULTOR: grehi®

AUTOR DEL PROJECTE: JORDI TORRELLES RICO

RESPONSABLE DEL PROJECTE: TOMÁS MARTÍ VILLALBA — Àrea de projectes d'FGC

DIRECTOR DEL PROJECTE: ANTONI GIL TUBELLA

TÍTOL DEL PROJECTE: MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC

NÚM. PROJECTE: LPS_GB_INF_MV_23_240

ESCALES: 0 — ORIGINALS — GRÀFIQUES

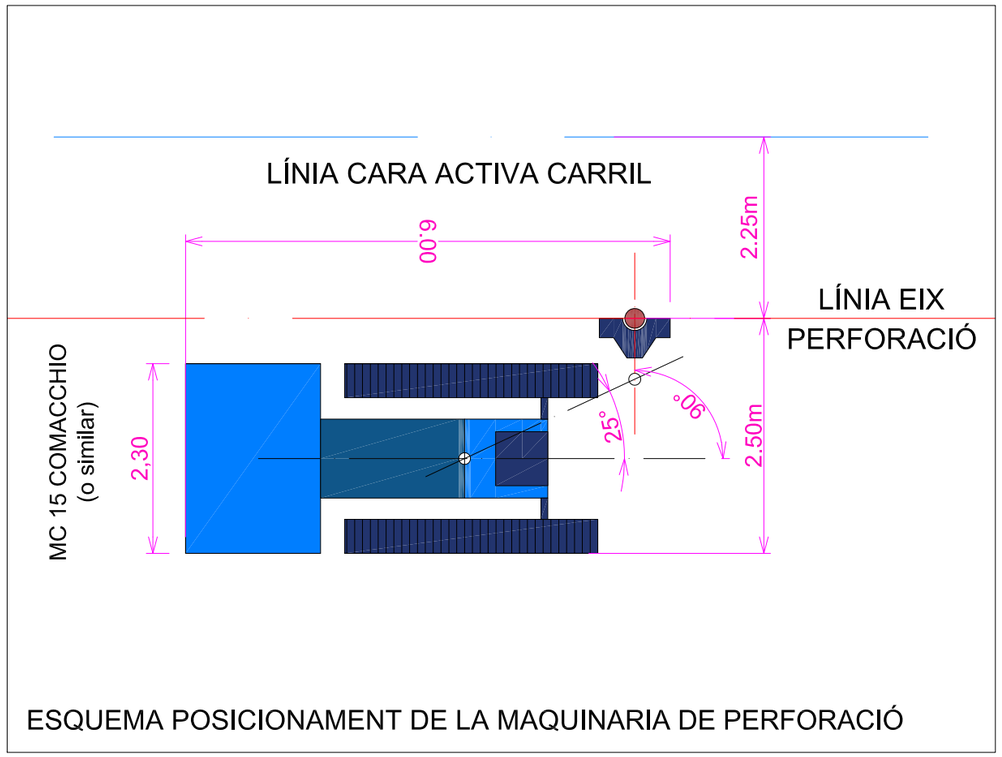
NOM DEL PLÀNOL: EXECUCIÓ DELS MICROPILOTS PROCÉS CONSTRUCTIU

DATA: JULIOL 2024

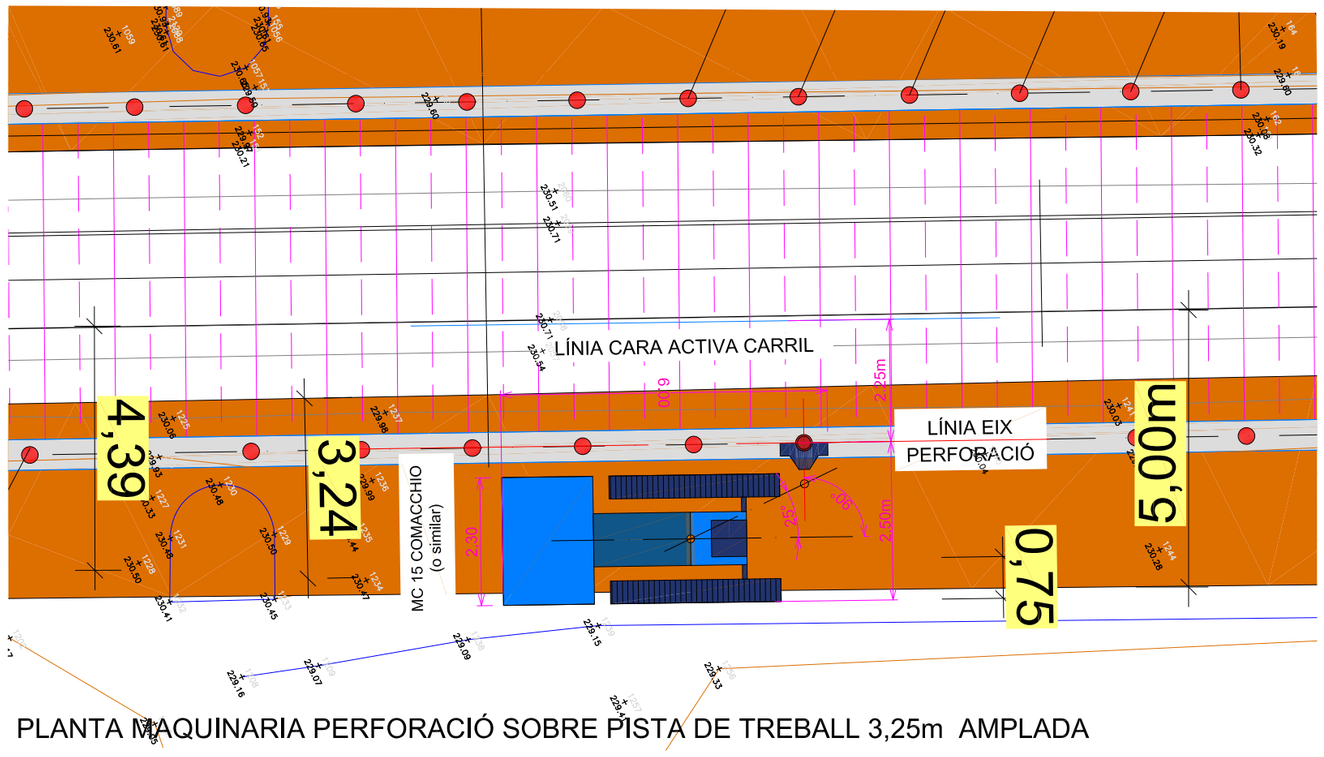
NÚM. PLÀNOL: 14

NOM FITXER: LPS_MV_23_240_V10.DWG

FULL 2 DE 2

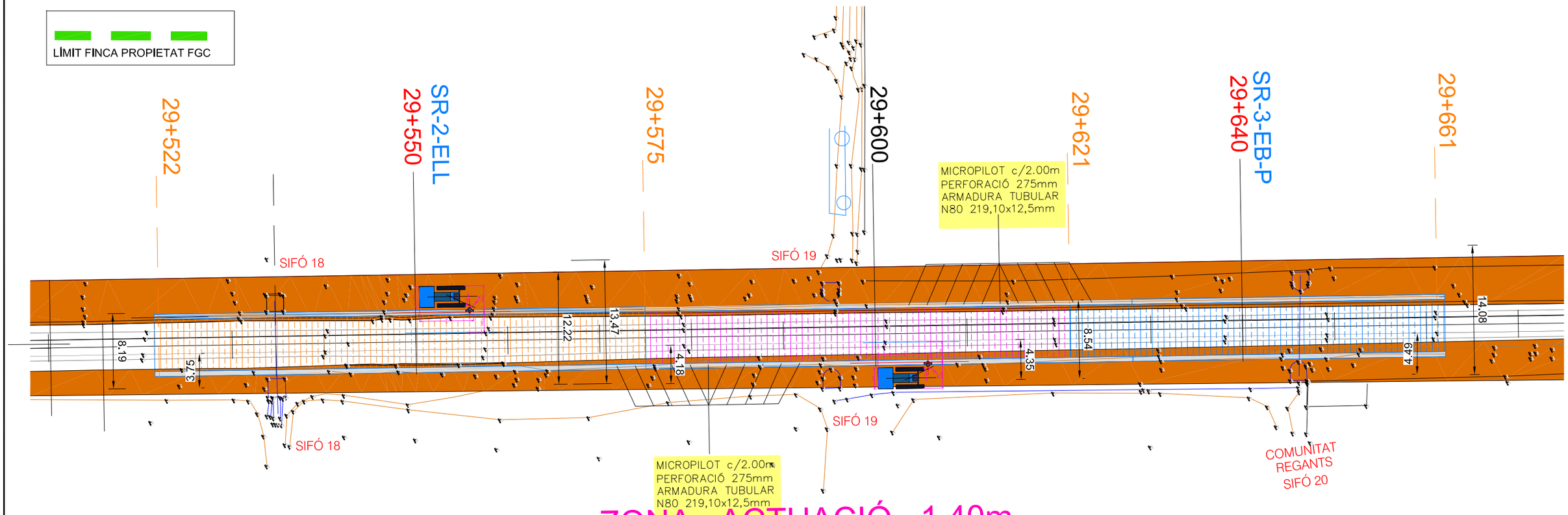


ESQUEMA POSICIONAMENT DE LA MAQUINARIA DE PERFORACIÓ



PLANTA MAQUINARIA PERFORACIÓ SOBRE PISTA DE TREBALL 3,25m AMPLADA

LÍMIT FINCA PROPIETAT FGC



FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL PROCÉS CONTRUCTIU PERFORACIÓ MICROPILOTS PLANTA POSICIONAMENT MAQUINARIA DE PERFORACIÓ	DATA JULIOL 2024 NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	NÚM. PLÀNOL 15 FULL 1 DE 2

POSICIONAMENT DE MICROPILONS:

1. EIX PERFORACIO A 2,25m DE LA CARA ACTIVA DEL CARRIL.
2. COTA SUPERIOR CAPITELL A 1,20m DEL PUNT MES BAIX DE LA TRAVESSA SEGONS PERALT.
3. EL CAPITELL HA DE QUEDAR DINS UNA RASSA DE 60cm AMPLADA I 60cm DE PROFUNDITAT DE FORMIGÓ EN MASSA PER PROTECCIÓ DE L'UNIÓ DEL CAPITELL.

1 EIX PERFORACIÓ

CARA ACTIVA CARRIL

CARA ACTIVA CARRIL

1 EIX PERFORACIÓ

2,13

4,40

3,00

GÀLIB TRENS SERIE 331

CAMI DE SERVEI FGC – ZONA TREBALL AMPLE 6,50M DES DE CARA ACTIVA DE CARRIL

6,50

5.00m

2.30

2.25m

2.25m

2.30

ULTIM TRAM DE CAMISA METÀL·LICA ROSCADA DE L=1,60m DE SACRIFICI RETIRABLE, PER FACILITAR LA ENTIBACIÓ.

1.50

1.50

3.40

1.70

1.70

TANCA D'OBRA

TANCA D'OBRA

0.90

0.90

1

2.50

4.60m

1.20

0.80

3.10m

1.60

2

2

NIVELL PROFUNTIDAT CAPITELL MICROPILOT
–1,20m SOTA PUNT MES BAIX TRAVESSA

0.80

3

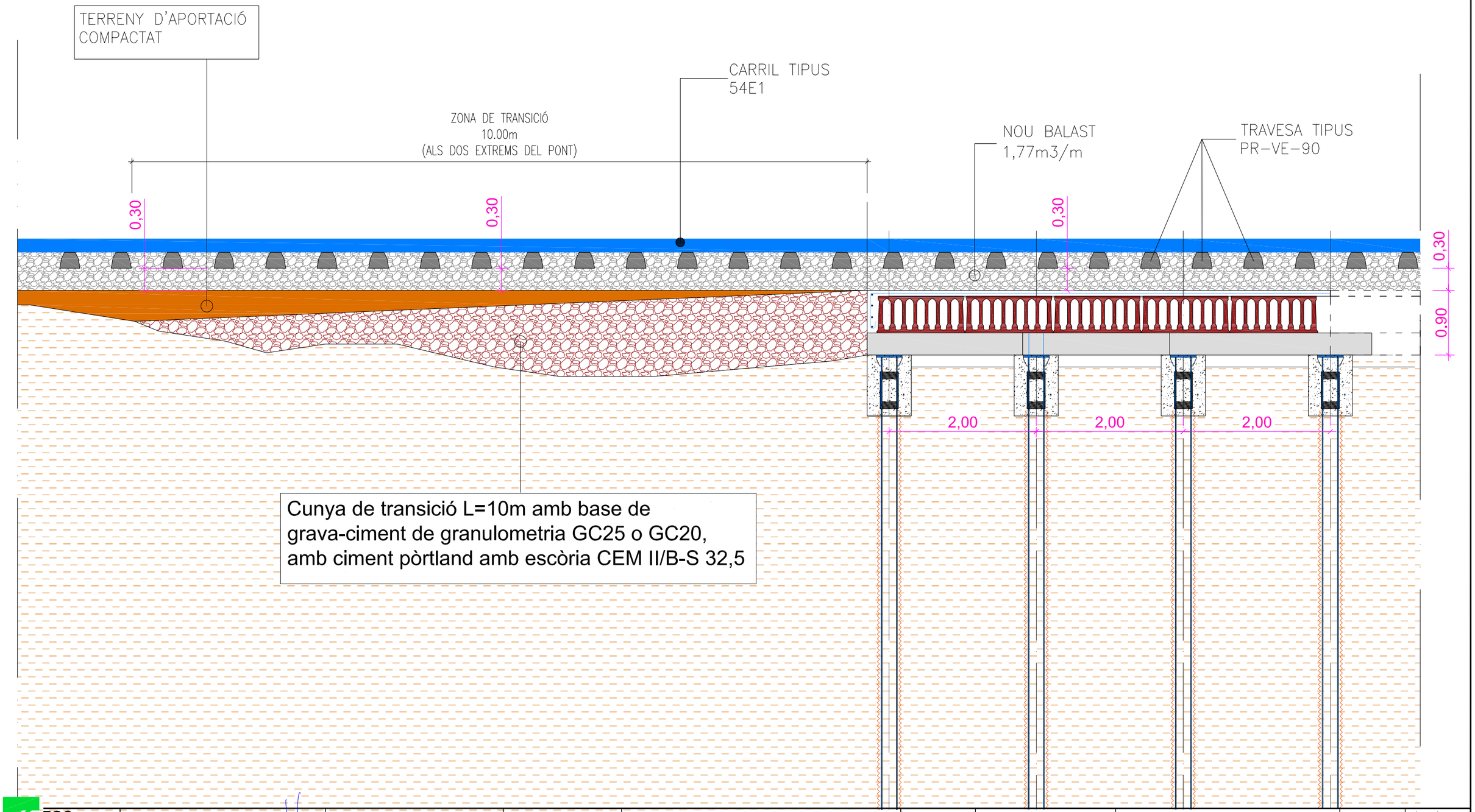
3

6,17

DISTANCIA ENTRE EIXOS FILES DE MICROPILONS = 6,17m
A VERIFICAR MIDA REAL A OBRA.

NIVEL 1
LIMO ARENOSO

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL PROCÈS CONTRUCTIU PERFORACIÓ MICROPILOTS SECCIÓ TRANSVERSAL POSICIONAMENT DE MAQUINARIA	DATA JULIOL 2024	NÚM. PLÀNOL 16
								NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	FULL2 DE 2



Cunya de transició L=10m amb base de grava-ciment de granulometria GC25 o GC20, amb ciment pòrtland amb escòria CEM II/B-S 32,5

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL SECCIÓ LONGITUDINAL ZONA O CUNYA DE TRANSICIÓ A LA SORTIDA DEL PONT	DATA JULIOL 2024	NÚM. PLÀNOL 17
								NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	FULL 1 DE 1

1 REPOSICIÓ MURET DE BLOC FORMIGONAT PER GUARDABALAST I FIXACIÓ DE CANALALITZACIÓ FIBRA OPTICA	2 IMPERMEABILITZACIÓN AMB EMULSIÓ BITUMINOSA CATIÒNICA 1,8kg/m2 TAULELL I BIGUES.	3 RE CONSTRUCCIÓ DE CUNETA FORMIGÓ ARMAT C25/35 IN SITU AMB TUB DRENATGE INFERIOR CONNECTAT A LA XARXA EXISTENT	4 NOVA CUNETA TRIANGULAR DE FORMIGÓ EN MASA GRUIX 10cm fck=25MPa.

6,77

TRAVESSA MODEL: PR-VE-90
CARRIL TIPUS: 54E1

5m AMPLE AMB UNA
NY EXISTENT O ANTIC
MITJANS MECÀNICS.

2.00 | 1.97 | 3.40 | 1.70 | 1.70 | 0.90 | 0.90

3 TUB PVC ø70mm DESGUÀS CADA1,00m

1 | 2 | 4

1 TUB PVC ø70mm CADA 1,00m DESGUÀS

1,65 | 0.30 | 0,10 | 0.75 | 0.80 | 1.20m | 0,50 | 0.80 | 0.60

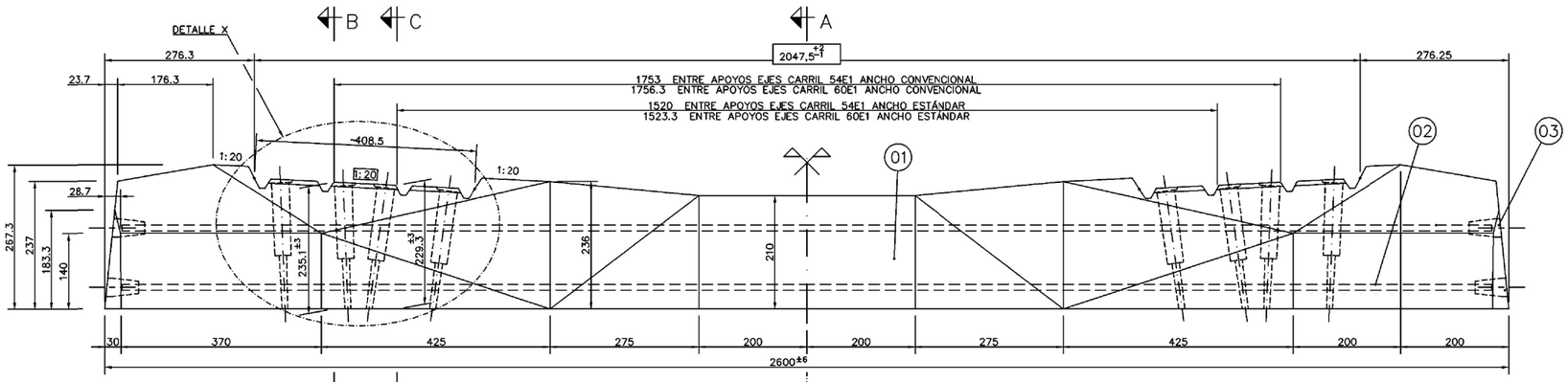
PLACA ALVEOLAR H=50cm + 10cm XAPA DE COMPRESSÓ FORMIGÓ C35/45

EPOSICIÓ MURET DE BLOC
ORMIGONAT PER GUARDABALAST

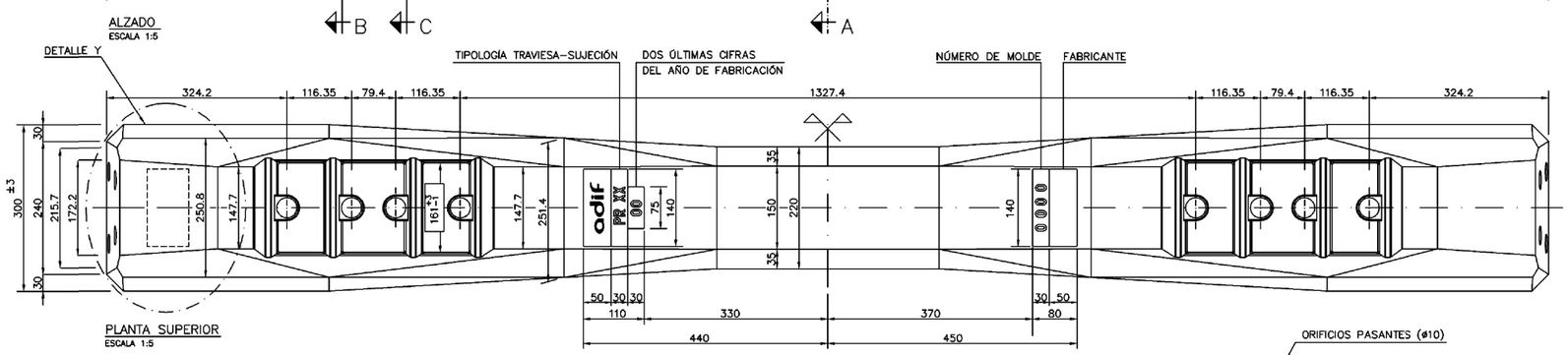
5,77m - EIX RECOLZAMENT PLACA

LONGITUD PLACA ALVEOLAR = 5,92m A VERIFICAR
MIDES REAL A OBRA

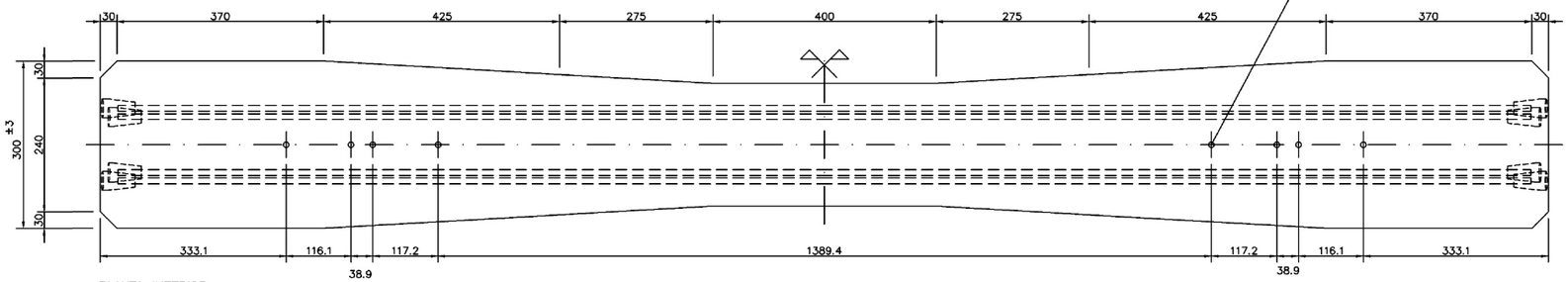
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES
NOM DEL PLÀNOL SECCIÓ TIPUS PLATAFORMA DE VIA SOBRE LLOSA PONT SOTERRAT	DATA JULIOL 2024	NÚM. PLÀNOL 18	NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	FULL 1 DE 1			



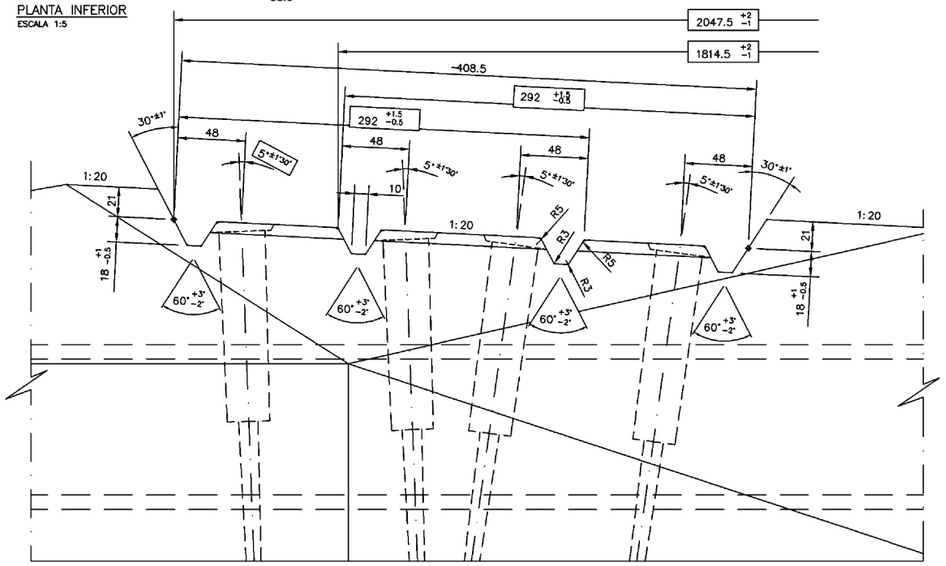
ALZADO
ESCALA 1:5



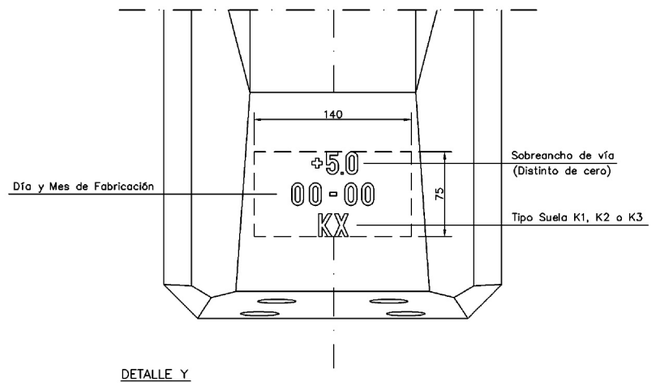
PLANTA SUPERIOR
ESCALA 1:5



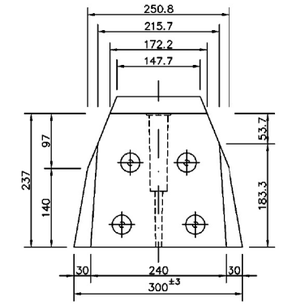
PLANTA INFERIOR
ESCALA 1:5



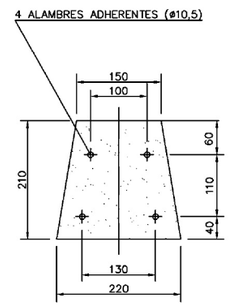
DETALLE X
ESCALA 1:2



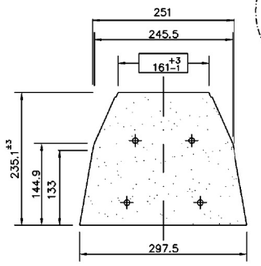
DETALLE Y
ESCALA 1:2,5



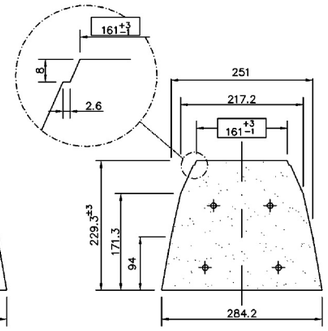
ALZADO LATERAL
ESCALA 1:5



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:5



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:5



SECCIÓN C-C
ESCALA 1:5

NOTAS

-Combinaciones de carga por eje y velocidad del tren para las que se ha diseñado la traviesa:

Combinación	Carga por eje (t)	Velocidad (km/h)
1 *	25	160
2	22,5	350

(*) Con carril 54E1 la combinación 1 será 25/150

-Sujeciones compatibles con la traviesa:
VO. P16.5277.00
VM. P16.5278.00
VE. P16.5279.00

-Ancho de diseño (mm): 1668 ó 1437

-Marcas en el hombro (DETALLE Y) grabadas mediante láser

-La placa de denominación tipología-sujeción incluirá como último término "K0", cuando la traviesa incorpore suela para protección del balasto

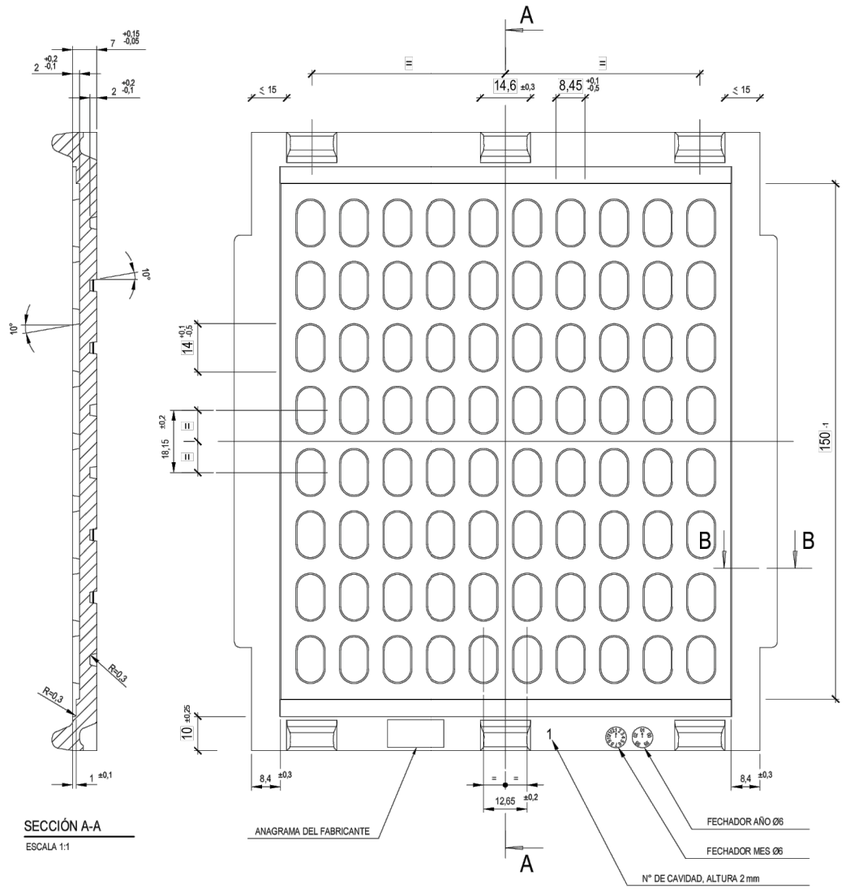
-Cotas críticas encerradas en rectángulo

Cotas en milímetros

-Par de apriete en Premontaje 110-150 N.m.

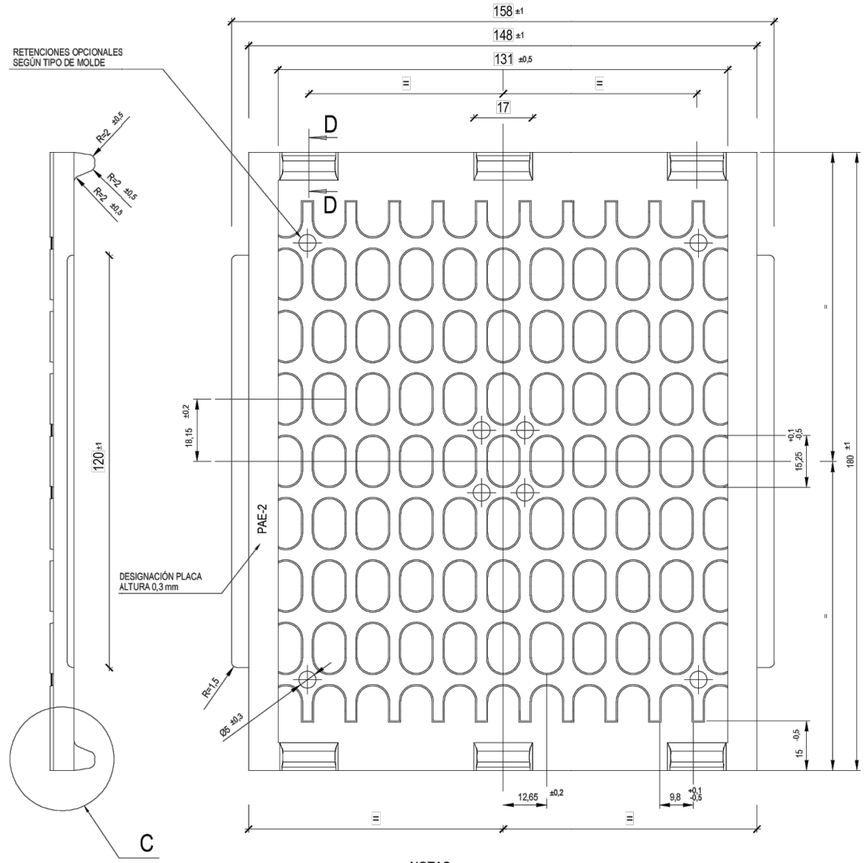
-PAR de apriete en Montaje 200-220 N.m.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROYECTO JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL SUPERESTRUCTURA DE VIA DETALLS	DATA JULIOL 2024	NÚM. PLÀNOL 19
									NOM FITXER SUPERESTRUCTURA.DWG	FULL 1 DE 1



SECCIÓN A-A

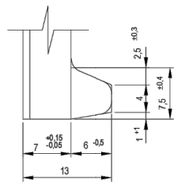
ESCALA 1:1



C

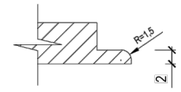
NOTAS:

- TOLERANCIAS NO INDICADAS S/UNE EN 22768-1, CLASE m
- DENTRO DE LA GAMA DE MATERIALES TERMOPLÁSTICOS, EL FABRICANTE DEBERÁ PRESENTAR DOCUMENTACIÓN ESPECIFICA DE LA MATERIA PRIMA PROPUESTA, QUE SERÁ SOMETIDA A LOS ENSAYOS Y VERIFICACIONES QUE FIJA LA E.T. RESEÑADA



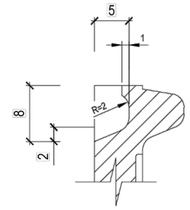
DETALLE C

ESCALA 2:1



SECCIÓN B-B

ESCALA 2:1

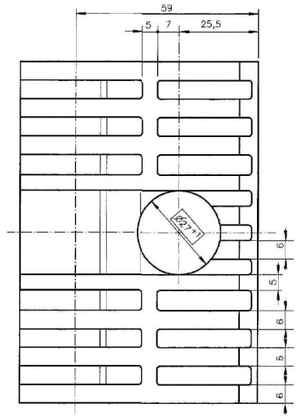


SECCIÓN D-D

ESCALA 2:1

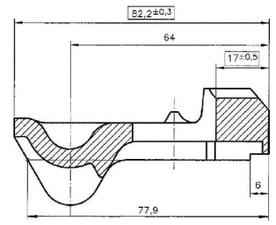
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL SUPERESTRUCTURA DE VIA DETALLS	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER SUPERESTRUCTURA.DWG	NÚM. PLÀNOL 20 / FULL 1 DE 1

PLACA ACODADA LIGERA DE SUJECIÓN A2

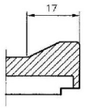


VISTA INFERIOR
ESCALA 1:1

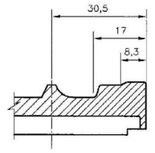
A2/+5



SECCIÓN A–A
ESCALA 1:1

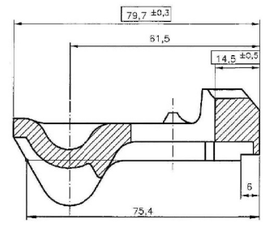


SECCIÓN C–C
ESCALA 1:1

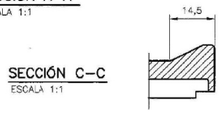


SECCIÓN D–D
ESCALA 1:1

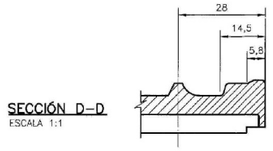
A2/+2,5



SECCIÓN A–A
ESCALA 1:1

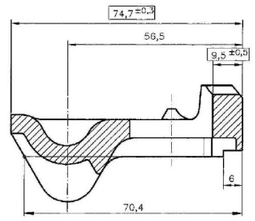


SECCIÓN C–C
ESCALA 1:1

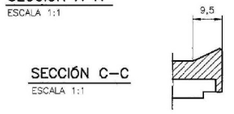


SECCIÓN D–D
ESCALA 1:1

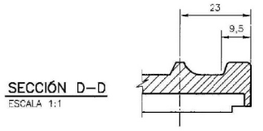
A2/−2,5



SECCIÓN A–A
ESCALA 1:1

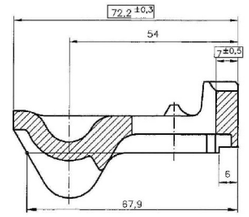


SECCIÓN C–C
ESCALA 1:1

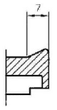


SECCIÓN D–D
ESCALA 1:1

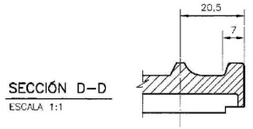
A2/−5



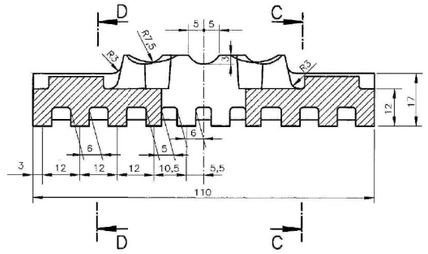
SECCIÓN A–A
ESCALA 1:1



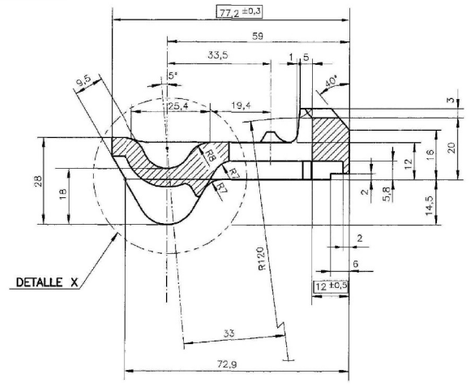
SECCIÓN C–C
ESCALA 1:1



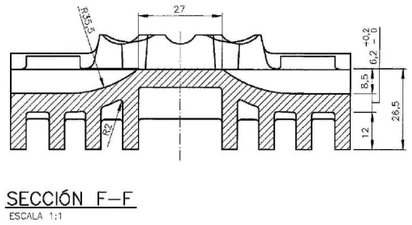
SECCIÓN D–D
ESCALA 1:1



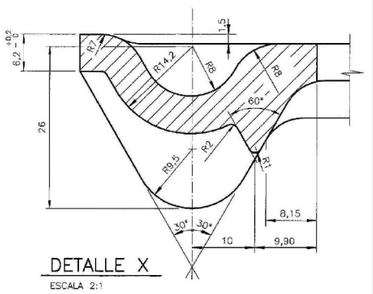
SECCIÓN B–B
ESCALA 1:1



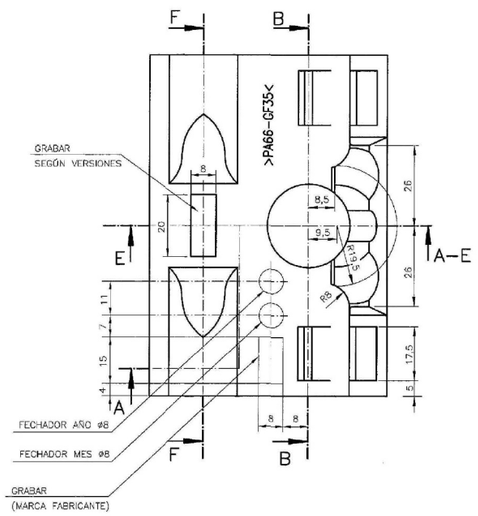
SECCIÓN A–A
ESCALA 1:1



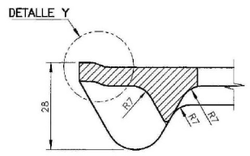
SECCIÓN F–F
ESCALA 1:1



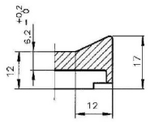
DETALLE X
ESCALA 2:1



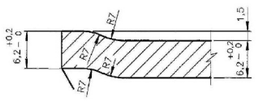
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:1



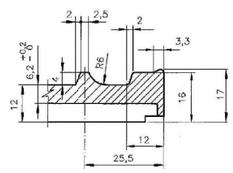
SECCIÓN E–E
ESCALA 1:1



SECCIÓN C–C
ESCALA 1:1



DETALLE Y
ESCALA 2:1



SECCIÓN D–D
ESCALA 1:1

MATRÍCULA	TIPO
60.740.105	A2 / − 5
60.740.102	A2 / − 2,5
60.740.100	A2
60.740.125	A2 / + 2,5
60.740.150	A2 / + 5

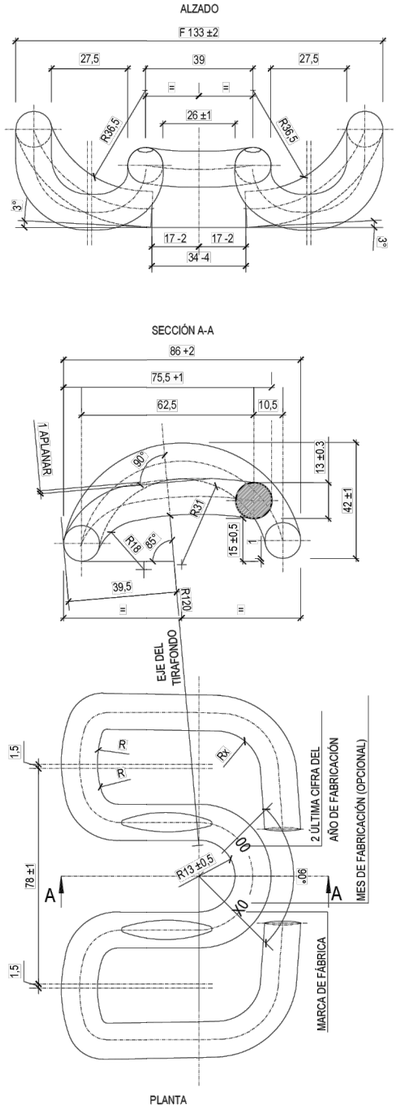
NOTAS:

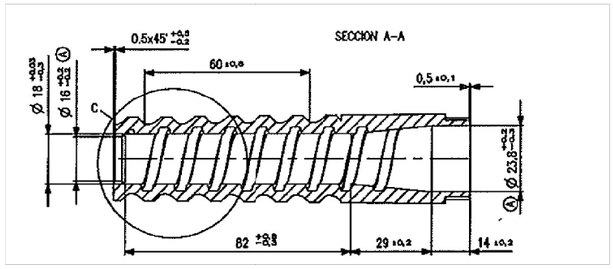
- COTAS CRITICAS ENCERRADAS EN RECTÁNGULO
- TOLERANCIAS GENERALES, SEGÚN UNE–EN–22768
- COTAS EN MILÍMETROS
- RADIOS NO ACOTADOS, 1 mm
- ÁNGULO DE DESMOLDEO 30'

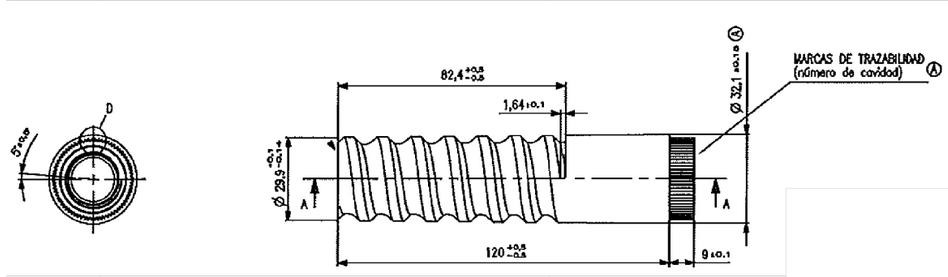
FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROYECTO JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROYECTO TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROYECTO ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL SUPERESTRUCTURA DE VIA DETALLS	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER SUPERESTRUCTURA.DWG	NÚM. PLÀNOL 21 / FULL 1 DE 1

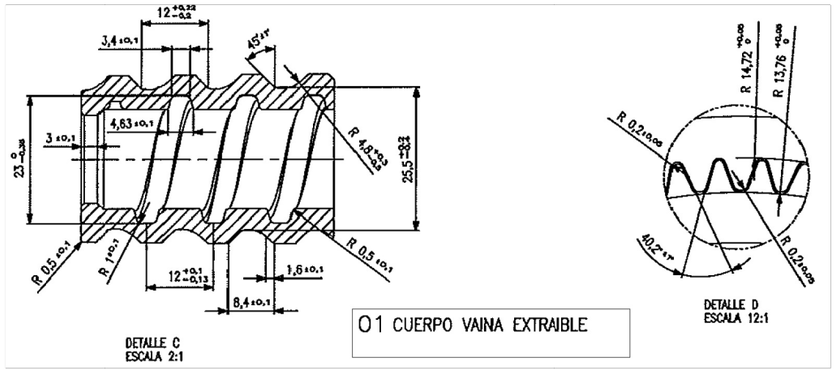
CLIP ELÁSTICO SKL-1

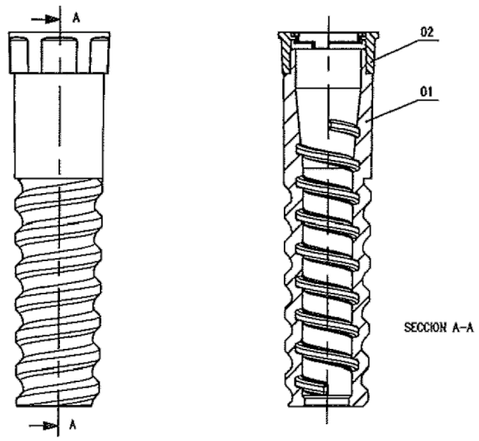
ESCALA 1:2



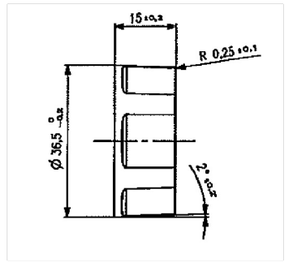


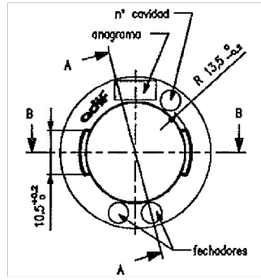


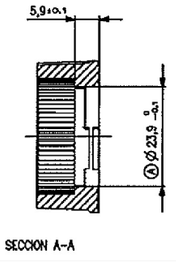


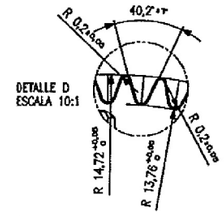


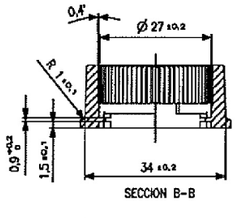
CONJUNTO VAINA EXTRAIBLE Y TIRAFONDO AV1





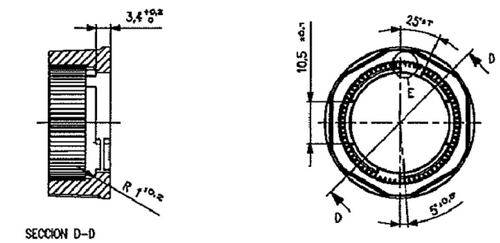






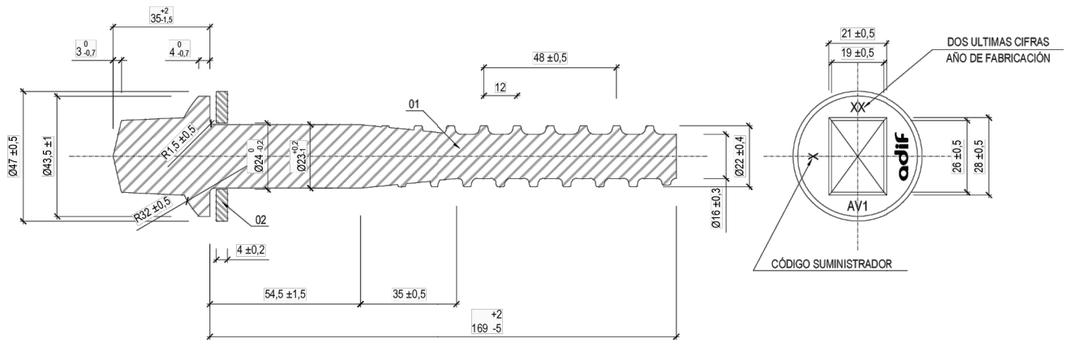
RADIOS NO ACOTADOS R0.5

02 ANTIGIRO VAINA EXTRAIBLE



TIRAFONDO AV1

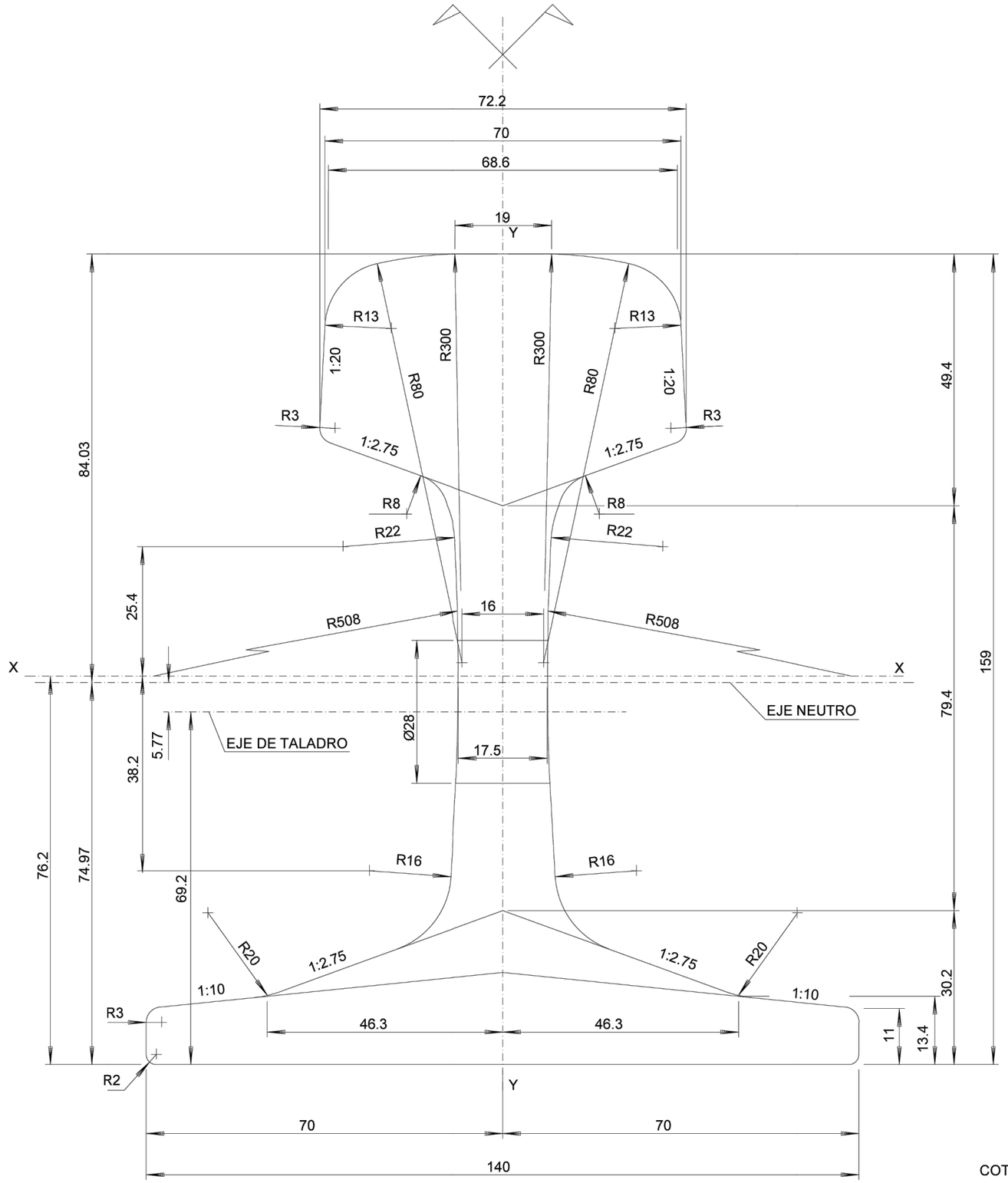
ESCALA 1:2



FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Área de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL SUPERESTRUCTURA DE VIA DETALLS	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER SUPERESTRUCTURA.DWG	NÚM. PLÀNOL 22 / FULL 1 DE 1

CARRIL 54-E1

ESCALA 1:1



COTAS EN mm.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL SUPERESTRUCTURA DE VIA DETALLS	DATA JULIOL 2024 / NOM FITXER SUPERESTRUCTURA.DWG	NÚM. PLÀNOL 23 / FULL 1 DE 1

FINCA PROPIETAT FGC

29+400

29+500

29+600

29+700

29+800

13,50 - 15.00m

ZONA ACTUACIÓ 140m

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya	CONSULTOR grehi®	AUTOR DEL PROJECTE JORDI TORRELLES RICO	RESPONSABLE DEL PROJECTE TOMÁS MARTÍ VILLALBA Àrea de projectes d'FGC	DIRECTOR DEL PROJECTE ANTONI GIL TUBELLA	TÍTOL DEL PROJECTE MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550 A GERB, DE LA LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR DELS FGC	NÚM. PROJECTE LPS_GB_INF_MV_23_240	ESCALES 0 ORIGINALS GRÀFIQUES	NOM DEL PLÀNOL PLANTA LOCALITZACIÓ ESTRUCTURA PARCELARIS
							DATA JULIOL 2024	NÚM. PLÀNOL 24
							NOM FITXER LPS_MV_23_240_V10.DWG	FULL 1 DE 1

DOCUMENT NÚM. 3
PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS

ÍNDEX

1. ASPECTES GENERALS ..... - 2 -

1.1. OBJECTE, ABAST I DISPOSICIONS GENERALS ..... - 2 -
1.2. ÀMBIT D'APLICACIÓ ..... - 2 -
1.3. INSTRUCCIONS, NORMES I DISPOSICIONS APLICABLES ..... - 2 -
1.4. DESCRIPCIÓ DE LES OBRES ..... - 5 -
1.5. PROCÉS CONSTRUCTIU ..... - 6 -
1.5.1. FASE A. Execució en condicions de circulació ferroviària (Treball diürn) ..... - 6 -
1.5.2. FASE B. Execució en condicions de tall total de circulació (Treball 24h) ..... - 6 -
1.5.3. Consideracions tècniques i ambientals ..... - 7 -

2. PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES PER A L'EXECUCIÓ DE LA FONAMENTACIÓ AMB MICROPILOTS UTILITZANT EL SISTEMA SPIRAL FLUSH (O SISTEMA COMERCIAL SIMILAR) ..... - 7 -

2.1. OBJECTE ..... - 7 -
2.2. ELECCIÓ DEL SISTEMA DE PERFORACIÓ ..... - 7 -
2.3. DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA DE PERFORACIÓ ..... - 8 -
2.4. REQUISITS DELS MATERIALS ..... - 8 -
2.5. PREPARACIÓ DE LA BEURADA DE CIMENT ..... - 8 -
2.6. EXECUCIÓ DE LA PERFORACIÓ ..... - 8 -
2.7. EXECUCIÓ DE LA INJECCIÓ ..... - 8 -
2.8. CONTROL I MONITORATGE ..... - 8 -
2.9. PRECAUCIONS AMB LA VIA FÈRRIA ..... - 8 -

3. DIRECCIÓ D'OBRA ..... - 9 -

4. DESENVOLUPAMENT DE LES OBRES ..... - 10 -

4.1. ACTA DE COMPROVACIÓ DEL REPLANTEIG ..... - 10 -
4.2. PLÀNOLS D'OBRA ..... - 10 -
4.3. CONDICIONS ESPECIALS ESPECÍFIQUES DE L'OBRA ..... - 10 -
4.4. CONDICIONS DE TREBALL QUE AFECTE ALS SERVEIS FERROVIARIS ..... - 10 -
4.5. HORES DE TALL DE VIA ..... - 11 -
4.6. PROCEDIMENT DE RETIRADA I MUNTATGE DE LA VIA ..... - 13 -
4.7. PROGRAMA DE TREBALLS ..... - 14 -
4.8. CONTROL DE QUALITAT ..... - 15 -
4.9. MITJANS DEL CONTRACTISTA PER L'EXECUCIÓ DELS TREBALLS ..... - 15 -
4.10. INFORMACIÓ A PREPARAR PEL CONTRACTISTA ..... - 15 -
4.11. MANTENIMENT I REGULACIÓ DEL TRÀNSIT DURANT LES OBRES ..... - 15 -
4.12. MANTENIMENT DEL SERVEI FERROVIARI ..... - 15 -
4.13. SEGURETAT I SALUT AL TREBALL ..... - 16 -
4.14. AFECCIONS AL MEDI AMBIENT ..... - 16 -
4.15. ABOCADORS ..... - 16 -
4.16. EXECUCIÓ D'OBRES NO ESPECIFICADES EN AQUEST PLEC ..... - 16 -

5. AMIDAMENT I ABONAMENT ..... - 16 -

5.1. ABONAMENT DE LES OBRES ..... - 16 -
5.2. CONDICIONS ESPECIALS DE L'OBRA A RESPECTAR PEL CONTRACTISTA I TINGUDES EN COMPTE EN ELS PREUS ..... - 18 -
5.3. NORMES QUE HAN DE SER OBSERVADES PER A LA REALITZACIÓ DE TREBALLS AMB MAQUINÀRIA PER A OBRES, QUAN INTERCEPTI O ES PUGUI INTERCEPTAR EN ALGUN DE LLURS MOVIMENTS EL GÀLIB DE VIA DE FGC ..... - 18 -
5.3.1. Treballs en els que està previst per endavant, interceptar el gàlib de via ..... - 18 -
5.3.2. Treballs en les immediacions de la via, en els que no està previst interceptar el gàlib per la maquinària utilitzada reballs en els que està previst per endavant, interceptar el gàlib de via - 19 -

6. OBLIGACIÓ DEL CONTRACTISTA EN ORDRE DE NO PER TORBAR EL NORMAL FUNCIONAMENT DEL SERVEI FERROVIARI ..... - 19 -

6.1. OBLIGACIONS DEL CONTRACTISTA I DEL SEU PERSONAL DE COMPLIR, PEL QUE LI FOS D'APLICACIÓ, LES DISPOSICIONS LEGALS VIGENTS, INSTRUCCIONS GENERALS I INSTRUCCIONS TÈCNIQUES I/O FACULTATIVES VIGENTS EN FGC ..... - 19 -
6.2. COMPATIBILITAT DE LES OBRES AMB L'EXPLOTACIÓ FERROVIÀRIA ..... - 19 -

1. ASPECTES GENERALS

1.1. OBJECTE, ABAST I DISPOSICIONS GENERALS

Aquest plec de prescripcions tècniques particulars té per objecte:

- Estructurar l'organització general de l'obra.
- Fixar les característiques dels materials a emprar.
- Establir les condicions que ha d'acomplir el procés d'execució de l'obra.
- Organitzar el mode i manera en que s'han de realitzar els amidaments i abonaments de les obres.

1.2. ÀMBIT D'APLICACIÓ

Les prescripcions d'aquest Plec seran d'aplicació a les obres objecte d'aquesta Memòria Valorada, en tot el que no siguin explícitament modificades pel Plec de Prescripcions Tècniques Particulars, i restaran incorporades al Projecte. En tot cas les condicions establertes en el Contracte d'Obres prevaldrà per sobre d'aquestes Condicions Generals en el cas de discrepàncies entre ells.

En tots els articles del present Plec General de Prescripcions Tècniques s'entendrà que el seu contingut regeix per les matèries que expressen els seus títols en quant no s'oposin per ésser menys restrictives a allò establert en disposicions legals vigents.

1.3. INSTRUCCIONS, NORMES I DISPOSICIONS APLICABLES

En tot allò que no estigui expressament especificat en el Plec i tant pel que fa a la qualitat dels materials de la seva posada en obra, l'Enginyer Director de l'Obra podrà exigir el compliment de les disposicions contingudes en les següents Instruccions, Normes i Plecs de Prescripcions, les quals es designaran, en general, quan a elles es faci referència, amb les abreviatures relacionades a continuació. Aquests llistats no són limitants i es podran exigir el compliment de qualsevol altre que la Direcció de l'Obra consideri. A més, sempre es considerarà l'última versió de les mateixes o la norma que la derogui, en cas d'existir-hi, i no s'eximeix del seu compliment per no ser detallada aquesta en el llistat de a continuació.

ESPECÍFICA D'FGC

- Normativa FGC. Llibre de via 2018.
- PGCT – Plec General de Condicions Tècniques
- Normativa de FGC "P.IF.E 001REV2 Normativa de soldadura aluminotèrmica de carrils en via"
- Normativa de FGC "P.IF.E 002 Geometria de via. Recepció de treballs en via general"
- Especificació Tècnica de Seguretat ETS-059.
- Manual del Cap de Brigada
- Normes per a l'execució de via (infraestructura i electrificació) i per a les instal·lacions. Normes ETV.
- ET-V-000 Normes per a feines a la proximitat de la via.
- EFV-005 Normes per a les feines a la proximitat de la via (per a Contractista)
- Norma FGC. : Sobre traçat, gàlib, via i seccions tipus
- Norma UIC-505-1-OI/77: Gàlibs cinemàtics d'unitats motrius utilitzades en servei internacional.
- Norma UIC-505-2-OI/77: Gàlibs cinemàtics de vagons i cotxes utilitzats en servei internacional.
- Norma UIC-505-3-ORI/77: Gàlibs de vagons utilitzats en servei internacional.
- Norma UIC-505-4-ORI/77: Conseqüència de l'aplicació dels gàlibs cinemàtics definits per les fitxes 505 sobre la implantació d'obstacles amb relació a les vies i de les vies entre sí.
- Norma UIC-505-5-OI/77: Condició de base comuns a les fitxes 505-1 a 505-4. Comentaris per l'elaboració i les prescripcions de les fitxes.

NORMES ADIF

- N.A.V. Normes Via.
- P.R.V. Plecs de Condicions FGC Via.
- U.I.C. Normes de la Unió Internacional de Ferrocarrils, així com totes aquelles normes vigents en FGC per a les obres relatives a Instal·lacions de Seguretat i Electrificació.
- NAV 3-4-3.0: Montaje de vía en balasto para obra nueva.
- PAV 3-4-0.0: Balasto: Pliego de prescripciones técnicas para el suministro y utilización del balasto.
- NAV 3-4-2.1: Balast. Descubierta y reconstrucción de la banqueta en Trabajos localizados de vía.
- NAV 3-4-3.0: Montaje de vía en balasto para obra nueva.
- NAV 7-6-0.1: Modifacaciones y reparacions de vía.-Reparaciones en la vía.

GENERAL

Seran d'aplicació, en el seu cas, com a supletòries i complementàries de les contingudes en aquest Plec, les Disposicions i els seus annexes que a continuació es relacionen, sempre que no modifiquin ni s'oposin a allò que en ell s'especifica:

- Reglament General de Carreteres aprovat per Reial Decret 1812/1994 del 2 de setembre de 1994, així com les modificacions aprovades en el Reial Decret 1911/1997 del 19 de desembre (B.O.E. de 10 de gener de 1998).
- Plec de Prescripcions Tècniques Generals per a Obres de Carreteres i Ponts PG. 3/75, aprovat per O.M. de 6 de febrer de 1976, amb les modificacions i ampliacions aprovades, introduïdes al seu articulat per:
  - ✓ O.M. de 31 de juliol de 1986 (B.O.E. del 5 de setembre) : 516 "Formigó compactat"
  - ✓ O.C. 297/88T, de 29 de març de 1988: 533 "Tractaments superficials mitjançant regs amb graveta"
  - ✓ O.M. de 28 de setembre de 1989 (B.O.E. del 9 d'octubre): 104 "Desenvolupament i control de les obres"
  - ✓ O.M. de 27 de desembre de 1999:

    200 "Calç per estabilització de terres" (substitueix 200 "Calç aèria" i 201 "Calç hidràulica")
    202 "Ciments"
    210 "Quitrans" (es deroga)
    211 "Betums asfàltics"
    212 "Betums fluidificats per regs d'imprimació" (ampliació de "Betums asfàltics fluidificats")
    213 "Emulsions bituminoses" (abans "Emulsions asfàltiques")
    214 "Betums fluxats" (nou)
    215 "Betums asfàltics modificats amb polímers" (nou)
    216 "Emulsions bituminoses modificades amb polímers" (nou)

- ✓ O.M. de 28 de desembre de 1999 (B.O.E. del 28 de gener de 2000) “Elements de senyalització, abalisament i defensa de les carreteres”:
  - 278 “Pintures a utilitzar en marques vials reflexives” (es deroga)
  - 279 “Pintures per imprimació anticorrosiva de superfícies de materials ferris a utilitzar en senyals de circulació” (es deroga)
  - 289 “Microesferes de vidre a utilitzar en marques vials reflexives” (es deroga)
  - 700 “Marques vials”
  - 701 “Senyals i cartells verticals de circulació retroreflectants” (substitueix “Senyals de circulació”)
  - 702 “Captafars retroreflectants”
  - 703 “Elements d’abalisament retroreflectants”
  - 704 “Barreres de seguretat”
- ✓ O.C. 5/2001 de 24 de maig de 2001, Riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón.
  - 530 “Riegos de imprimación”
  - 531 “Riegos de adherència”
  - 532 “Riegos de curado”
  - 540 “Lechadas bituminosas”
  - 542 “Mezclas bituminosas en caliente”
  - 543 “Mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de rodadura”
  - 550 “Pavimentos de hormigón vibrado”
- ✓ O.M. de 13-2-02 (BOE 6-3-02).

  Derogat:
  - 240 “Barras lisas para hormigón armado”
  - 241 ”Barras corrugadas para hormigón armado”
  - 242 “Mallas electrosoldadas”
  - 244 “Torzales para hormigón pretensado”
  - 245 “Cordones para hormigón pretensado”
  - 246 “Cables para hormigón pretensado”
  - 247 “Barras para hormigón pretensado”
  - 250 “Acero laminado para estructuras metálicas”
  - 251 “Acero laminado resistente a la corrosión para estructuras metálicas”
  - 252 “Acero forjado”,
  - 253 “Acero moldeado”
  - 254 “Aceros inoxidables para aparatos de apoyo”
  - 260 “Bronce a emplear en apoyos”
  - 261 “Plomo a emplear en juntas y apoyos”
  - 281 “Aireantes a emplear en hormigones”
  - 283 “Plastificantes a emplear en hormigones”
  - 287 “Poliestireno expandido”
  - 620 “Productos laminados para estructuras metálicas”

  Revisat:
  - 243 “Alambres para hormigón pretensado”
  - 248 “Accesorios para hormigón pretensado”
  - 280 “Agua a emplear en morteros y hormigones”
  - 285 “Productos filmógenos de curado”
  - 610 “Hormigones”

  Nou:
  - 240 ”Barras corrugadas para hormigón estructural”
  - 241 “Mallas electrosoldadas”
  - 242 “Armaduras básicas electrosoldadas en celosía”
  - 244 “Cordones de dos “2” o tres “3” alambres para hormigón pretensado”
  - 245 “Cordones de siete “7” alambres para hormigón pretensado”
  - 246 “Tendones para hormigón pretensado”
  - 247 “Barras de pretensado”
  - 281 “Aditivos a emplear en morteros y hormigones”
  - 283 “Adiciones a emplear en hormigones”
  - 287 “Poliestireno expandido para empleo en estructuras”
  - 610A “Hormigones de alta resistencia”
  - 620 “Perfiles y chapas de acero laminado en caliente, para estructuras metálicas”
- ✓ Orden FOM 1382/02, de 16 de maig de 2002:

  Modifica:
  - 300 "Desbroce del terreno" ;
  - 301 "Demoliciones";
  - 302 "Escarificación y compactación";
  - 303 "Escarificación y compactación del firme existente";
  - 304 "Prueba con supercompactador";
  - 320 "Excavación de la explanación y préstamos";
  - 321 "Excavación en zanjas y pozos";
  - 322 "Excavación especial de taludes en roca";
  - 330 "Terraplenes";
  - 331 "Pedraplenes";
  - 332 "Rellenos localizados";
  - 340 "Terminación y refino de la explanada";
  - 341 "Refino de taludes";
  - 410 "Arquetas y pozos de registro";
  - 411 "Imbornales y sumideros";
  - 412 "Tubos de acero corrugado y galvanizado";
  - 658 "Escollera de piedras sueltas";
  - 659 "Fábrica de gaviones";
  - 670 "Cimentaciones por pilotes hincados a percusión";
  - 671 "Cimentaciones por pilotes de hormigón armado moldeados "in situ"";
  - 672 "Pantallas continuas de hormigón armado moldeadas "in situ""
  - 673 "Tablestacados metálicos",

  Nous articles:
  - 290 "Geotextiles";
  - 333 "Rellenos todo-uno";
  - 400 "Cunetas de hormigón ejecutadas en obra";
  - 401 "Cunetas prefabricadas";
  - 420 "Zanjas drenantes";
  - 421 "Rellenos localizados de material drenante";
  - 422 "Geotextiles como elemento de separación y filtro";
  - 675 "Anclajes";
  - 676 "Inyecciones" y
  - 677 "Jet grouting",

  Derogat:
  - 400 "Cunetas y acequias de hormigón ejecutadas en obra";
  - 401 "Cunetas y acequias prefabricadas de hormigón";
  - 420 "Drenes subterráneos";
  - 421 "Rellenos localizados de material filtrante" y
  - 674 "Cimentaciones por cajones indios de hormigón armado

- Reial decret 1481/01, de 27 de desembre, pel que es regula l'eliminació de residus mitjançant dipòsit en abocador.
- Reial Decret 105/2008, de 1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i enderroc.
- Reial Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.
- Reial Decret 396/2006, de 31 de març, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut aplicables als treballs amb risc d'exposició a l'amiant.
- Ordre MAN/304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus i llista europea de residus.
- Decret 201/1994, de 26 de juliol, modificat pel Decret 161/2001, de 12 de juny, regulador dels enderrocs i altres residus de la construcció.
- Reial Decret 833/1988, pel que s'aprova el Reglament per a l'execució de la Llei 20/1986, Bàsica de Residus Tòxics i Perillosos.
- Llei 15/2003 de modificació de la Llei 6/199, reguladora dels residus.
- Pla Nacional de residus de la construcció i demolició (PNRCD) 2001-2006.
- Llei 10/98 de 21 d'abril de residus.
- Decret 89/2010, de 29 de juny, pel que s'aprova el Programa de Gestió de Residus de la Construcció de Catalunya (PROGROC), es regular la producció o la gestió dels residus de la construcció i enderroc i el canon sobra la disposició controlada dels residus de la construcció
- Norma del Laboratori de Transports i Mecànica del Sòl per a l'execució d'assaigs de materials actualment en vigència.
- Mètodes d'assaig del Laboratori Central d'Assaigs de Materials (M.E.L.C.).
- Normes U.N.E.
- UNE-14010 Examen i qualificació de Soldadors.
- Normes ASME-IX "Welding Qualifications".
- Reglament Nacional del Treball per a la Indústria de la Construcció i Obres Públiques (Ordre Ministerial d'1 d'abril de 1964).
- Ordenança de Treball de la Construcció, Vidre i Ceràmica (Ordre Ministerial del 28 d'agost de 1970).

Serà d'aplicació l'acord del Govern de la Generalitat de Catalunya de 9 de juny de 1998 (DOGC de 03/08/1998), pel qual es fixen els criteris per a la utilització en l'obra pública de determinats productes utilitzats en la construcció.

Segons l'esmentat acord, s'exigeix que els productes, corresponents a les famílies de materials que es relacionen a continuació, si estan inclosos en el plecs de condicions d'aquest projecte, siguin de qualitat certificada o puguin acreditar un nivell de qualitat equivalent, segons les normes aplicables als estats membres de la Unió Europea o de l'Associació Europea de Lliure Canvi.

També es procurarà, en el seu cas, que els esmentats materials disposin de l'etiqueta ecològica europea, regulada en el Reglament 880/1992/CEE o bé altres distintius de la Comunitat Europea.

En cas d'alguna discrepància o conflicte entre aquest article i qualsevol de les clàusules dels plecs de les famílies a continuació relacionades, preval aquest esmentat article.

Relació de plecs de família a aplicar aquest article:

Ciments
Guixos
Escaioles
Productes bituminosos en impermeabilització de cobertes
Armadures actives d'acer
Filferros trefilats llisos i corrugats
Malles electrosoldades i biguetes semiresistents
Productes bituminosos impermeabilitzants
Poliestirens expandits
Productes de fibra de vidre com aïllants tèrmics
Xemeneies modulars metàl·liques
Tubs de coure per a ús termohidrosanitari
Tubs de plàstic per a ús termohidrosanitari
Cables elèctrics per a baixa tensió
Aparells sanitaris
Aixetes sanitàries

Tots aquests documents obligaran en la redacció original amb les modificacions posteriors, declarades d'aplicació obligatòria i que es declarin com a tal durant el termini de les obres d'aquest projecte.
El Contractista està obligat al compliment de totes les instruccions, plecs o normes de tota índole promulgades per l'administració de l'estat, de l'autonomia, ajuntament i d'altres organismes competents, que tinguin aplicació a les feines que s'han de fer, tant si són esmentats com si no ho són en la relació anterior, quedant a decisió del director d'obra resoldre qualsevol discrepància que pugui haver respecte el que disposa aquest plec.

ESTRUCTURES

- Instrucció de formigó estructural EHE-08, aprovada per Reial Decret 1247/2008 de 18 de juliol.
- Instrucció de acero estructural EAE aprovada per Reial Decret 751/2011 de 27 de maig.
- Norma de construcció sismorresistent: Part General i Edificació (NCSE-02), RD 997/2002, del 27 de setembre.

SENYALITZACIÓ D'OBRA

- Instrucció 8.3-IC "Senyalització d'obra", de 31 d'agost de 1987.
- Ordre circular 301/89 T sobre senyalització d'obra.
- Ordre circular 300/89 P.P. sobre senyalització, balisament, defensa i acabament d'obres fixes en vies fora de poblat.

SANEJAMENT I ABASTAMENT

- Plec de Condicions Facultatives Generals per a les obres de proveïment d'aigües, contingut a la Instrucció del Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme.
- Plec de Prescripcions Tècniques Generals per a canonades de proveïment d'aigua (ordre del M.O.P.U. de 28 de juliol de 1974).
- Plec de Prescripcions Facultatives Generals per a les obres de Sanejament de Poblacions, de la vigent Instrucció del Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme.

SEGURETAT I SALUT

- Reglament de seguretat del treball a la Indústria de la Construcció i Obres Públiques (Ordre Ministerial d'1 d'abril de 1964).
- Ordenança General de Seguretat i Higiene al treball (Ordre del 9 d'abril de 1964).
- Directiva 92/57/CEE de 24 de juny (DO: 26/08/92)

- Disposicions mínimes de seguretat i salut que han d'aplicar-se a les obres de construcció temporals o mòbils.
- RD 1627/1997 de 24 d'octubre (B.O.E. del 25 d'octubre de 1997)
- Disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció.
- Transposició de la Directiva 92/57/CEE que deroga el RD 555/86 sobre obligatorietat d'inclusió d'Estudi de Seguretat i Higiene en projectes d'edificació i obres públiques.

NORMES UNE

- UNE-20003 Coure, tipus reconegut i industrial, per a aplicacions elèctriques.
- UNE-21011 Filferros de coure dur de secció recta circular. Característiques. Filferros de coure recuit de secció recta circular.
- UNE-21012 Cables de coure per a línies elèctriques aèries. Especificació.
- UNE-21014 Filferros d'alumini per a conductores de línies elèctriques aèries.
- UNE-21019 Cables d'acer galvanitzat per a conductors de terra en les línies elèctriques aèries.
- UNE-36016 Acers inoxidables, forjats o laminats d'ús general.
- UNE-36080 Acers no aliats d'ús general.
- UNE-37201 Plom. Definicions i qualitats.
- N.I.E. Normes per a instal·lacions elèctriques en edificis, de l'Institut Eduardo Torroja.

Les normes relacionades completen les prescripcions del present Plec pel que fa referència a aquells materials i unitats d'obra no esmentats expressament en ell.

La instal·lació de línies aèries haurà de complir, llevat que expressament es disposi el contrari en el present Plec, amb totes les normes de càlcul, prescripcions, dimensions, tipus d'equips, conjunts i peces de muntatge, que estiguin reflectides en el Projecte de Catenària "Tipus FGC, aprovat pel Ministeri d'Obres Públiques, del 28 de Desembre de 1950, i llurs modificacions ulteriors.

En conseqüència per a les característiques tècniques dels materials, peça i equips que composen dita instal·lació, s'estarà al que es disposa en els documents FGC que a continuació es relacionen:

- Plànols del Projecte de la Catenària tipus FGC.
- Àlbum d'electrificació.
- Nomenclatura General de Materials, Gabinets d'Abastament i magatzems:
  - ✓ - Família 64.- Elements Fixos d'Electrificació.
  - ✓ - Família 52.- Aïlladors.
  - ✓ - Família 54.- Conductors Elèctrics.
- Especificacions Tècniques, Gabinet d'Abastament i magatzems:
  - ✓ - 03.364.001.- Peces de coure
  - ✓ - 03.364.002.- Peces de coure per a elements auxiliars de catenàries.
  - ✓ - 03.364.003.- Peces foses de cuproaleació per a elements auxiliars de catenària.
  - ✓ - 03.364.004.- Retencions preformades per a catenària.
  - ✓ - 03.364.005.- Connexió de carril.
  - ✓ - 03.364.006.- Plaquetes separades, volanderes i peces en general de plom.
  - ✓ - 03.364.007.- Grapes de suspensió per a línies d'alimentació de catenària.
  - ✓ - 03.364.009.- Suport d'atirantat de catenària.
  - ✓ - 03.364.010.- Peces d'acer destinades a elements auxiliars de catenària.
  - ✓ - 03.364.100.- Pals i mènsules metàl·liques.
  - ✓ - 03.300.101.- La galvanització en calent.
  - ✓ - 03.300.106.- Recobriment electrolític de zinc sobre base fèrria.
  - ✓ - 03.352.105.- Aïlladors de vidre i tensions superiors a 1000 V.
  - ✓ - 03.352.301.- Aïlladors de porcellana per a tensions inferiors a 1000 V.
  - ✓ - 03.352.302.- Aïlladors de porcellana per a tensions superiors a 1000 V.
  - ✓ - 03.354.002.- Fil ranurat per a línia de contacte.
  - ✓ - 03.354.004.- Cables destinats al transport d'energia fins a 10.000 V.
  - ✓ - 03.354.005.- Cables destinats a comandament de control.
  - ✓ - 03.354.011.- Cables de coure nu per a línies elèctriques aèries.
  - ✓ - 03.354.014.- Cables autosuportadores per a telecomandament.
  - ✓ - 03.354.015.- Cables d'alumini nu per a línies elèctriques aèries.
  - ✓ - 03.354.018.- Cables d'acer recobert d'alumini per a línies elèctriques aèries.

Tots aquests documents obligaran en la redacció original amb les modificacions posteriors, declarades d'aplicació obligatòria i que es declarin com a tal durant el termini de les obres d'aquest projecte.

El Contractista està obligat al compliment de totes les instruccions, plecs o normes de tota índole promulgades per l'administració de l'estat, de l'autonomia, ajuntament i d'altres organismes competents així com de FGC, que tinguin aplicació a les feines que s'han de fer, tant si són esmentats com si no ho són en la relació anterior, quedant a decisió del Director d'Obra resoldre qualsevol discrepància que pugui haver respecte el que disposa aquest plec.

Seran de compliment també, quantes prescripcions figuren a les Normes, Instruccions o Reglaments oficials, que guarden relació amb les obres del present projecte, amb les seves instal·lacions complementàries o amb els treballs necessaris per realitzar-les.

1.4. DESCRIPCIÓ DE LES OBRES

Les obres que es descriuen en aquest document, tenen com a objectiu desenvolupar una solució tècnica integral per garantir la seguretat i estabilitat del traçat ferroviari de la línia Lleida - La Pobla de Segur, concretament en el tram comprès entre els PK 29+522 i PK 29+661, al municipi de Gerb.

Aquesta intervenció s'inscriu dins de les mesures de mitigació del risc geotècnic identificades a l'estudi elaborat per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), on s'ha detectat la presència de dolines i esvorancs que comprometen l'estabilitat de la infraestructura ferroviària.
El tram afectat presenta una longitud total de 139 metres i es divideix en tres zones específiques segons la seva localització i grau d'afectació:

- **Zona 1**: Comprèn 53 metres, des del PK 29+522 al PK 29+575.
- **Zona 2**: Inclou un tram de 46 metres entre els PK 29+575 i PK 29+621.
- **Zona 3**: Abarca els 40 metres restants, entre els PK 29+621 i PK 29+661.

Aquestes zones es caracteritzen per estar ubicades en un context geològic i hidrogeològic complex, amb materials quaternaris altament vulnerables a fenòmens de subsidència i tubificació, derivats de la infiltració d'aigua i l'arrossegament de materials fins. Aquesta problemàtica ha provocat deformacions recurrents en la plataforma ferroviària i ha requerit actuacions puntuals d'urgència en el passat.

La solució plantejada per al projecte implica la construcció d'un viaducte de nova generació que elimina el contacte directe de la via amb el terreny vulnerable.

Aquest viaducte estarà format per una estructura modular que integra plaques alveolades prefabricades, recolzades sobre jàsseres de fonamentació correguda.

Aquest sistema estructural transferirà les càrregues de la superestructura cap a una fonamentació profunda mitjançant micropilots de fins a 20 metres de profunditat, garantint així l'estabilitat i durabilitat de la infraestructura.

Amb aquesta actuació, es proporciona una solució tècnica robusta que no només respon als reptes actuals, sinó que també s'alinea amb els criteris d'eficiència i sostenibilitat requerits per a una infraestructura ferroviària de llarg recorregut.

La intervenció, a més, permetrà minimitzar l'impacte de futures deformacions del terreny sobre el traçat, assegurant la continuïtat del servei ferroviari en condicions òptimes de seguretat i confort pels usuaris.

Aquest projecte es fonamenta en les dades proporcionades per l'estudi geotècnic de la zona, incorporant les mesures més adequades i avançades per mitigar els riscos detectats, contribuint així a la millora global de la línia ferroviària i a la preservació d'un servei essencial per a la mobilitat de la regió.

1.5. PROCÉS CONSTRUCTIU

El procés constructiu del viaducte es planteja per minimitzar l'impacte en l'operativa ferroviària, diferenciant dues fases:

Fase A. Execució en **condicions de circulació ferroviària**
Fase B. Execució en **condicions de tall total de circulació**.

S'han considerat les restriccions logístiques, el terreny geotècnicament complex i els requisits tècnics específics per garantir la seguretat i l'estabilitat de la infraestructura.

1.5.1. FASE A. Execució en condicions de circulació ferroviària (Treball diürn)

1. **Preparació de pistes d'accés per a la maquinària de perforació**

   - Es construirà una pista paral·lela a la traça ferroviària amb una amplada de **6,0 m**, permetent l'accés segur dels equips de perforació a cada emplaçament.

   - La plataforma es reforçarà per suportar el pes dels equips Comacchio MC15 o MC22, utilitzant materials granulars compactats.

2. **Perforació dels micropilots**

   - Es realitzarà amb el sistema **Spiral Flush o comercial similar**, garantint una perforació controlada sense impactar el terreny circumdant amb un **diàmetre nominal de perforació de 275mm.**

   - Els **micropilots de camisa metàl·lica de Ø 219,1 mm** i gruix de **12,5 mm** es perforaran a diferents profunditats segons la zona (19,60 m, 21,20 m i 23,40 m). La separació longitudinal serà de **2,00 m** i transversal de **6,22 m**.

   - Durant la perforació, es canalitzaran els materials extrets pel conducte anular i s'utilitzarà aire com a fluid de neteja, evitant filtracions al terreny.

   - Un cop completada la perforació, s'injectarà una beurada Injecció Beurada de ciment CEM I 42,5Nde ciment CEM I 42,5 N amb una relació aigua/ciment de **0,5**, assegurant una compactació homogènia.

3. **Preparació dels capitells roscats**

   - Un cop instal·lats els micropilots, es col·locaran capitells metàl·lics amb cotes topogràfiques precisament assignades per garantir l'alineació de les bigues longitudinals.

4. **Col·locació de l'armadura de les bigues longitudinals**

   - Es muntaran les armadures metàl·liques corresponents a les bigues de fonamentació, incloent-hi els reforços necessaris per a la transmissió de càrregues.

   - Les unions entre l'armadura i els capitells dels micropilots es faran mitjançant soldadura certificada.

5. **Encofrat i formigonat de les bigues longitudinals**

   - Es construirà un encofrat per a les bigues en forma de **L**, que s'omplirà amb formigó **fck=35 MPa**, aditivat amb accelerant de fraguat per reduir el temps de posada en càrrega.

   - Es controlarà la temperatura i la hidratació del formigó durant el procés de fraguat per garantir la qualitat.

   -

1.5.2. FASE B. Execució en condicions de tall total de circulació (Treball 24h)

Aquestes activitats es planificaran durant finestres temporals de **48 a 72 hores**, com caps de setmana o festius.

6. **Retirada de la via i les instal·lacions associades**

   - Es desmuntarà la via i les travesses existents, així com les instal·lacions de fibra òptica i baixa tensió. Els materials es retiraran per la pista d'accés habilitada.

   - Es retiraran les capes de balast i es procedirà a l'excavació del terreny fins a la cota inferior de les plaques alveolades.

7. **Col·locació de les plaques alveolades h=50cm cantell**

   - Les plaques alveolades es recolzaran directament sobre les bigues de formigó, prèviament protegides amb bandes de neopré per absorbir possibles irregularitats.

- La col·locació es realitzarà un cop el formigó de les bigues hagi assolit una resistència mínima de **21 MPa**.

8. **Formigonat de la capa de compressió**

   - Es construirà una capa de compressió de **10 cm de gruix**, armada amb xarxa metàl·lica corrugada i formigonada amb **fck=35 MPa**. S'utilitzarà formigó aditivat amb accelerant de fraguat per reduir els temps de posada en càrrega.

9. **Restitució de la via i les instal·lacions**

   - Quan el formigó de la capa de compressió assoleixi una resistència de **21 MPa**, es col·locarà de nou el balast, la via i totes les instal·lacions associades (fibra òptica, baixa tensió, etc.).

   - Es realitzarà un control topogràfic final per garantir l'alineació i cota correcta del traçat.

1.5.3. Consideracions tècniques i ambientals

- El sistema tipus **Spiral Flush o comercial similar** garanteix una execució controlada sense risc de col·lapses o alteracions al terreny.

- L'ús de formigons aditivats i el control topogràfic permeten optimitzar els temps d'execució i assegurar la qualitat de l'obra.

- La planificació en dues fases minimitza l'impacte en el servei ferroviari, garantint la seguretat dels operaris i dels usuaris del transport ferroviari.

Taula 1: Fase A - Execució en condicions de circulació ferroviària

Etapa	Descripció
1. Preparació pistes d'accés	Construcció de pistes d'accés paral·leles al traçat ferroviari, amb amplada de 3,0 m per permetre el moviment segur dels equips de perforació.
2. Perforació dels micropilots	Execució de micropilots amb el sistema Spiral Flush o similar, amb camisa metàl·lica de Ø 219,1 mm, injecció de lleixiu de ciment i control de la verticalitat.
3. Preparació dels capitells	Instal·lació de capitells roscats sobre els micropilots amb assignació precisa de cotes topogràfiques per garantir l'alineació de les bigues longitudinals.
4. Col·locació de l'armadura	Muntatge de l'armadura de les bigues longitudinals amb reforços i unions soldades als capitells dels micropilots.
5. Encofrat i formigonat	Construcció de les bigues longitudinals en forma de "L" amb formigó **C35/45** (segons Eurocodi 2), que equival a una resistència característica a compressió (**fc**) de 35 MPa als 28 dies. A més, el formigó estarà aditivat amb accelerant de fraguat per reduir els temps de posada en servei.

Taula 2: Fase B - Execució en condicions de tall total de circulació

Etapa	Descripció
6. Retirada de la via i serveis	Desmuntatge de via, travesses, instal·lacions de fibra òptica i baixa tensió, retirada del balast i excavació fins a la cota inferior de les plaques alveolades.
7. Col·locació de plaques alveolades	Instal·lació de plaques alveolades sobre les bigues longitudinals, utilitzant bandes de neopré per absorbir irregularitats, després d'assolir una resistència mínima de 21 MPa al formigó.
8. Formigonat de la capa de compressió	Execució d'una capa de compressió de 8 cm amb xarxa metàl·lica corrugada i formigó **C35/45** (segons Eurocodi 2), que equival a una resistència característica a compressió (**fc**) de 35 MPa als 28 dies. A més, el formigó estarà aditivat amb accelerant de fraguat per reduir el temps de fraguat.
9. Restitució de la via i serveis	Reposició de balast, via i serveis (fibra òptica, baixa tensió) amb un control topogràfic final per assegurar l'alineació i les cotes correctes del traçat ferroviari.

2. PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES PER A L'EXECUCIÓ DE LA FONAMENTACIÓ AMB MICROPILOTS UTILITZANT EL SISTEMA SPIRAL FLUSH (O SISTEMA COMERCIAL SIMILAR)

2.1. Objecte

Aquest plec de condicions tècniques estableix els requisits, les especificacions i els procediments que el contractista haurà de complir per a l'execució dels treballs de fonamentació amb micropilots utilitzant el sistema **Spiral Flush (o sistema comercial similar)**. Els treballs es realitzaran en condicions complexes, incloent la proximitat a infraestructures ferroviàries en servei, i requeriran un control rigorós tant tècnic com ambiental.

2.2. Elecció del sistema de perforació

El sistema **Spiral Flush (o sistema comercial similar)** ha estat seleccionat per les següents raons:

- **Condicions geotècniques:** La presència de materials al·luvials de gra gruixut, saturats d'aigua, amb gruixos superiors a 20 metres, requereix un sistema que preservi l'estabilitat del terreny.
- **Proximitat a la infraestructura:** La perforació es durà a terme prop de vies fèrries en servei, fet que exigeix minimitzar vibracions i desplaçaments del terreny.
- **Espais confinats:** Les limitacions de gàlib i mobilitat necessiten equips compactes i precisos.
- **Eficiència ambiental:** Davant l'escassetat d'aigua, és imprescindible utilitzar un sistema que no requereixi grans volums d'aquest recurs.

NO S'AUTORITZEN SISTEMES DE PERFORACIÓ PER AIGUA. Els sistema de perforació per aire en tots els casos hauran de tenir recirculació del detritus per dins la camisa metàl·lica i pressió de l'aire controlada com el sistema SpiraFlush que presentem.

2.3. Descripció del sistema de perforació

El sistema **Spiral Flush (o sistema comercial similar)** utilitza un martell de fons amb anell integrat i funciona amb aire com a fluid de perforació. Les seves característiques inclouen:

- **Perforació amb aire controlat:** L'aire comprimit i els detritus es condueixen cap a la superfície a través de l'espai anular entre la camisa metàl·lica i el varillatge.
- **Evacuació segura:** Evita insuflar aire al terreny, prevenint desplaçaments, sobreexcavació i afectacions a les infraestructures properes.
- **Precisions en terrenys complexos:** Pot perforar piles inclinades i travessar capes de bolos o substrats rocosos sense comprometre la verticalitat.

2.4. Requisits dels materials

- **Tubs N80:**
  - **Material:** Acer segons norma EN ISO 11960, amb límit elàstic ≥ **550 MPa**.
  - **Dimensions:** Diàmetre exterior de **219,1 mm** i gruix de paret de **12,5 mm**.
  - **Acabats:** Galvanitzats per resistir condicions de saturació.
- **Unions roscades:**
  - **Tipus:** Mascle-femella amb rosca gruixuda i geometria circular.
  - **Longitud mínima:** 70 mm.
  - **Especificacions:** Han de garantir resistència a tracció i evitar deformacions.
- **Vàlvules de reinjecció:**
  - **Freqüència:** Obligatòriament cada 1,5 metres.
  - **Funció:** Permetre injeccions successives per assegurar un farciment homogeni.

2.5. Preparació de la beurada de ciment

- **Tipus de ciment:** CEM I 42,5 N.
- **Relació aigua/ciment:** 0,5 (en pes).
- **Equipament:** Plantes com l'Obermann VS121-E, amb:
  - **Desleidora d'alta turbulència (1.500 rpm).**
  - **Batidora-agitadora.**
  - Bomba d'injecció amb pressió mínima de **50 bars** i cabal regulable de **100 l/min**.

2.6. Execució de la perforació

- **Preparació:** Verificació topogràfica de coordenades i alineació dels equips.
- **Perforació simultània amb instal·lació de camisa:** La perforació es realitza amb el martell de fons mentre s'instal·la la camisa metàl·lica, assegurant la verticalitat i la protecció del terreny.

2.7. Execució de la injecció

- **Injecció:** Es realitzarà mitjançant un circuit tancat i pressuritzat, utilitzant una capçalera adaptada a la rosca de l'armadura.
- **Finalització:** Es considerarà completa quan el ciment surti de forma homogènia per l'anular.

2.8. Control i monitoratge

- **Paràmetres d'injecció:** Es registraran volum i pressió mitjançant caudalímetres.
- **Sistema de monitoratge:** El sistema SCORPION generarà informes gràfics en temps real.

2.9. Precaucions amb la via fèrria

Els treballs propers a la via fèrria han de complir els següents requisits:

- Minimitzar vibracions i desplaçaments.
- Garantir que l'impacte sobre el servei ferroviari sigui nul.

Fase	Etapa	Descripció Detallada
Preparació inicial	1. Verificació de coordenades	Es realitza una verificació topogràfica de les coordenades de cada micropilot, assegurant l'alineació segons el projecte.
	2. Preparació de pistes d'accés	Es construeixen pistes amb una amplada mínima de 3 m per permetre el moviment segur dels equips i materials.
	3. Posicionament dels equips	Instal·lació de la maquinària de perforació, com el Comacchio MC15 o MC22, assegurant la verticalitat del màstil.
Perforació	5. Inici de la perforació	Es comença la perforació amb martell de fons tipus Spiral Flush (o similar), utilitzant aire com a fluid de barratge.
	6. Col·locació simultània de la camisa metàl·lica	La camisa metàl·lica N80 s'introdueix al mateix temps que avança la perforació, assegurant-ne la verticalitat.
Injecció	9. Preparació de la beurada	Es prepara la beurada amb ciment CEM I 42,5 N en una planta Obermann VS121-E, amb una relació aigua/ciment de 0,5.
	10. Instal·lació de capçalera d'injecció	Es col·loca una capçalera adaptada a la rosca de l'armadura per conduir la beurada fins al micropilot.
Control i monitoratge	13. Control de paràmetres d'injecció	S'utilitzen caudalímetres per mesurar volum i pressió en temps real.
	14. Registre de dades	El sistema SCORPION genera informes gràfics que documenten el volum injectat, la pressió i els temps d'execució.
Finalització	15. Verificació de qualitat	Es verifica la correcta instal·lació de la camisa metàl·lica, l'alineació i la uniformitat del farciment del micropilot.

3. DIRECCIÓ D'OBRA

La Direcció, seguiment, control i valoració de les obres objecte del projecte, així com de les que corresponguin a ampliacions o modificacions establertes per FGC, estarà a càrrec d'una Direcció d'Obra encapçalada per un tècnic titulat competent.

FGC participarà en la Direcció d'Obra en la mida que ho cregui convenient.

Per a poder acomplir amb la màxima efectivitat la missió que li és encarregada, la Direcció d'Obra gaudirà de les més àmplies facultats, podent conèixer i participar en totes aquelles previsions o actuacions que porti a terme el Contractista.

Seran base per al treball de la Direcció d'Obra:

- Els plànols del projecte.
- El Plec de Condicions Tècniques.
- Els quadres de preus.
- El preu i termini d'execució contractats.
- El Programa de treball formulat pel Contractista i acceptat per FGC.
- Les modificacions d'obra establertes per FGC.

Sobre aquestes bases, correspondrà a la Direcció d'Obra:

- Impulsar l'execució de les obres per part del Contractista.
- Assistir al Contractista per a la interpretació dels documents del Projecte i fixació de detalls de la definició de les obres i de la seva execució per a que es mantinguin les condicions de funcionalitat, estabilitat, seguretat i qualitat previstes al Projecte.
- Formular amb el Contractista l'Acta de replanteig i inici de les obres i tenir present que els replanteigs de detall es facin degudament per ell mateix.
- Requerir, acceptar o reparar si s'escau, els plànols d'obra que ha de formular el Contractista.
- Requerir, acceptar o reparar si s'escau, tota la documentació que, d'acord amb allò que estableix aquest Plec, el que estableix el Programa de Treball acceptat i, el que determina les normatives que, partint d'ells, formuli la pròpia Direcció d'Obra, correspongui formular al Contractista als efectes de programació de detall, control de qualitat i seguiment de l'obra.
- Establir les comprovacions dels diferents aspectes de l'obra que s'executi que estimi necessàries per a tenir ple coneixement i donar testimoni de si acompleixen o no amb la seva definició i amb les condicions d'execució i d'obra prescrites.
- En cas d'incompliment de l'obra que s'executa amb la seva definició o amb les condicions prescrites, ordenar al Contractista la seva substitució o correcció paralitzant els treballs si ho creu convenient.
- Proposar les modificacions d'obra que impliquin modificació d'activitats o que cregui necessàries o convenients.
- Informar les propostes de modificacions d'obra que formuli el Contractista.
- Proposar la conveniència d'estudi i formulació, per part del Contractista, d'actualitzacions del programa de Treballs inicialment acceptat.
- Establir amb el Contractista documentació de constància de característiques i condicions d'obres ocultes, abans de la seva ocultació.
- Establir les valoracions mensuals a l'origen de l'obra executada.
- Establir periòdicament informes sistemàtics i analítics de l'execució de l'obra, dels resultats del control i de l'acompliment dels Programes, posant-se de manifest els problemes que l'obra presenta o pot presentar i les mesures preses o que es proposin per a evitar-los o minimitzar-los.
- Preparació de la informació d'estat i condicions de les obres, i de la valoració general d'aquestes, prèviament a la seva recepció per FGC.
- Recopilació dels plànols i documents definitoris de les obres tal com s'ha executat, per a lliurar a FGC un cop acabats els treballs.

El Contractista haurà d'actuar d'acord amb les normes i instruccions complementàries que d'acord amb allò que estableix el Plec de Condicions Tècniques del Projecte, li siguin dictades per la Direcció d'Obra per a la regulació de les relacions entre ambdós en allò referent a les operacions de control, valoració i en general, d'informació relacionades amb l'execució de les obres.

Per altra banda, la Direcció d'Obra podrà establir normatives reguladores de la documentació o altre tipus d'informació que hagi de formular o rebre el Contractista per a facilitar la realització de

les expressades funcions, normatives que seran d'obligat compliment pel Contractista sempre que, si aquest ho requereix, siguin prèviament conformades per FGC.

El Contractista designarà formalment les persones de la seva organització que estiguin capacitades i facultades per a tractar amb la Direcció d'Obra les diferents matèries objecte de les funcions de les mateixes i en els diferents nivells de responsabilitat, de tal manera que estiguin sempre presents a l'obra persones capacitades i facultades per a decidir temes dels quals la decisió per part de la Direcció d'Obra estigui encarregada a persones presents a l'obra, podent entre unes i altres establir documentació formal de constància, conformitat o objeccions.

La Direcció d'Obra podrà detenir qualsevol dels treballs en curs de la realització que, al seu barem, no s'executin d'acord amb les prescripcions contingudes a la documentació definitòria de les obres.

4. DESENVOLUPAMENT DE LES OBRES

4.1. Acta de Comprovació del Replanteig

Amb anterioritat a la iniciació de les obres, el Contractista, conjuntament amb la Direcció d'Obra, procediran a la comprovació de les bases de replanteig i punts fixos de referència que constin al Projecte, aixecant-se Acta dels resultats.

A l'acta s'hi farà constar que, tal i com estableixen les bases del concurs i clàusules contractuals, el Contractista, prèviament a la formulació de la seva oferta, va prendre dades sobre el terreny per a comprovar la correspondència de les obres definides al Projecte amb la forma i característiques del citat terreny. En cas de que s'hagués apreciat alguna discrepància es comprovarà i es farà constar a l'Acta amb caràcter d'informació per a la posterior formulació de plànols d'obra.

A partir de les bases i punts de referència comprovats es replantejaran els límits de les obres a executar que, per sí mateixos o per motiu de la seva execució puguin afectar terrenys exteriors a la zona de domini o serveis existents.

Aquestes afeccions es faran constar a l'Acta, a efectes de tenir-los en compte, conjuntament amb els compromisos sobre serveis i terrenys afectats.

Correspondrà al Contractista l'execució dels replanteigs necessaris per a portar a terme l'obra. El Contractista informarà a la Direcció d'Obra de la manera i dates en que programi portar-los a terme. La Direcció d'Obra podrà fer-li recomanacions al respecte i, en cas de que els mètodes o temps d'execució donin lloc a errors a les obres, prescriure correctament la forma i temps d'executar-los.

La Direcció d'Obra farà, sempre que ho cregui oportú, comprovacions dels replanteigs efectuats.

4.2. Plànols d'obra

Un cop efectuat el replanteig i els treballs necessaris per a un perfecte coneixement de la zona i característiques del terreny i materials, el Contractista formularà els plànols detallats d'execució que la Direcció d'Obra cregui convenients, justificant adequadament les disposicions i dimensions que figuren en aquests segons els plànols del projecte constructiu, els resultats dels replanteigs, treballs i assaigs realitzats, els plecs de condicions i els reglaments vigents. Aquests plànols s'hauran de formular amb suficient anticipació, que fixarà la Direcció d'Obra, a la data programada per a l'execució de la part d'obra a que es refereixen i ser aprovats per la Direcció d'Obra, que igualment, assenyalarà al Contractista el format i disposició en que ha d'establir-los. Al formular aquests plànols es justificaran adequadament les disposicions adoptades.

El Contractista estarà obligat, quan segons la Direcció d'Obra fos imprescindible, a introduir les modificacions que calguin per a que es mantinguin les condicions d'estabilitat, seguretat i qualitat previstes al projecte, sense dret a cap modificació al preu ni al termini total ni als parcials d'execució de les obres.

Per la seva part el Contractista podrà proposar també modificacions, degudament justificades, sobre l'obra projectada, a la Direcció d'Obra, qui, segons la importància d'aquestes, resoldrà directament o ho comunicarà a FGC per a l'adopció de l'acord que s'escaigui. Aquesta petició tampoc donarà dret al Contractista a cap modificació sobre el programa d'execució de les obres.

Al cursar la proposta citada a l'apartat anterior, el Contractista haurà d'assenyalar el termini dins del qual precisa rebre la contestació per a que no es vegi afectat el programa de treballs. La no contestació dins del citat termini, s'entendrà en tot cas com a denegació a la petició formulada.

4.3. Condicions especials específiques de l'obra

Les condicions d'execució de les obres del present projecte s'han de subjectar a la disponibilitat de FGC sobre la base del manteniment del servei ferroviari.

A tal efecte, el projecte determina les línies de treball preestablertes per FGC, però FGC podrà modificar-les en funció de la programació concreta que sorgeix de la licitació del projecte.

En qualsevol cas, s'hauran de complir les condicions que es recullen en els articles que segueixen i que es refereixen als conceptes següents:

- Condicions de treball que afecten als serveis ferroviaris
- Treballs nocturns
- Treballs en caps de setmana
- Precaucions de velocitat
- Treballs que poden afectar les instal·lacions en servei
- Treballs que afecten al gàlib de via
- Treballs que afecten al gàlib d'electrificació de via.
- Agents pilot
- Disponibilitat de maquinària
- Medis de control a disposició

4.4. Condicions de treball que afecte als serveis ferroviaris

Les condicions de treball que afecten l'explotació o les condicions de seguretat de la mateixa seran determinades segons es comenta a continuació en relació als conceptes següents:

- Hores de talls de via
- Hores de tall d'electrificació de via
- Condicions de tall prolongat i total de via
- Precaucions de velocitat
- Calendari i programació dels talls
- Preavisos
- Entrada / Sortida de maquinària
- Moviments de maquinària durant els talls de circulació
- Condicions de circulació al inici del servei ferroviari
- Resguards per l'establiment de via lliure
- Control mitjançant agent pilot de via de catenària, de senyalització i de comunicacions

Aquests conceptes seran prefixats per l'Enginyer Coordinador / Director de FGC, el qual haurà de determinar, a efectes de regular les diferents etapes de treball, que puguin produir-se riscos o interferència a l'explotació ferroviària.

Els condicionaments que puguin establir-se en el projecte o en les etapes prèvies a l'execució / programació de les obres parcials o totals seran en tot moment vinculants pel Contractista.

Abans del inici de l'Obra es presentarà un Programa de Necessitats d'Agents que quantificarà el nombre de pilots de via, electrificació, senyalització i comunicacions per al compliment de la normativa vigent en el que afecta a Seguretat en la Circulació i d'acord amb el Pla d'Obra que regirà tot el procés d'execució.

Aquests agents podran ser personal del Contractista, amb l'homologació preceptiva o agents de FGC.

Els agents pilot de tot tipus van a càrrec del Contractista adjudicatari, i el seu cost s'ha inclòs en els preus.

En cas de que els faciliti FGC, les despeses produïdes seran abonades pel Contractista, efectuant-se els pagaments corresponents amb caràcter mensual i/o segons les certificacions d'obra.

Així mateix, el Programa de Necessitats d'Agents haurà d'incloure el personal de circulació i tracció necessaris per al desenvolupament de situacions provisionals en cas de que fos necessari.

El personal de Contracta per a la conducció de maquinària de via, vagonetes, trens de treball, etc., haurà de contar amb l'aprovació reglamentària de FGC a l'igual que el material mòbil que, eventualment, discorri per via en servei o en règim de maniobres durant els talls de via.

4.5. Hores de tall de via

Les condicions de tall ordinari que estableix FGC per a l'execució dels treballs de renovació són les següents:

- Horari nocturn comprés orientativament entre les 23:0 hores i les 05:00 hores i entre la nit de diumenge a dilluns i la de dijous a divendres. Les nits de divendres a dissabte i de dissabte a diumenge no són hàbils a efectes de renovació de via degut a l'extensió de l'horari de servei de la línia.

Els esmentats horaris de tall han estat tinguts en consideració en la determinació dels preus del projecte i del termini de l'obra.

No obstant una vegada adjudicats els treballs, es tractarà d'aconseguir unes condicions de treball quelcom millors que facilitin l'execució de les obres. Tanmateix, **el període i horaris de tall indicat són orientatius i que en qualsevol cas queda supeditat a les necessitats de FGC sense que això pugui ser motiu de reclamació per part del Contractista adjudicatari**

Aquestes millores dependran del que permeti o sigui compatible amb l'explotació.

Hores de tall de l'Electrificació de via

Pel que fa a l'electrificació de via s'ha de dir el que ja s'ha comentat en el cas de la via del punt anterior, amb la distinció de que sense l'ús de maquinària es podrien realitzar determinats treballs una vegada hagi passat l'última circulació fins que el centre de control hagi procedit a desconnectar l'electrificació.

En tot cas qualsevol treball que envaeixi el gàlib de via, ha de quedar autoritzat per l'agent pilot.

Precaucions de velocitat

En les zones de via muntada però sense acabar on hi hagi d'haver circulació de trens, s'establiran, a través de la preceptiva consigna, les oportunes precaucions amb presa de reducció de velocitat disposant al trajecte dels senyals reglamentaris.

Pel present projecte s'ha previst implantar una precaució de velocitat a definir per FGC encara que es preveu de 30 km/h.

Els agents i els tècnics responsables del CTC vetllaran pel compliment de les consignes de precaució establertes denunciant qualsevol infracció.

Calendari programació de les obres

El treball ordinari de l'obra serà de diumenge nit a dijous nit i de manera especial en cap de setmana.

El calendari ordinari i els talls especials de caps de setmana s'hauran de programar conjuntament amb la direcció de FGC.

La programació i el calendari de les obres no afecta solament als treballs a l'interior del túnel, sinó també als dels punts d'accés i als de les bases de muntatge.

Abans del inici de l'obra es presentarà un Programa de Necessitats d'Agents que quantificarà el nombre de pilots de via, de electrificació, de senyalització i comunicacions pel compliment de la normativa vigent en el que afecta a Seguretat en la Circulació i acord amb el Pla d'Obra que regirà tot el procés d'execució.

Aquests agents podran ser personal del Contractista, amb l'homologació preceptiva o agents de FGC.

En aquest cas, la totalitat de les despeses fixes i fluctuants produïdes tindran que ser abonades pel Contractista, efectuant-se els pagaments corresponents amb caràcter mensual.

Tanmateix, el Programa de Necessitats d'Agents haurà d'incloure el personal de circulació i tracció necessaris pel desenvolupament dels treballs.

Preavís

Qualsevol canvi en la programació dels treballs i en el personal de control, personal auxiliar i personal de circulació, exigeix el corresponent preavís segons marca el reglamento de FGC i que es recull en la carta de maniobra.

Entrada/sortida de maquinària i bases de muntatge/campes

L'entrada i sortida de maquinària del túnel, així com dels materials nous i procedents del desmuntatge (armament de via i runes) és potser un dels problemes més difícils que plantegen les obres de renovació.

Les bases de muntatge i les campes d'aplec seran punts en els quals es procedeixi a l'aplec i al tractament dels materials d'obra nous, així com al desbast dels materials procedents de l'aixecament.

Moviments de maquinària durant els talls de circulació

Els moviments de maquinària quedaran supeditats a les franges de treball establertes. Tanmateix aquest punt quedarà supeditat a l'aprovació de FGC i la modificació i autorització dels horaris no donarà dret a reclamació per part del Contractista adjudicatari.

Posada en servei de la via

L'agent pilot en coordinació amb el CTC determinaran el moment exacte de posada en servei de la via i de la tensió de l'electrificació, havent de parar en aquell moment tota activitat d'obra que pugui afectar al gàlib de la via.

FGC confeccionarà i facilitarà al seu moment al responsable de l'obra una instrucció tècnica que definirà quines són les condicions i els procediments que permetin posar la via en servei.

Agents pilots d'acompanyament de trens, de via, de catenària, de senyalització o de comunicacions

Els agents pilot seran els encarregats de controlar el compliment de les condicions de treball havent d'advertir de qualsevol incidència al Centre de Control.

El Centre de Control (C.T.C.) serà l'encarregat d'ordenar els moviments dels equips i de les composicions, així com de qualsevol ordre que pugui afectar les instal·lacions telecomandades..

El / Els agents pilot hauran d'estar degudament homologats per FGC.

Abans del inici de l'obra es presentarà les Necessitats d'Agents que quantificarà el nombre de pilots de via, de electrificació, de senyalització i comunicacions pel compliment de la normativa vigent en el que afecta a Seguretat en la Circulació i acord amb el Pla d'Obra que regirà tot el procés d'execució.

El vigilant o agent pilot estarà dotat del Llibre d'Itinerari d'Ordres del trajecte afectat, que s'haurà d'actualitzar d'acord amb el Reglament en vigor.

Els agents pilot que estan inclosos en els preus comprenen les següents especialitats:

- Agents d'acompanyament de tren
- Agents pilot de via
- Agents pilot d'energia
- Agents pilots de les Instal·lacions de Seguretat i de Comunicacions

Els agents pilot de via hauran d'intervenir en tots aquells punts en els que existeixi el risc d'invasió del gàlib de via, és a dir a més del trajecte, en les bases d'aplec, en les campes i en les bases de muntatge, quan es realitzin operacions amb aquest risc.

El *modus operandi* d'aquests agents és el que determina el Reglament de FGC, que resumidament contempla:

- Els agents d'acompanyament de trens són els responsables de seguretat dels trens de treball i la resta de material que pogués circular per la via.
- Els agents piloto de via actuaran quan hi hagi el risc esmentat d'afecció al gàlib de la via. Aquest agent de via també s'encarregarà de la col·locació, connexió a carril i del posterior desmuntatge de les perxes pròpies de la línia aèria d'electrificació, i estarà autoritzat a fer solament en els punts adequats indicats per la Divisió d'Electrificació.
- Els agents pilot d'energia hauran d'intervenir quan s'efectua alguna modificació en les instal·lacions, com ara ripats de catenària, desmuntatges de catenària, actuació en seccionaments, en telecomandaments, etc.
- Els agents pilot de les Instal·lacions de Seguretat i Comunicacions, hauran d'actuar quan es puguin afectar dites instal·lacions en trasllats de cables, d'aparells, de motors, de modificacions en CTC, etc.

Tot això es realitzarà segons el Reglament.

En el cas que en algun moment FGC pugui facilitar el mencionat personal, el Contractista haurà d'abonar a FGC dita dedicació als preus oficials de FGC.

Com ja s'ha dit, tots els agents pilots seran a compte del Contractista i hauran d'estar homologats.

Condicions de seguretat i respecte al gàlib de via dels treballs de renovació

Les activitats d'obra que puguin afectar al gàlib de la via s'ajustaran a allò establert en les normes de seguretat i el Reglament de FGC i en el seu defecte a les normes de la Reglamentació de Circulació vigent de FGC, entre les quals destaquen com a més importants:

- I.G. número 1 "Senyals" articles 56 i 91.
- I.G. número 32 "Composició, Frenat i Velocitat dels Trens", article 12.
- I.G. número 44 "Anormalitats i Accidents", article 68.

Treballs en les immediacions de la via, on no està previst interceptar el gàlib per la maquinària utilitzada.

Per a la realització d'aquesta classe de treball el Contractista queda obligat al compliment de les prescripcions següents:

- A aquests efectes, es considerarà immediacions de la via la zona lateral del costat corresponent, compresa dins d'una distància de 3 metres, mesurats en línia perpendicular des del cap del carril exterior; aquesta zona s'anomenarà Zona de Seguretat.
- Per que una màquina dels treballs, pugui interferir en algun dels seus moviments, malgrat que sigui momentàniament, la Zona de Seguretat prevista en a) precisa l'autorització

expressa d'un agent de Via i Obres designat com a vigilant del tall, i sense la presència i autorització del qual no es podrà realitzar aquest moviment.
- El vigilant pilot estarà dotat del Llibre d'Itinerari i d'Ordres del trajecte afectat, permanentment actualitzat.
- El vigilant disposarà d'un telèfon mòbil (en els túnels de projecte hi ha cable radiant amb cobertura a tot el llarg), a través del qual s'informarà i informarà a la vegada de les ordres del CTC.

Els Caps de Circulació queden obligats a informar al Vigilant de les circulacions anunciades per telèfon, de l'establiment de la contravia i del paral·lel, així com de qualsevol altra circumstància que pugui afectar als treballs.

- El Vigilant és responsable de la retirada de tota màquina que interfereixi en el gàlib 5 minuts abans de l'hora real prevista pel pas de la primera circulació, i de mantenir-la aturada com a mínim a una distància de 2 metres del cap del carril més pròxim.
- Si excepcionalment no pogués retirar-la amb l'antelació indicada, procedirà a la protecció del punt interceptat d'acord amb allò previst en la I.GR. número 1 "Senyals" o similar de FGC.
- Si per qualsevol causa no pogués comunicar-se amb les estacions col·laterals, el vigilant suspendrà tot moviment dins de la Zona de Seguretat prevista en a).
- Els treballs inclosos en aquest apartat precisen l'autorització prèvia per Consigna de Zona de l'Operador que recollirà les prescripcions reglamentàries i les particulars que puguin aconsellar les circumstàncies amb vistes a garantir la seguretat.

Gàlib d'electrificació de via

El gàlib de la línia aèria d'electrificació no podrà superar-se en cap circumstància fins que l'agent pilot doni les ordres oportunes, d'acord amb les instruccions rebudes del C.T.C.

L'agent d'electrificació haurà d'estar dotat de la preceptiva perxa que permeti aïllar elèctricament el tram en obres en previsió de qualsevol error.

Maquinària i disponibilitat

L'execució de les obres exigeix disposar de la maquinària adequada entre la que cal destacar la següent:

- Tractora amb plataformes.
- Tremuges
- Grua transportable en tren de treballs
- Equips bimodals tipus vaiacar: retroexcavadores, formigoneres, dúmpers
- Batonadora, perfiladora, alineadora i anivelladora
- Encarriladores i petit material de via
- etc.

Els equips previstos seran del Contractista, i FGC podrà facilitar el que en aquell moment pugui disposar, previ pagament dels serveis.

Mitjans de control a disposició

El mateix que s'ha afirmat per a la maquinària, cal aplicar-ho al personal especialitzat de FGC responsable del control.

Aquest personal serà el dels agents pilot de via i instal·lacions fixes.

Els equips de vigilància previstos seran del Contractista adjudicatari, i FGC podrà facilitar el que en aquell moment pugui disposar, previ pagament dels seus serveis.

4.6. Procediment de retirada i muntatge de la via

Aquest apartat estableix les condicions tècniques i els procediments a seguir per a la **retirada i posterior muntatge de la via** en un tram de **via única** de la línia **Lleida - La Pobla de Segur de FGC**.

Els treballs es duran a terme seguint un procés **seqüencial i organitzat**, amb l'objectiu d'optimitzar els temps d'execució, garantir la qualitat de la infraestructura ferroviària i minimitzar l'afectació del servei.

El muntatge de la via es realitzarà amb **travesses de formigó PR-VE-90** i **carril 54E1**, respectant els **criteris i toleràncies tècniques establerts per FGC**.
El procediment es durà a terme **durant un tall total de circulació ferroviària**, comprès entre **divendres a les 22:00 h i dilluns a les 05:00 h**, període en el qual caldrà restablir la via i garantir la seva posada en servei en condicions òptimes.

4.6.1. Procediment per a la retirada de la via

4.6.1.1. Divisió del tram i tall del carril

La retirada de la via es realitzarà per **trams de 60 metres**, amb l'objectiu de facilitar les operacions de muntatge posterior.
El **carril 54E1** es tallarà als extrems de cada tram mitjançant **serres de carril o equips homologats**, garantint una secció de tall neta i precisa per a la seva posterior soldadura.
Els ancoratges i fixacions de les **travesses PR-VE-90** seran retirats prèviament, assegurant el correcte desmuntatge de tots els components de la superestructura de la via.

4.6.1.2. Apartat del carril

Els **carrils retirats** es desplaçaran lateralment, evitant la seva manipulació excessiva i assegurant-ne la seva reutilització.
Es verificarà l'estat de conservació de cada carril. En cas de detectar-se defectes estructurals o desgast excessiu, aquests seran retirats i substituïts per elements nous.
Els carrils quedaran **correctament acopiats en una zona segura** dins l'àmbit de les obres.

4.6.1.3. Extracció de les travesses

La retirada de les **travesses PR-VE-90** es durà a terme de manera individual amb **maquinària específica**, evitant danys que en comprometin la reutilització.
Totes les travesses es col·locaran **ordenadament** a la zona d'acopi per a la seva posterior reinstal·lació.
Es revisarà **visualment l'estat de cada travessa**, identificant les que hagin de ser substituïdes per defectes estructurals.

4.6.1.4. Excavació del terreny

Es procedirà a l'**excavació** del terreny fins a la cota de projecte, garantint la correcta compactació i estabilitat del material base.
En cas que es detectin **materials inadequats o contaminants**, aquests hauran de ser retirats i substituïts per **balast nou**.

4.6.2. Procediment per al muntatge de la nova via

4.6.2.1. Estesa de balast

Es realitzarà l'estesa d'una **primera capa de balast**, ajustant-se a la cota prevista per a la col·locació de les travesses.
La distribució del balast es farà de manera **homogènia** i mitjançant mitjans mecànics adequats per evitar desnivells i inestabilitats.

4.6.2.2. Col·locació de travesses

Es procedirà a la col·locació de les **travesses PR-VE-90**, respectant la seva posició original i les separacions establertes pel projecte.
La seva col·locació es realitzarà amb **pinces especials** i mitjançant maquinària específica per evitar danys.
L'espaiat entre travesses seguirà els criteris establerts per FGC, situant-se en **60 cm** aproximadament.

4.6.2.3. Instal·lació dels carrils

Els **carrils 54E1** es col·locaran i fixaran sobre les travesses mitjançant una **posicionadora de carril**, garantint la seva correcta alineació.
Es fixaran **temporalment** per evitar desplaçaments abans del **procés de batonat**.

4.6.2.4. Anivellament i batonat de la via

Un cop col·locats els carrils, es procedirà a la **compactació i estabilització de la via mitjançant un grup de batonat de Vaiacar**.
Es realitzarà el **batonat en diverses passades**, seguint els requeriments normatius ferroviaris i ajustant la via a la seva posició final.

4.6.2.5. Soldadura dels trams i neutralització de tensions

Es procedirà a la **soldadura dels trams**, excepte en les zones reservades per a la **neutralització de tensions**.
Es garantirà que els **carrils suportin les dilatacions tèrmiques** sense generar tensions incontrolades.
Finalitzada la neutralització, es realitzaran les **soldadures finals** per completar el muntatge de la via.

4.6.3. Control de qualitat i verificació final

Un cop finalitzat el muntatge, es duran a terme les **inspeccions tècniques i proves de verificació**.
Es realitzaran **mesures geomètriques i anàlisis de qualitat**, garantint que la via compleixi amb els **estàndards tècnics de FGC**.
Es verificaran les **soldadures**, l'estat del balast i l'adequació de les **fixacions i alineacions**.
Finalitzades les inspeccions i validacions, la via quedarà **habilitada per a la reobertura del servei ferroviari**.

4.6.4. Condicions d'execució i seguretat

Totes les operacions hauran de realitzar-se **seguint els protocols de seguretat ferroviària establerts per FGC**.
La zona d'intervenció estarà **debidament senyalitzada**, i el personal treballador haurà de disposar de **l'acreditació homologada** per treballar en entorns ferroviaris.
L'obra es realitzarà **sense interrupció del servei** en la fase prèvia, i amb **tall total de circulació** en la fase final del muntatge.

4.6.5. Terminis d'execució

El muntatge i desmuntatge de la via es programarà en **cap de setmana de 55 hores de tall ferroviari**.
El **contractista haurà de garantir l'execució dels treballs en aquest període**, de manera que la via quedi en condicions òptimes per a la reobertura del servei.

4.7. Programa de treballs

Prèviament a la contractació de les obres el Contractista haurà de formular un programa de treball complert.

Aquest programa de treball serà aprovat per FGC al temps i en raó del Contracte. L'estructura del programa s'ajustarà a les indicacions de FGC.

El programa de Treball comprendrà:

- La descripció detallada del mode en que s'executaran les diverses parts de l'obra, definint amb criteris constructius les activitats, lligams entre activitats i durades que formaran el programa de treball.
- Avantprojecte de les instal·lacions, mitjans auxiliars i obres provisionals, inclosos camins de servei, oficines d'obra, allotjaments, magatzems, sitges, etc. i justificació de la seva capacitat per a assegurar l'acompliment del programa.
- Relació de la maquinària que s'emprarà, amb cada expressió de les seves característiques, on es troba cada màquina al temps de formular el programa i de la data en que estarà a l'obra així com la justificació d'aquelles característiques per a realitzar conforme a condicions, les unitats d'obra en les quals s'hagin d'emprar i les capacitats per a assegurar l'acompliment del programa.
- Organització de personal que es destina a l'execució de l'obra, expressant on es troba el personal superior, mitjà i especialista quan es formuli el programa i de les dates en que es trobi a l'obra.
- Procedència que es proposa per als materials a utilitzar a l'obra, ritmes mensuals de subministres, previsió de la situació i quantia dels emmagatzematges.
- Relació de serveis que resultaran afectats per les obres i previsions tant per a la seva reposició com per a l'obtenció, en cas necessari de llicències per això.
- Programa temporal d'execució de cada una de les unitats que componen l'obra, establint el pressupost d'obra que cada mes es farà concret, i tenint en compte explícitament els condicionaments que per a l'execució de cada unitat representen les altres, així com altres particulars no compreses en aquestes.
- Valoració mensual i acumulada de cada una de les Activitats programades i del conjunt de l'obra.

Durant el curs de l'execució de les obres, el Contractista haurà d'actualitzar el programa establert per a la contractació, sempre que, per modificació de les obres, modificacions en les seqüències o processos i/o retards en la realització dels treballs, FGC ho cregui convenient. La direcció d'Obra tindrà facultat de prescriure al Contractista la formulació d'aquests programes actualitzats i participar en la seva redacció.

A part d'això, el Contractista haurà d'establir periòdicament els programes parcials de detall d'execució que la Direcció d'Obra cregui convenients.

El Contractista se sotmetrà, tant en la redacció dels programes de treballs generals com parcials de detall, a les normes i instruccions que li dicta la Direcció d'Obra.

4.8. Control de qualitat

La Direcció d'Obra té facultat de realitzar els reconeixements, comprovacions i assaigs que cregui adients en qualsevol moment, havent el Contractista d'oferir-li assistència humana i material necessari per això. Les despeses de l'assistència no seran d'abonament especial.

El Contractista tindrà l'obligació de presentar abans del inici de les obres d'un Pla de Control de Qualitat per ser revisat i aprovat per la Direcció d'Obra, que vaig en línia amb la proposta plantejada en l'annex d'aquest projecte i que compleixen els preceptius controls de qualitats establerts per aquest plec la normativa recollida en ell.

El Pla de Control de Qualitat a realitzar per l'obra no serà d'abonament específic donat que està inclòs en els preus unitaris de cada unitat d'obra

Quan el Contractista executés obres que resultessin defectuoses en geometria i/o qualitat, segons els materials o mètodes de treball utilitzats, la Direcció d'Obra apreciarà la possibilitat o no de corregir-les i en funció d'això disposarà:

- Les mesures a adoptar per a procedir a la correcció de les corregibles, dins del termini que s'assenyali.
- Les incorregibles, on la separació entre característiques obtingudes i especificades no comprometi la funcionalitat ni la capacitat de servei, seran tractades a elecció de FGC, com a incorregibles en que quedi compromesa la seva funcionalitat i capacitat de servei, o acceptades previ acord amb el Contractista, amb una penalització econòmica.
- Les incorregibles en que quedin compromeses la funcionalitat i la capacitat de servei, seran enderrocades i reconstruïdes a càrrec del Contractista, dins del termini que s'assenyali.

Totes aquestes obres no seran d'abonament fins a trobar-se en les condicions especificades, i en cas de no ser reconstruïdes en el termini concedit, FGC podrà encarregar el seu arreglament a tercers, per compte del Contractista.

La Direcció d'Obra podrà, durant el curs de les obres o prèviament a la recepció provisional d'aquestes, realitzar quantes proves cregui adients per a comprovar el compliment de condicions i l'adequat comportament de l'obra executada.

Aquestes proves es realitzaran sempre en presència del Contractista que, per la seva part, està obligat a donar quantes facilitats es necessitin per a la seva correcta realització i a posar a disposició els mitjans auxiliars i personal que faci falta a tal objecte.

De les proves que es realitzin s'aixecarà Acta que es tindrà present per a la recepció de l'obra.

El personal que s'ocupa de l'execució de l'obra, podrà ser recusat per la Direcció d'Obra sense dret a cap indemnització per al Contractista.

4.9. Mitjans del Contractista per l'execució dels treballs

El Contractista és obligat a tenir a l'obra l'equip de personal directiu, tècnic, auxiliar i operari que resulti de la documentació de l'adjudicació i quedi establert al programa de treballs.

Designarà de la mateixa manera, les persones que assumeixin, per la seva part, la direcció dels treballs que, necessàriament, hauran de residir a les proximitats de les obres i tenir facultats per a resoldre quantes qüestions depenguin de la Direcció d'Obra, havent sempre de donar compte a aquesta per a poder absentar-se de la zona d'obres.

Tant la idoneïtat de les persones que constitueixen aquest grup directiu, com la seva organització jeràrquica i especificació de funcions, serà lliurement apreciada per la Direcció d'Obra que tindrà en tot moment la facultat d'exigir al Contractista la substitució de qualsevol persona o persones adscrites a aquesta, sense obligació de respondre de cap dels danys que al Contractista pogués causar l'exercici d'aquella facultat. No obstant, el Contractista respon de la capacitat i de la disciplina de tot el personal assignat a l'obra.

De la maquinària que amb arranjament al programa de treballs s'hagi compromès a tenir a l'obra, no podrà el Contractista disposar per a l'execució d'altres treballs, ni retirar-la de la zona d'obres, excepte expressa autorització de la Direcció d'Obra. Tota aquesta maquinària així com els agents de conducció o conductors de la mateixa hauran de ser habilitats i/o homologats per FGC i normativa de seguretat vigent de manera prèvia al inici de les feines.

4.10. Informació a preparar pel Contractista

El Contractista haurà de preparar periòdicament per a la seva remissió a la Direcció d'Obra informes sobre els treballs de projecte, programació i seguiment que li estiguin encomanats.

Les normes sobre el contingut, forma i dates per al lliurament d'aquesta documentació vindrà fixada per la Direcció d'Obra.

Serà, de la mateixa manera, obligació del Contractista deixar constància formal de les dades bàsiques de la forma del terreny que obligatòriament haurà tingut que prendre abans del inici de les obres, així com les de definició d'aquelles activitats o parts d'obra que hagin de quedar ocultes.

Això darrer, a més a més, degudament comprovat i avalat per la Direcció d'Obra prèviament a la seva ocultació.

Tota aquesta documentació servirà de base per a la confecció del projecte final de les obres, a redactar per la Direcció d'Obra, amb la col·laboració del Contractista que aquesta cregui convenient.

FGC no es fa responsable de l'abonament d'activitats per a les que no existeixi comprovació formal de l'obra oculta i, en tot cas, es reserva el dret de que qualsevol despesa que comportés la comprovació d'haver estat executades les anomenades obres, sigui a càrrec del Contractista.

4.11. Manteniment i regulació del trànsit durant les obres

El Contractista serà responsable de mantenir en els màxims nivells de seguretat l'accés de vehicles al tall de treball des de la carretera així com la incorporació de vehicles a la mateixa. A tal efecte està a disposició d'allò que estableixin els organismes, institucions i poders públics amb competència i jurisdicció sobre el trànsit.

4.12. Manteniment del servei ferroviari

Tal i com ja s'ha apuntat anteriorment durant les obres es mantindrà el servei ferroviari fora dels períodes de tall.

4.13. Seguretat i Salut al treball

És obligació del Contractista el compliment de tota la normativa que faci referència a la prevenció de riscos laborals i a la seguretat i salut en la construcció, en concret, de la Llei 31/1995, de 17 de gener, i del Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre (BOE 25/10/97).

D'acord amb l'article 7 del mencionat Reial Decret el Contractista haurà d'elaborar un "Pla de seguretat i salut" en el qual desenvolupi i adapti "L'estudi de seguretat i salut" contingut al projecte, a les circumstàncies físiques, de mitjans i mètodes en que desenvolupi els treballs.

Aquest Pla haurà de ser aprovat pel coordinador de seguretat i salut abans del inici de les obres.

4.14. Afeccions al medi ambient

El Contractista adoptarà en totes les feines que realitzi les mesures necessàries perquè les afeccions al medi ambient siguin mínimes. Així, en l'explotació de pedreres, graveres i préstecs tindrà establert un pla de regeneració de terrenys; les plantes fabricants de formigons hidràulics o barreges asfàltiques, disposaran dels elements adequats per evitar les fuites de ciment o pols mineral a l'atmosfera, i de ciment, additius i lligants a les aigües superficials o subterrànies; els moviments dins de la zona d'obra es produiran de mode que només s'afecti la vegetació existent en allò estrictament necessari per a la implantació de les mateixes; tota la maquinària utilitzada disposarà de silenciadors per rebaixar la pol·lució fònica.

El Contractista serà responsable únic de les agressions que, en els sentits a dalt apuntats i qualssevol altres difícilment identificables en aquest moment, produeixi al medi ambient, havent de canviar els medis i mètodes utilitzats i reparar els danys causats seguint les ordres de la Direcció d'Obra o dels organismes institucionals competents en la matèria.

El Contractista està obligat a facilitar les tasques de correcció mediambientals. Veure l'annex de gestió de residus per més detall.

4.15. Abocadors

El Contractista no podrà abocar material procedent de l'obra sense que prèviament estigui aprovat l'abocador pel director de l'obra i per la comissió de seguiment mediambiental, en el cas que estigui constituïda. Veure l'annex de gestió de residus per més detall.

4.16. Execució d'obres no especificades en aquest plec

L'execució de les unitats d'obra del Present Projecte, les especificacions del qual no figuren en aquest Plec de Prescripcions Tècniques Particulars, es faran d'acord amb allò especificat per aquestes a la normativa vigent, o en el seu defecte, amb allò que ordeni el Director de les Obres, dins de la bona pràctica per a obres similars.

5. AMIDAMENT I ABONAMENT

La Direcció de l'Obra realitzarà mensualment i en la forma que estableix aquest Plec de Prescripcions Tècniques Particulars, l'amidament de les unitats d'obra executades durant el període de temps anterior.

El Contractista o el seu delegat podran presenciar la realització d'aquests amidaments.

Per les obres o parts d'obra les dimensions i característiques de les quals hagin de quedar posterior i definitivament ocultes, el Contractista està obligat a avisar a la Direcció amb la suficient antelació, a fi de que aquesta pugui realitzar les corresponents amidaments i presa de dades, aixecant els plànols que les defineixin, la conformitat de les quals subscriurà el Contractista o el seu delegat.

Si no hi hagués avís amb antelació, l'existència del qual corre acceptar les decisions de l'Administració sobre el particular.

5.1. Abonament de les obres

Preus unitaris

Els preus unitaris que apareixen en lletra en el Quadre de preus núm. 1, serà el que s'aplicarà als amidaments per obtenir el import d'Execució Material de cada unitat d'obra.

La descomposició dels preus unitaris que figuren en el Quadre de Preus núm. 2, és d'aplicació exclusiva a les unitats d'obra incompletes, i no podrà el Contractista reclamar modificació de preus en lletra del Quadre núm. 1, per a les unitats totalment executades, per errors o omissions en la descomposició que figura en el Quadre de Preus núm. 2.

Encara que la justificació de preus unitaris que apareix en el corresponent Annex a la Memòria, s'emprin hipòtesi no coincidents amb la forma real d'executar les obres (jornals i mà d'obra necessària, quantitat, tipus i cost horari de maquinària, transport, nombre i tipus d'operacions necessàries per completar la unitat d'obra, dosificació, quantitat de materials, proporció de varis corresponents a diversos preus auxiliars, etc), aquests extrems no es podrà argüir com a base per a la modificació del corresponent preu unitari i estan continguts en un document merament informatiu.

Condicions addicionals

El Contractista haurà considerat en la seva oferta que l'obra es realitzarà en una instal·lació ferroviària en tall de servei. Molts treballs s'hauran d'executar de nit en talls de circulació i de cap de setmana. Les excavacions en proximitat hauran de fer-se amb entibacions per sostenir el balast i les terres, aquestes dificultats no suposaran increments, ni suplements dels preus unitaris contractats.

Igualment, l'execució d'altres obres, com el tram de la façana situada sobre vies, pas d'instal·lacions i qualsevol altre que pugui interferir amb l'explotació del servei ferroviari hauran de comptar amb proteccions especials i els mateixos condicionaments d'horari sigui nocturn o amb limitacions degudes al pas dels trens, aquestes dificultats no suposaran increments, ni suplements dels preus unitaris contractats.

El pas per les vies s'evitarà i estarà condicionat per les normes i autoritzacions de l'explotador, de la DGPT i de la direcció d'obra. Tot i això, les feines auxiliars necessàries es consideren incloses en els preus contractats i no seran d'abonament independent. Els talls nocturns i de tensió tindran una durada màxima de 4 hores segons indica FGC, però poden ser inferiors. Tot i això estarà inclòs en els preus i no serà objecte d'abonament independent.

Tots els elements metàl·lics inclouen al seu preu la part proporcional de instal·lació necessària de posada a terra.

Tots els panys de les portes seran els unificats de FGC sense variació de preu contractat.

El mobiliari, expositors, lavabos, senyalèctica, etc. Seran els homologats per FGC, sense variació de preus.

Sempre que en la descripció d'algun preu hi figuri "galvanitzat" s'interpretarà com galvanitzat en calent per immersió en bany de zinc fos (segons norma EN/ISO 1461)

El manteniment durant l'obra, de les servituds de desguàs, d'aigües negres i blanques, es considera inclòs en els preus unitaris contractats i, per tant, no s'abonarà independentment.

El Contractista tindrà en compte en la seva oferta que l'obra es farà per trams i fases amb seguretat i continuïtat del trànsit ferroviari: les fases d'execució es fixaran d'acord amb FGC. Es treballarà en proximitat de circulacions i s'hauran de fer de nit i/o festius en horaris limitat; cal respectar les instal·lacions en serveis. Tot això està inclòs en els preus i no serà objecte d'abonament independent.

Tots el materials manufacturats a usar definitivament en l'obra seran nous i de primer ús, tret d'autorització escrita o descripció expressa en el preu. Els materials desmuntats seran custodiats pel Contractista fins al seu lliurament contra rebut a FGC i la seva reutilització a les instal·lacions que ordeni la direcció d'obra i o serà objecte d'abonament independent.

El Contractista tindrà els seus propis agents protectors (pilots) de via i electrificació homologats per FGC. Cada tall de treball que ho necessiti tendra el seu pilot de protecció, El seu costs es una despesa general d'obra inclosa en els preus unitaris i no abonable independentment.

La via en circulació es protegirà amb una xarxa de color viu. La col·locació, conservació, reparació i desmuntatge es a càrrec del Contractista.

L'enllumenat i senyalització tant viària (desviacions o afeccions al trànsit) com ferroviària son mitjans auxiliars inclosos en els preus unitaris.

Totes les excavacions inclouen també els transports intermedis i els aplecs provisionals.

Els preus d'excavació i terraplè inclouen el lloguer dels terrenys per abassegament i els transports, càrregues i descàrregues intermèdies, inicials i finals, així com la restitució dels terrenys d'abassegament a la seva situació inicial.

El subministrament dels materials està inclòs en els preus.

La col·locació de formigó es farà amb qualsevol mitjà adequat, sense variació del preu contractat.

Els encofrats inclouen apuntalaments i cindris, si calen, sense variació del preu contractat.

Les instal·lacions incloses en aquest projecte compliran els reglament vigent i estaran legalitzats. El cost de l'anterior (mesures o instal·lacions per complir els reglaments, legalització inclosos projectes i despeses) està inclòs en els preus contractats, també esta inclòs en el conjunt de preus ofertats, les despeses d'escomesa, ampliació, drets de connexió etc.

La situació de qualsevol element haurà d'ésser compatible amb els gàlibs de FGC. No serà d'abonament el replanteig previ a la detecció de possibles punts amb problemes de gàlib ni qualsevol actuació auxiliar per evitar-ho i/o corregir-ho, per considerar-lo inclòs proporcionalment en les unitats del projecte.

Els retalls i puntes de cables, així com les connexions impiulaments i terminals necessaris per fer instal·lació no seran d'abonament independent al considerar-los inclosos en els preus estables en els quadres de preus.

Tots els transports, carregues i descarregues (inclòs els produïts per aplecs) d'elements nous o retirats per a transport a abocador o magatzem es consideren inclosos en els preus unitaris, i per tant, no seran objecte d'abonament independent.

Si per realitzar alguna unitat d'aquesta obra se'n malmeten d'altres realitzades pel mateix o d'altre Contractista, es reposaran noves i perfectament acabades a criteri de la direcció d'obra. Aquesta reposició no serà objecte d'abonament independent.

La seguretat i el manteniment d'accessos, la possible construcció i retirada de nous (que haurà de ser autoritzada per escrit per la direcció d'obra) és a càrrec del Contractista.

Per l'abonament de factures relatives a les partides alçades a justificar (acció cultural, pla d'atenció al ciutadà i d'altres) es considerarà el import corresponent de la factura presentada i aprovada per la Direcció d'obra, exclòs el IVA com a import d'execució Material. Aquestes actuacions i corresponents factures, hauran d'estar autoritzades per FGC. També es poden valorar les unitats amb preus del quadre de preus Núm. 1.

Despeses especials per compte del Contractista

Es considera a càrrec del Contractista i incloses als preus del Projecte les següents despeses específiques de la present obra i no seran en cap cas susceptibles de compensació econòmica i estaran incloses en els preus de les unitats d'obra.

- Responsable de Brigada homologat per FGC.
- Agents pilot de via i d'electrificació homologats per FGC.
- Agents d'acompanyament de tren, homologats per FGC
- Agents d'Instal·lacions de Seguretat i de Comunicacions, també homologats
- Tots els equips de personal, de maquinària i de transport necessaris homologats. Concretament, el transport de material d'excavació i desmuntatge de via des de les estacions motiu de renovació a durant els caps de setmana que duri l'obra als punts d'aplec definits i abocadors serà a càrrec del Contractista Adjudicatari.
- El control de qualitat i assaigs necessaris segons Pla de Control de Qualitat i els indicats per la Direcció d'Obra.
- Els treballs de preparació de la base, mitjans i equips necessaris, personal, construcció de taller, accessos a via, accessos a carretera, explanació, pavimentació, enllumenat, etc.

FGC posarà a disposició del Contractista una batonadora si calgués. Tanmateix, cal observar que la manca de disponibilitat d'equips de FGC no podrà donar lloc a cap tipus d'indemnització per part de FGC al Contractista, i en tot cas, la disponibilitat d'aquests estarà subjecte a l'aprovació de la seva planificació d'ús per part dels tècnics de FGC

Despeses per a lloguer i preparació de la base de muntatge

Per a la recepció, preparació del material de via procedent d'aixecament i premuntatge del material nou es necessita disposar d'una superfície amplia amb accés tant a la via de la línia que ens ocupa, com a la xarxa de carreteres o carrers.

Aquesta superfície disponible és el que es denominarà BASE DE MUNTATGE i està situada al PK 8+000 de la línia a St Boi.

Sense ser exhaustius, les operacions que s'executaran en la mencionada base seran:

- Recepció de materials nous: travesses, fixacions, carrils, cupons, juntes encolades, canaletes prefabricades, etc.
- Aplec i classificació dels mateixos
- Recepció de materials procedents d'aixecament
- Desguàs de parelles
- Classificació i aplec dels materials procedents d'aixecament separant els materials servibles dels no servibles
- Preparació de carrils
- remuntatge de parelles de 18 metres
- Etc.

Aquestes operacions requeriran disposar dels mitjans humans i materials adequats.

Els treballs de recerca, lloguer, permisos, preparació de la base, mitjans i equips necessaris, personal, construcció de taller, accessos a via, accessos a carretera, explanació, pavimentació, enllumenat, etc. SERAN A CÀRREC DEL CONTRACTISTA adjudicatari.

Despeses zones d'estacionament i aplec túnel

S'han considerat per l'aplec dels materials els següents llocs dintre de la línia Llobregat – Anoia dels FGC, els quals s'indiquen a continuació:

- També s'inclou la zona de les vies 3 i 4 de l'estació de l'Hospitalet per l'aplec de materials.
- Finalment una zona a la dreta de la via 1 dels FGC sentit Sant Boi, en el PK 8+000 (de la línia MG-MA), passada l'estació de Cornellà. Aquest lloc està delimitat per la via dels FGC, el viaducte de la Línia d'Alta Velocitat del ADIF Madrid – Barcelona - Frontera Francesa, la carretera dels Pous i el viaducte viari de la C-245 (sota el ferroviari).

Tots els punts seran destinats a l'aplec de materials nous, per les runes i deixalles originades per l'obra i del desmantellament de la via actual.

Es preveu per l'estacionament de maquinària durant la fase del procés constructiu a les vies 3 i 4 de l'estació de l'Hospitalet supeditat a l'aprovació de FGC. En les esmentades vies es podran estacionar els equips per a la qual cosa s'hauran d'alliberar d'obstacles. No es podrà deteriorar l'entorn d'aquestes vies i en tot cas reparar desperfectes i procedir a la seva neteja cada dia.

S'ha previst la restitució i rehabilitació de les zones ocupades i utilitzades per l'obra descrites anteriorment o les indicades per FGC

Les despeses que es produeixin s'abonaran seguint partides alçades tal com queden definides al pressupost per a tota l'obra.

Despeses ordinàries per compte del Contractista

Seran per compte del Contractista, sempre que al contracte no es prevegi explícitament el contrari, les següents despeses, a títol indicatiu i sense que la relació sigui limitadora.

- Les despeses de construcció, remoció i retirada de tota classe de construccions auxiliars, incloses les d'accés.
- Les despeses de lloguer o adquisició de terrenys per a dipòsits de maquinària i materials.
- Les despeses de protecció d'aplecs i de la pròpia obra contra tot deteriorament, dany o incendi, acomplint els requisits vigents per a l'emmagatzematge d'explosius i carburants.
- Les despeses de neteja i evacuació de deixalles i brossa, llevat especificació en contra, excepte el que s'indica en el projecte.
- Les despeses de conservació de desguassos.
- Les despeses de subministrament, col·locació i conservació de senyals de tràfic i altres recursos necessaris per a proporcionar seguretat dins de les obres.
- Les despeses de remoció de les instal·lacions, eines, materials i neteja general de l'obra quan es finalitzi.
- Les despeses de consum d'instal·lacions per al subministrament de l'aigua i energia elèctrica necessaris per a les obres.
- Les despeses de demolició de les instal·lacions provisionals.
- Les despeses de retirada dels materials rebutjats i correcció de les deficiències observades i posades de manifest pels corresponents assaigs i proves.
- Els danys causats a tercers, amb les excepcions que marca la llei.
- Despeses d'establiment, millora i manteniment de l'accés al tall.

5.2. CONDICIONS ESPECIALS DE L'OBRA A RESPECTAR PEL CONTRACTISTA I TINGUDES EN COMPTE EN ELS PREUS

Les restrictives condicions d'execució pròpies d'una obra ferroviària en servei, s'han tingut en compte en la formació dels preus.

Així mateix en les bases d'aplec i de muntatge es respectarà la normativa de sorolls en especial en treballs nocturns que estableixen els ajuntaments respectius i qualsevol altres aspecte mediambiental al respecte

Aquests condicionaments s'han valorat tant en l'establiment dels preus, com en els terminis d'execució.

El Contractista en la seva oferta tindrà molt en compte les esmentades qüestions.

5.3. NORMES QUE HAN DE SER OBSERVADES PER A LA REALITZACIÓ DE TREBALLS AMB MAQUINÀRIA PER A OBRES, QUAN INTERCEPTI O ES PUGUI INTERCEPTAR EN ALGUN DE LLURS MOVIMENTS EL GÀLIB DE VIA DE FGC

5.3.1. Treballs en els que està previst per endavant, interceptar el gàlib de via

El Contractista està obligat al compliment de les normes de la vigent Reglamentació de Circulació de FGC, entre les que es destaquen com a més importants:

- I.G. número 1 "Senyals" articles 56 i 91.
- I.G. número 32 "Composició, Frenada i Velocitat dels Trens", article 12.
- I.G. número 44 "Anormalitats i Accidents", article 68.
- Instruccions de la Direcció d'Inversions d'Obres i Instal·lacions.

5.3.2. Treballs en les immediacions de la via, en els que no està previst interceptar el gàlib per la maquinària utilitzada reballs en els que està previst per endavant, interceptar el gàlib de via

Per a la realització d'aquesta classe de treball el Contractista queda obligat al compliment de les prescripcions següents:

- Als efectes es considerarà com a immediacions de la via la zona lateral del costat corresponent, compresa dins d'una distància de 3 metres, amidats en línia perpendicular des del cap del carril exterior; es convé en anomenar-la Zona de Seguretat.
- Per a que una màquina dels treballs, pugui interferir en algun dels seus moviments, encara que sigui momentàniament, la Zona de Seguretat prevista en a) li cal l'autorització expressa d'un agent de Via i Obres de FGC designat com a vigilant del tall, sense la presència i autorització del qual no es podrà realitzar el mencionat moviment.
- El vigilant estarà dotat del Llibre d'Itinerari i Ordres Sèrie A i S del trajecte afectat, permanentment actualitzat.
- El vigilant disposarà d'un telèfon portàtil, en connexió amb el fil òmnibus, a través del qual s'informarà, per les estacions col·laterals, dels intervals reals lliures de circulació.
- Els Caps de Circulació queden obligats a informar al Vigilant de les circulacions anunciades per telèfon, de l'establiment de la contravia i del paral·lel, així com de qualsevol altra circumstància que pugui afectar els treballs.
- El Vigilant és responsable de la retirada de tota màquina que interfereixi en el gàlib 5 minuts abans de l'hora real prevista per al pas d'una circulació, i de mantenir-la detinguda com a mínim a una distància de 2 metres del cap del carril més pròxim.
- Si excepcionalment no pogués retirar-la amb l'antelació indicada, procedirà a la protecció del punt interceptat conforme al que preveu la I.GR. número 1 "Senyals".
- Si per qualsevol causa no es pogués comunicar amb les estacions col·laterals, el vigilant suspendrà tot moviment dins de la Zona de Seguretat prevista en a).
- Els treballs inclosos en aquest apartat necessiten l'autorització prèvia per Consigna de Zona de FGC que recollirà les prescripcions reglamentàries i les particulars que puguin aconsellar les circumstàncies amb vistes a garantir la seguretat.

6. OBLIGACIÓ DEL CONTRACTISTA EN ORDRE DE NO PER TORBAR EL NORMAL FUNCIONAMENT DEL SERVEI FERROVIARI

El Contractista i el personal que intervingui en les obres sota les seves ordres o autorització, posarà la màxima diligència en executar la instal·lació dins de les possibilitats que permeti el normal funcionament del servei ferroviari en les preceptives condicions de seguretat, ajustant-se rigorosament als intervals de temps que li siguin fixats pel Director de l'Obra o agent de l'Administració Ferroviària en qui delegui a tal efecte.

El Contractista posarà singular diligència en obeir i exigir del seu personal siguin obeïdes les ordres que li siguin donades pel Director de l'Obra en ordre a mantenir, durant l'execució de la instal·lació en les andanes i voreres, un pas lliure suficient per a que es pugui efectuar fàcilment i amb tota seguretat el servei de viatgers i d'equipatges, així com un pas entre andanes completament lliure a idèntics fins; garantir la normalitat i seguretat de la circulació dels trens; evitar i, en si escau, reparar les anomalies detectades en el funcionament del servei ferroviari com a conseqüència de la instal·lació; evitar el perill de danys en els agents o bens de l'Administració Ferroviària o en la persona o bens de llurs usuaris exigint amb el seu tracte un nivell de cortesia adequat.

Així mateix, el Contractista queda obligat a posar la màxim cura en ordre a evitar que s'ocasionin, amb motiu de l'execució de la instal·lació, qualsevol tipus d'avaries, interferències o pertorbacions en el normal funcionament de tot tipus d'aparells i instal·lacions, especialment en les d'electrificació, de seguretat, de comunicacions o elèctriques. En el cas que es produïssin aquestes avaries, interferències o pertorbacions, el Contractista indemnitzarà no solament pel mal emergent sinó a més pel lucre cessant així com pel cost dels retards que s'haguessin originat en els trens.

6.1. OBLIGACIONS DEL CONTRACTISTA I DEL SEU PERSONAL DE COMPLIR, PEL QUE LI FOS D'APLICACIÓ, LES DISPOSICIONS LEGALS VIGENTS, INSTRUCCIONS GENERALS I INSTRUCCIONS TÈCNIQUES I/O FACULTATIVES VIGENTS EN FGC

El Contractista i el personal que intervingui sota les seves ordres o autorització en l'execució de la instal·lació compresa en l'àmbit del present Plec, queden expressament obligats a complir rigorosament, en tot allò que els hi fos d'aplicació, quantes disposicions legals, presents o futures, estiguessin vigents, en especial la Llei d'Ordenació del Transport Terrestre de 30 de Juliol de 1987, Reglament per a la Conservació i Vigilància de la via de 27 de Novembre de 1945 i Reglament de Senyals de 21 de Novembre de 1953 i el Reglament de la Llei d'Ordenació del Transport Terrestre I.R.D. 124/1990 de 28 de setembre.
Així mateix el Contractista i el seu personal estan obligats a observar i complir rigorosament, en tot allò que els hi fos d'aplicació, les normes i mesures que resultin de les Instruccions Generals de FGC que estiguessin vigents en el temps de l'execució de la instal·lació. En conseqüència el Contractista no podrà al·legar desconeixement de les referides Instruccions Generals de FGC ni, en base a això, quedar exempt de l'obligació del seu compliment.

6.2. COMPATIBILITAT DE LES OBRES AMB L'EXPLOTACIÓ FERROVIÀRIA

Abans del inici de l'Obra es presentarà un Programa de Necessitats d'Agents que quantificarà el nombre de pilots de via, electrificació, senyalització i comunicacions per el compliment de la normativa vigent en el que afecta a Seguretat en la Circulació i d'acord amb el Pla d'Obra que regirà tot el procés d'execució.

Aquests agents podran ser personal del Contractista, amb l'homologació preceptiva o agents de FGC.

En aquest cas, la totalitat de les despeses fixes i fluctuants produïdes tindran que ser abonats pel Contractista, efectuant-se els pagaments corresponents amb caràcter mensual.

Així mateix, el Programa de Necessitats d'Agents haurà d'incloure el personal de rodalies, circulació i tracció necessaris per al desenvolupament de situacions provisionals en cas que fos necessari, i hauran d'ésser igualment abonats amb periodicitat mensual.

El personal de Contracta per a la conducció de maquinària de via, vagonetes, trens de treball, etc..., haurà de comptar amb l'aprovació reglamentària de FGC al igual que el material mòbil que, eventualment, discorri per via en servei o en regim de bloqueig.

Barcelona, 19 de Juliol de 2024
L'enginyer Autor del projecte

JORDI TORRELLES i RICO
Enginyer de Camins, Canals i Ports
Nº de col·legiat 19.189

Àrea de Projectes

Geometria de via. Recepció de treballs en via general

Elaborat per:
Tècnic mig de Projectes Carles Artero

Revisat per:
Responsable de projectes de Via Carles Almoslino
Responsable de projectes d'Infraestructures Josep Comellas
Tècnic mig de Projectes Salvador Galceran
Tècnic mig de Projectes Emili Monsó
Responsable de via Josep Marín

Aprovat per:
Director de Projectes Pere Mateu
Director de Manteniment Marc Serra

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Geometria de via. Recepció de treballs en via general

Codi: P.IF.E.002

Revisió: 3

Revisió	Motiu del canvi	Data vigor
1	Creació	01 de maig de 2009
2	Revisió i annex llosa flotant	22 de juny de 2010
3	Revisió i ampliació per a muntatge de via en vies formigonades	10 de novembre de 2010

Llista de difusió:
Unitat de Tren
Manteniment
Oficina tècnicoadministrativa de Manteniment
Projectes
Gestió tècnicoadministrativa de Projectes
Mercaderies i línies no metropolitanes
Tecnologia i gestió

ÍNDEX

Pàgina

1. Objecte i àmbit d'aplicació 4
2. Normes relacionades 4
3. Termes i definicions 4
4. Recepció de treballs en via general 5
   - 4.1.1. Generalitats 5
   - 4.1.2. Terminis de recepció 5
   - 4.1.3. Mesuraments de recepció i verificacions 6
   - 4.1.4. Documents de recepció 7
   - 4.1.5. Geometria relativa de la via 7
     - 4.1.5.1. Toleràncies 7
     - 4.1.5.2. Paràmetres 9
5. Posició absoluta de la via 10
   - 5.1.1. Toleràncies per a la posició vertical absoluta de la via 10
   - 5.1.2. Toleràncies per a la posició lateral absoluta de la via 10
6. Altres paràmetres i verificacions 11
   - 6.1.1. Espaiat de travesses 11
   - 6.1.2. Escairat de les travesses 11
   - 6.1.3. Fixacions de carril 11
   - 6.1.4. Soldadures 11
   - 6.1.5. Juntes de carril embridades 11
   - 6.1.6. Juntes aïllants 11
7. Responsabilitats de la recepció i formulari de recepció 12
8. Garantia 12

Annex A - Responsabilitats dels protocols i la documentació necessària per la posada en servei del tram 13

Annex B - Exemple de formulari de recepció 14

Annex C - Especificacions per al muntatge de via formigonada 17

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Geometria de via. Recepció de treballs en via general

Codi: P.IF.E.002

Revisió: 3

1. OBJECTE I ÀMBIT D'APLICACIÓ

Aquesta norma especifica els requisits i les toleràncies per a la recepció de treballs en via general, per a amples de via d'1000 mm i 1435 mm, en les instal·lacions d'FGC.

2. NORMES RELACIONADES

Les normes europees i d'FGC que a continuació s'indiquen són indispensables per a l'aplicació d'aquesta norma. Per a les referències amb data, només s'aplica l'edició citada. Per a les referències sense data s'aplica l'última edició de la norma (incloent-hi qualsevol modificació d'aquesta).

- EN 13231 (sèrie) *Aplicaciones ferroviarias. Vía. Recepción de trabajos.*
- EN 13848 (sèrie) *Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad geométrica de la vía.*
- EN 13232 (sèrie) *Aplicaciones ferroviarias. Vía. Aparatos de vía.*
- FGC - P.IF.E.001 Soldadura aluminotèrmica de carrils en via.
- ETS 064 - Estintolaments de via.
- Llibre de via d'FGC.

3. TERMES I DEFINICIONS

Per a l'àmbit d'aquesta norma, s'apliquen els conceptes i definicions en els termes següents:

3.1. Posició absoluta de la via:
Posició de la via en relació amb el sistema de coordenades de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

3.2. Recepció:
Recepció és la declaració de la Direcció d'obra (contractada per FGC o per un altre organisme competent) al contractista, acceptant que el treball s'ha realitzat d'acord amb el contracte.

3.3. Ample de via de disseny:
Valor únic que s'obté quan tots els components de la via es corresponen exactament amb les dimensions de disseny o amb la mitjana de les dimensions de disseny, si existeixen toleràncies. Pot diferir de l'ample de via nominal. L'ample de via de disseny és especificat al projecte tenint en compte els materials, el mètode de mesurament i si s'aplica en via general o en zones d'aparells de via.

3.4. Geometria de via de disseny:
Valors calculats per als paràmetres geomètrics de la via.

3.5. Ample de via nominal:
Valor únic que identifica l'ample de la via i que pot diferir de l'ample de la via de disseny.

3.6. Geometria relativa de la via:
Paràmetres de la via amidats en la via per un sistema mòbil, amb registrador de mesura contínua homologat.

3.7. Tolerància:
Desviació admesa pel que fa a la referència o al valor de disseny.

3.8. Geometria de la via:
Conjunt de paràmetres que defineixen la posició dels carrils, normalment són els següents: ample de via, alineació, anivellament longitudinal, guerxament i anivellament transversal (peralt).

3.9. Treballs en via:

Els treballs en via comprenen:

- construcció inicial (via nova);
- renovació separada o simultània de carrils, travesses, altres components i balast;
- operacions de batonat/ anivellament/ alineació/ estabilització dinàmica de la via (DTS) per a corregir la geometria i/o estabilitat de la via;
- soldadures de carrils, neutralització de tensions i aparells de via;
- altres treballs en via que puguin modificar la geometria de la mateixa.

4. RECEPCIÓ DE TREBALLS EN VIA GENERAL

4.1. Generalitats

Els requisits especificats en aquest capítol s'apliquen als treballs definits a l'apartat 3.9.

La recepció dels treballs de soldadura es tracten en la normativa d'FGC P.IF.E.001 "Procediment de control de soldadures aluminotèrmiques".

La recepció dels treballs en aparells de via es tracten a la sèrie de normatives UNE-EN 13232 *"Aplicaciones ferroviarias. Vía. Aparatos de vía"*.

S'ha d'establir un formulari de recepció per a cadascun dels treballs i presentar els resultats obtinguts (annex B).

Nous traçats o vies fora de servei:
El nou traçat entrarà en servei amb un certificat del Director d'obra conforme la via és adequada per entrar en funcionament, especificant les condicions de circulació. FGC ha de donar el vist i plau a aquest certificat.

Renovació contínua de la via:
La comunicació al centre de comandament de què la via és adequada per entrar en funcionament, especificant les condicions de circulació, la realitzarà el responsable de brigada d'FGC en obres pròpies. En obres externes serà el Responsable de Brigada acreditat per FGC prèvia autorització del Director d'Obra o persona responsable en la qual delegui per escrit.

No es realitzarà la recepció definitiva fins que el treball estigui acabat d'acord amb els requisits del contracte.

4.2. Terminis de recepció

La recepció definitiva no s'ha de realitzar fins que la via s'hagi sotmès a una càrrega de trànsit apropiada (incloent les càrregues simulades mecànicament), que ha d'estar definida per FGC de manera que permeti la circulació sobre la via a la màxima velocitat permesa. Es podrà realitzar la recepció durant un determinat període posterior a la finalització dels treballs i definit per FGC (és a dir, després de la recepció del formulari d'aplicació del contractista), fins i tot si no s'ha aconseguit la càrrega de trànsit apropiada.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Geometria de via. Recepció de treballs en via general

Codi: P.IF.E.002

Revisió: 3

4.3. Mesuraments de recepció i verificacions

Abans de realitzar la recepció, s'han de realitzar els mesuraments següents o verificacions, quan siguin d'aplicació:

- Geometria relativa de la via. Els paràmetres de la geometria de la via (alineació, anivellament longitudinal, anivellament transversal, guerxament i amplada de via) es mesuraran amb aparells registradors de mesura contínua que compleixin amb els requisits de rang de la medició de la longitud d'ona, resolució, incertesa de la medició, ... i tot allò especificat i recollit a la EN 13848-1 "*Calidad de la geometría de vía. Caracterización de la geometría de vía".*

- Posició absoluta de la via. Comparança de la posició real de la via amb la posició de disseny, definida pel projecte.

- Mesurament de la geometria de les soldadures (plànol de rodada i cara activa).

- Mesurament de les cales i depressions de les juntes de carril.

- La distància mínima entre dues soldadures aluminotèrmiques ha de ser de 9 metres en trams rectes o en corbes amb un radi major a 350 m. Aquesta distància serà la mateixa entre una soldadura aluminotèrmica i l'extrem del carril. A les corbes amb un radi menor o igual a 350 m, tindran com a mínim 12 metres.

- Verificació de les juntes aïllants i juntes embridades.

- Posició i consolidació de les travesses, correcte acoblament i integració amb les fixacions de carril, coixinets de carril i els aïllaments.

- Verificació del perfil de balast (per via en balast).

- Verificació de les qualitats del formigó (per a via en placa).

- Danys causats als carrils, travesses, fixacions, cables i altres equips, o quan els processos de treball han desplaçat les travesses o els coixinets de carril.

- Verificació que la totalitat dels materials de la via compleix amb els criteris de recepció d'FGC.

FGC es reserva el dret a sol·licitar o realitzar mesuraments addicionals o verificacions complementàries, si ho considera convenient.

La geometria de la via s'ha de mesurar mitjançant un vehicle registrador de via amb mesures contínues o, quan no sigui possible, mitjançant una màquina de manteniment de via dotada amb equips de mesurament, ambdues d'acord amb la sèrie de normes EN 13848.

Prèviament, FGC ha d'estar d'acord amb tots els equips de mesurament emprats.

Els equips registradors de via han de disposar dels corresponents certificats de qualitat i calibratge vigents, reservant-se FGC el dret d'autoritzar-la.

El contractista està obligat a facilitar a l'inici de l'obra tota la documentació referent als equips de mesuraments que s'utilitzaran.

Per a la recepció, els treballs han de ser inspeccionats pels tècnics qualificats que hagin estat designats per la Direcció d'obra (contractada per FGC o per un altre organisme competent) i pel contractista.

4.4. Documents de recepció

Tots els mesuraments i verificacions realitzats d'acord amb l'apartat 4.3 han d'estar documentats.

Addicionalment, han de lliurar-se els documents següents, signats pel contractista i per la Direcció d'obra, quan sigui aplicable:

- informes de les soldadures i neutralització de tensions de les barres contínues soldades (incloent fins als punts fixos, per exemple, en els extrems dels aparells de via);
- informe del control de qualitat del balast (via en balast);
- informe del control de qualitat del formigó (via en placa);
- informe de la instal·lació dels aparells de dilatació;
- Informe de la verificació del correcte parell de serratge i ajustament de les fixacions de carril segons especificacions del fabricant subministrador;
- Informe de les proves de recepció de treballs associats;
- Informe de les proves d'aprovació i acceptació dels materials subministrats pel proveïdor i de les recepcions a fàbrica;

NOTA: FGC pot requerir documentació addicional, si ho considera necessari.

4.5. Geometria relativa de la via

4.5.1. Toleràncies

La via recepcionada ha de complir amb les toleràncies incloses en les taules 1 i 2.

Pel que fa a l'anivellament longitudinal i a l'alineació:

- el mètode a utilitzar serà el del "valor mig a punt";
- per al mètode "valor mig a punt", és a dir, el valor mig per a cada punt, ha de prendre's en una longitud compresa entre 40 m i 100 m considerant un interval simètric (el punt considerat serà el "0", és a dir ± la meitat de la longitud des del punt) amb un màxim de distància de mostreig d'1 m;
- per als mesuraments realitzats mitjançant un sistema de mesurament a corda amb longituds de base distintes de 10 m o mitjançant un sistema inercial, els resultats han de convertir-se a 10 m de corda amb els mesuraments en la meitat;

Per a l'alineació, quan s'utilitza el mètode "valor mig a punt", el passadís definit mitjançant la mitjana i les toleràncies ha d'incloure el valor calculat; si no, s'ha de prendre el defecte entre el valor calculat i el valor de punt.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Geometria de via. Recepció de treballs en via general

Codi: P.IF.E.002

Revisió: 3

En les corbes de transició amb peralt de construcció, s'han de considerar les toleràncies a partir del peralt de construcció, però no a partir de la línia zero de referència.

Per a vies amb materials usats i/o recepcions provisionals, els límits de tolerància per als paràmetres són els especificats en la taula 2.

Taula 1 - Toleràncies de recepció per a vies renovades i vies noves (excepte en vies construïdes sobre llosa flotant definides en l'annex C d'aquest document)

PARÀMETRES	TOLERÀNCIA
Ample de via (mm) (valor dissenyat/amidat)	± 3
Anivellament transversal (mm) (valor dissenyat/amidat)	± 3
Anivellament longitudinal (mm) (valor mig a punt) Corda simètrica de 10 m	± 3
Alineament (mm) (valor mig a punt) Corda simètrica de 10 m	± 5
Guerxament (mm/m) (Línia de referència zero a punt calculada en una base de 3 m)	± 1,5 (*)

(*) El guerxament en les transicions de l'alineació mai serà superior en 1 mm/m a la rampa de peralt establerta.

Taula 2 - Toleràncies de recepció per a manteniment de via

PARÀMETRES	TOLERÀNCIA
Ample de via (mm) (valor dissenyat/amidat)	+8 -3
Anivellament transversal (mm) (valor dissenyat/amidat)	± 5
Anivellament longitudinal (mm) (valor mig a punt) Corda simètrica de 10 m	± 5
Alineament (mm) (valor mig a punt) Corda simètrica de 10 m	± 8
Guerxament (mm/m) (Línia de referència zero a punt calculada en una base de 3 m)	± 2 (*)

(*) El guerxament en les transicions de l'alineació mai serà superior en 1 mm/m a la rampa de peralt establerta.

4.5.2.Paràmetres

4.5.2.1. Generalitats

Les definicions dels paràmetres de mesurament i dels equips de mesurament s'inclouen en les normes EN 13848.

Les toleràncies per a la posició absoluta de la via donades en els apartat 4.6.1 i 4.6.2, es defineixen com la desviació admesa de les posicions vertical i lateral de la via respecte a la posició de disseny, quan s'amida des d'un punt de referència extern.

Els resultats amidats han d'estar documentats d'acord amb els paràmetres i requisits següents.

4.5.2.2. Ample de via

Mesura mínima a la zona compresa entre 0 mm i (14 ± 1) mm sota la superfície de rodada en el plànol de la cara activa dels carrils.

- de manera contínua mitjançant vehicles de registre de via, amb un interval màxim de mostreig d'1 m; o
- amb màquines de manteniment de la via després de cada operació, amb un interval màxim de mostreig d'1 m.

L'ample de via entre dues travesses adjacents no ha de variar en més de 1 mm, tret que FGC especifiqui una altra cosa.

4.5.2.3. Anivellament transversal

Mesuraments:

- de manera contínua mitjançant vehicles de registre de la via, amb un interval màxim de mostreig d'1 m; o
- amb màquines de manteniment de la via després de cada operació, amb un interval màxim de mostreig d'1 m.

4.5.2.4. Anivellament longitudinal (anivellament longitudinal relativa)

Mesuraments a efectuar sobre cada carril:

- de manera contínua mitjançant vehicles de registre de la via, amb un interval màxim de mostreig d'1 m; o
- amb màquines de manteniment de la via després de cada operació, amb un interval màxim de mostreig d'1 m.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Geometria de via. Recepció de treballs en via general

Codi: P.IF.E.002

Revisió: 3

4.5.2.5. Alineació (alineació relativa)

Mesuraments a efectuar sobre els dos carrils en via recta i sobre el carril de referència per a via en corba:

- de manera contínua mitjançant vehicles de registre de la via, amb un interval màxim de mostreig d'1 m; o
- amb màquines de manteniment de la via després de cada operació, amb un interval màxim de mostreig d'1 m.

4.5.2.6. Guerxament

Mesuraments:

- de manera contínua, mitjançant vehicles de registre de la via, amb un interval màxim de mostreig d'1 m; o
- amb màquines de manteniment de la via després de cada operació, amb un interval màxim de mostreig d'1 m.

Els mesuraments del guerxament sempre es realitzarà simultàniament des d'una distància fixa, de 3 metres.

4.5.2.7. Altres mètodes de mesurament

Només en casos molts especials i prèvia autorització explícita per part d'FGC s'admetran les dades obtingudes amb equips de mesurament de registres no continus, i aquestes hauran de ser amb un interval de mostreig de 3 m.

4.6. Posició absoluta de la via

4.6.1. Toleràncies per a la posició vertical absoluta de la via

- la desviació permesa a partir de la posició de disseny és de + 10 mm/- 20 mm;
- la desviació no ha d'excedir de 10 mm entre dos punts de referència adjacents quan la distància és 30 m.

Quan els punts de referència estan a menys de 30 m espaiats, FGC definirà els criteris de recepció.

Les desviacions anteriors s'apliquen a les vies noves i renovades. Per al manteniment, els valors de desviació seran definits per FGC.

4.6.2.Toleràncies per a la posició lateral absoluta de la via

- la desviació admesa en relació amb la posició de disseny és de ± 10 mm;
- la desviació no ha d'excedir de 10 mm entre dos punts de referència adjacents, quan la distància és 30 m.

Quan els punts de referència estan a menys de 30 m espaiats, FGC definirà els criteris de recepció.

Les desviacions anteriors s'apliquen a les vies noves i renovades. Per al manteniment, els valors de desviació seran definits per FGC.

4.7. Altres paràmetres i verificacions

4.7.1.Espaiat de travesses

La desviació permesa respecte a l'espaiat dissenyat de les travesses ha de ser de ± 20 mm (excepte en soldadures o altres casos justificables) i han de verificar-se mitjançant mostreig. Les verificacions han de realitzar-se al menys cada 200 m.

El nombre de travesses en 1.000 m no ha de desviar-se del 0,5% de la quantitat de disseny.

4.7.2. Escairat de les travesses

L'escairat de les travesses ha de verificar-se únicament en casos excepcionals, és a dir, en juntes de carril o per a amples de via estreta.

4.7.3.Escairat de les plaques de seient en vies formigonades

La posició de la placa de seient respecte al carril ha de tenir una separació mínima d'1 mm mesurat als quatre extrems de la placa de seient, entre aquesta i el patí del carril.

4.7.4. Fixacions de carril

Tots els sistemes de subjecció han de muntar-se integrament i fixar-se correctament, d'acord amb les especificacions del fabricant.

4.7.5. Soldadures

Les soldadures dels carrils han de complir amb la normativa d'FGC "P.IF.E.001 Soldadura aluminotèrmica de carrils en via".

4.7.6. Juntes de carril embridades

Només en casos específics i explícitament autoritzats per FGC es podran deixar els carrils units amb juntes embridades. A més, s'haurà de tenir en compte l'època de l'any i el lloc, per tal de donar les obertures màximes i mínimes de les mateixes. Es faran les connexions provisionals per a garantir els retorns de corrent i els sistemes de senyalització i enclavament amb cable rígid de coure de secció 150 mm^2 amb casquet per trepants de 29,5 mm de diàmetre.

4.7.7. Juntes aïllants

FGC especificarà el criteri de recepció de les juntes aïllants, que seran del tipus 30/90.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Geometria de via. Recepció de treballs en via general

Codi: P.IF.E.002

Revisió: 3

4.8. Responsabilitats de la recepció i formulari de recepció

Per a les responsabilitats de la recepció es recomana referir-se a l'annex A.

El formulari de recepció (vegi's exemple en l'annex B) s'ha d'establir per duplicat i signar-se per un representant autoritzat de les dues parts contractants, la Direcció d'obra (contractada per FGC o per un altre organisme competent) i el contractista, que han de rebre cadascun un exemplar original.

Si les condicions de recepció no són satisfactòries, aquestes han d'enregistrar-se com a defectes en el formulari de recepció.

El formulari de recepció ha d'especificar un termini per a l'eliminació d'aquests defectes, sempre que no afectin a l'explotació ferroviària, en cas contrari, s'actuarà d'urgència.

El formulari de recepció ha de ser subscrit per la Direcció d'obra (contractada per FGC o per un altre organisme competent) i pel contractista després que els defectes hagin estat corregits i recepcionats i el formulari ha de conservar-se pel període especificat en el contracte.

Els defectes, que no s'hagin pogut eliminar, han de mencionar-se de manera específica i poden donar lloc a les penalitzacions previstes al Plec d'Obra.

4.9. Garantia

Els períodes de garantia seran d'un mínim de dos anys i les condicions han de definir-se en el contracte.

ANNEX A

RESPONSABILITATS DELS PROTOCOLS I LA DOCUMENTACIÓ NECESSARIA PER LA POSADA EN SERVEI DEL TRAM

La inspecció i documentació l'ha de portar a terme la Direcció d'obra (contractada per FGC o per un altre organisme competent), seguint el programa establert.

Han de participar conjuntament en la inspecció prèvia a la posada en servei del tram per a l'explotació comercial:

- un representant autoritzat del contractista;

- un representant autoritzat de la Direcció d'obra (contractada per FGC o per un altre organisme competent);

- en el cas on es requereixin coneixements tècnics especials, han de participar experts nominats per la Direcció d'obra (contractada per FGC o per un altre organisme competent) i pel contractista.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Geometria de via. Recepció de treballs en via general

Codi: P.IF.E.002

Revisió: 3

ANNEX B

FORMULARI PER A LA POSADA EN SERVEI

Contractant: .....

Obra .....

Línia/estacions compreses .....

Via/es ..... des de ..... a .....

Des del Pk ..... al Pk .....

Contractista: .....

El treball ha estat realitzat en el període des de ..... fins a .....

Llista de documents aportats:

.....

.....

.....

.....

.....

Signada la conformitat per:

Contractista	Direcció d'obra
.....	.....
.....	.....

Assabentats:

Contractant	FGC
.....	.....
.....	.....

Resultat

El treball ha estat inspeccionat conforme a la norma d'FGC P.IF.E.002 Geometria de via. Recepció de treballs en via general

☐ Recepció conforme

☐ Recepció no conforme

☐ El treball ha estat inspeccionat, no obstant això s'han establert els defectes definits a la part inferior.

☐ Aquests defectes han de ser eliminats abans de ..... <*data*>

Anomalies detectades

Element núm	Localització	Tipus	Explicació	A eliminar abans de:	Eliminat nom/data	Comentaris

<*Lloc*> ..... <*Data*>..... Assabentat:

Per la Direcció d'obra: Pel contractista: FGC

....

Símbols de defectes freqüents (descriure altres defectes amb més detalls)

Anivellament longitudinal	NL
Cales de juntes	CJ
Guerxament	GUE
Soldadura de carrils	SC
Ample de via	AV
Recàrregues	REC
Anivellament transversal	ATrv
Perfil transversal del balast	PTB
Alineació	AL
Plataforma	PLT

Distància entre eixos de via	DEix
Drenatge	DRN
Gàlib d'implantació d'obstacles	GIO
Seguretat	SEG
Espaiat de travesses	ETrvs
Defectes de carril	DC
Parell de serratge de subjeccions	PSubj
Travesses	Trvs
Juntes aïllants	JA
Fixacions de carril	FC

Això certifica que els defectes han estat eliminats:

.....

<signatura i data d'un representant autoritzat per FGC>

ANNEX C

Especificacions per al muntatge de via formigonada

En el muntatge de via de via formigonada s'hauran d'acomplir les indicacions següent:

PRESOLERA, PRISMA DE COMUNICACIONS I DRENATGE

Presolera (per a llosa flotant)

- L'espessor mínim de la presolera serà de ≥ 200 mm sota els ancoratges de l'stoppers.
- La presolera s'executarà amb el peraltat establert per a cadascuna de les vies en el projecte, on es defineixen els paràmetres de traçat. La tolerància màxima admissible en l'execució del peraltat de la presolera serà de + 20 / -15 mm.
- Passos de via: la presolera inclourà els passos de via necessaris per al prisma de comunicacions i per als drenatges. La Direcció d'obra lliurarà a FGC un plànol en planta i secció abans de formigonar.

Presolera (per a altres tipologies diferents a la llosa flotant)

- Sobre terreny natural es col·locarà com a mínim 100 mm de formigó de neteja HM15.
- Sobre contravolta o llosa de fons, es col·locarà una capa de forma per regularització amb formigó HM15.
- Passos de via: la presolera inclourà els passos de via necessaris per al prisma de comunicacions i per als drenatges. La Direcció d'obra lliurarà a FGC un plànol en planta i secció abans de formigonar.

Solera (per a altres tipologies diferents a la llosa flotant)

- L'espessor de la solera serà ≥ 200 mm de gruix.
- En alineació recta al formigó HM30 s'afegiran fibres polimèriques amb una dosificació de 5Kg/m3 (que equival a 300.000 fibres/m3)
- En radis inferiors a 300 metres la llosa disposarà d'una malla electrosoldada de diàmetre 8 mm de 150 x 150 mm situada a 70 mm de la cara inferior de la placa de la fixació.

Prisma de comunicacions. Es justificaran:

- Els radis de curvatura dels cables.
- El diàmetre dels passa-tubs.
- Les arquetes seran dimensionades i cadenciades segons la longitud de les bobines i tipus d'empiulament (una arqueta cada 50 m i a cada canvi de sentit, com a mínim).
- La dimensió mínima de les arquetes és de 1,50 x 1,50 m. De no ser possible, caldrà justificar altres solucions (accessos laterals, etc).

Drenatge.

- El drenatge es dimensionarà segons el càlcul dels cabdals a evacuar. El drenatge serà superficial sempre que sigui possible, en cas contrari, el diàmetre mínim dels tubs serà de 300 mm quant als longitudinals i de 110 mm quant als transversals.
- S'executaran les arquetes suficients per al seu registre i manteniment.

PROCEDIMENT DE MUNTATGE DE LA VIA FORMIGONADA

Se seguirà el procediment següent, estrictament per l'ordre indicat. Cada situació descrita es documentarà suficientment per lliurar-la abans de la posada en servei del tram.

1. Topografia

   - Es realitzarà la topografia i el replanteig de l'eix de la via per situar l'alineació dels *stoppers*, amb definició i marcatge de les zones en les quals aquest eix no coincideixi amb l'eix del túnel.
   - El traçat de la via es definirà i replantejarà pel fil baix, i la cara activa del carril de cadascuna de les vies, en planta i en alçat.
   - S'han de marcar l'inici i final de les zones de sobreamples, les seves transicions, les zones amb contracarrils, els peralts, els encreuaments sota via del prisma general de comunicacions i dels secundaris.

   Aquestes accions seran verificades i aprovades per la Direcció d'obra.

2. Presolera (només per a llosa flotant)

   - S'executaran els trepants de la presolera, amb la col·locació i la fixació dels ancoratges dels *stopper* amb resina *epoxi*.

   La Direcció d'obra controlarà tots els trepants, i remetrà un informe del resultat a FGC.

3. Elastòmers (només per a llosa flotant)

- S'utilitzaran plantilles o replanteig topogràfic per a la distribució i posicionaments dels elastòmers, seguint les indicacions i especificacions del fabricant, incloses les transicions a altres tipologies de via.

4. Posada en obra de les lloses (només per a llosa flotant)

- El seu transport, la descàrrega i la seva col·locació, es farà preferentment amb els blocs ja ubicats i prèviament protegits (embolcallats). En cas contrari, cal preveure la seva posterior distribució.
- S'ha d'iniciar la seva distribució partint del replanteig previ dels punts singulars, com els aparells de via i dels punts obligats (pous de ventilació, pous de bombes, seccionadors de catenària...).

5. Muntatge dels carrils

- L'estesa del carril serà en barres de 18 m.
- En corbes de radis inferiors a 250 m, les barres de carril seran soldades prèviament en barres de la longitud necessària per tal de garantir la correcta alineació.
- El muntatge es realitzarà amb la utilització de falses travesses i tensors graduables d'alineació. Aquest estris auxiliars han de garantir l'ample de via, la inclinació del carril 1/20, la regulació vertical per ajustar l'alineació i el peralt, així com la fixació de la via en horitzontal. Aquest sistema ha de ser compatible amb el pas de *diplorys* i els aparells de mesura i de control.
- Les falses travesses, en obres de renovació han de disposar d'aïllament elèctric per tal d'evitar comunicar els carrils i alhora evitar problemes d'ocupació dels circuits de l'enclavament.
- El disseny i les característiques de les falses travesses, a l'igual que els tensors, han de permetre el pas d'unitats de tren comercials, acomplint amb els requeriments dels esforços i càrregues previstes i, al mateix temps, garantir la invariabilitat dels paràmetres geomètrics de la via.
- Els sobreamples de via es donaran regulant les falses travesses. Aquestes falses travesses seran desmuntables sense interacció amb la superfície de formigó

6. Muntatge dels aparells de via.

- S'emplaçaran les banyeres sobre els elastòmers, amb les seves corresponents travesses a dintre, segons distribució i replanteig. Un cop emplaçades es comprovarà topogràficament la seva correcta posició. (només a la llosa flotant)
- El muntatge del desviament, la seva alineació i anivellament serà amb cavallets regulables.
- L'aparell se sustentarà amb plaques auxiliars fixades amb rodons roscats que permetin la seva regulació vertical.
- Els rodons roscats es protegiran amb tub de plàstic a mode d'encofrat per tal de poder retirar-los un cop formigat.
- Es faran les comprovacions geomètriques i funcionals dels aparells.

7. Control previ al formigonat.

- Es realitzarà el control geomètric de la via amb una estació total sobre carro de via homologat, que controli i enregistri els paràmetres següents (amb emissió de les dades "in situ", per permetre la seva correcció immediata):

  - Posició absoluta d'ambdós carrils (X,Y,Z)
  - Amplada
  - Peralt
  - Alineació
  - Anivellació longitudinal
  - Guerxament

Els valors dels paràmetres a controlar han d'acomplir la taula següent:

PARÀMETRES		TOLERÀNCIA
Ample de via (mm) (valor dissenyat/amidat)		- 2 +3
	Variacions en mm entre dues mesures consecutives (entre fixacions)	± 1,4
Anivellament transversal – peralt (mm) (valor dissenyat / amidat)		± 2,5
	Variacions en mm entre dues mesures consecutives (cada 5 m)	± 3
Anivellament longitudinal (mm) (valor mig a punt) Corda simètrica de 10 m		± 4
	Variacions en mm entre dues mesures consecutives (cada 5 m)	± 6
Alineament (mm) (valor mig a punt) Corda simètrica de 10 m		± 3
	Variacions en mm entre dues mesures consecutives (cada 5 m)	± 4
Guerxament (mm) (Línia de referència zero a punt, calculada en una base de 3 m)		± 3 (*****)

(*) El guerxament en les transicions de l'alineació mai serà superior en 1 mm/m a la rampa de peralt establerta.

Cas de detectar-se desviaments respecte als paràmetres teòrics es realitzaran els ajustaments i les correccions oportunes, incloent-hi la verificació dels gàlibs. Els ripats, modificacions en alçat o peraltat s'executaran de forma que es garanteixin l'ample de via i la inclinació del carril.

8. Formigonat

- **El formigonat no s'iniciarà sense l'autorització expressa d'FGC,** que a tal fi revisarà la documentació facilitada per la Direcció d'obra i/o farà les comprovacions que estimi adients.
- El formigonat o col·locació del morter autoanivellant, sense retracció, es farà sota control topogràfic. En el cas de detectar-se qualsevol anomalia, s'aturarà immediatament el formigonat.
- A cada jornada, abans de continuar el procés, es comprovarà allò executat el dia anterior.
- El formigonat de les banyeres dels aparells de via requereixen de l'ajuda d'aparells vibradors per tal de garantir la correcta distribució del formigó i eliminar cuqueres.

9. Retirada de material després del formigonat

- La retirada de les falses travesses i dels tirants no es realitzarà en cap cas abans que el formigó i/o morters autoanivellants hagin assolit la resistència necessària, que estarà definida pel subministrador de la llosa flotant.
- L'ús d'additius necessita de l'aprovació i autorització expressa i prèvia de la direcció facultativa.

10. Execució de soldadures

- Per a l'execució de les soldadures s'aplicarà la norma FGC P.IF.E.001

11. Documentació

- La documentació i el registre final del control geomètric es realitzarà amb un carro auscultador de lectura contínua homologat.

12. Ajustament final

- Un cop tot finalitzat es realitzarà l'ajustament i correccions definitives de les possibles anomalies detectades.

Aquesta norma no té en compte els assaigs dels elements, eines i maquinària auxiliars, que s'han de verificar amb els seves pròpies normes.

Soldadura aluminotèrmica de carrils en via

Elaborat per:
Tècnic de l'Àrea de Via Carlos Artero
Revisat per:
Cap de Tècnica i Manteniment de Via Salvador Galceran
Aprovat per:
Director de Xarxa Ferroviària i Projectes Pere Mateu

Soldadura aluminotèrmica de carrils en via

Codi: P.IF.E.001

Revisió: 4

Revisió	Motiu del canvi	Data vigor
1	Creació	març 2008
2	Revisió	desembre 2008
3	Actualització de normatives, de noms corporatius i reflectir més detalladament part del procediment i de la recollida de dades.	27 de març de 2014
4	Revisió i actualització de tot el procediment	Octubre 2022

Llistat de difusió:
Oficina Tècnica Administrativa de Xarxa Ferroviària i Projectes
Cap de Tècnica i Manteniment de Via
Cap d'Enclavaments
Responsable de Projectes de Via
Responsable de Manteniment de Via
Tècnics de l'Àrea de Tècnica i Manteniment de Via
Tècnics de l'Àrea de Projectes de Via
Tècnics i Supervisors de l'Àrea d'Enclavaments
Supervisors de Manteniment de Via

Contingut

1. Introducció 5

2. Objecte 5

3. Normatives de referència 5

4. Definicions: 6

5. Qualificació de soldadors per aluminotèrmia. 7

5.1.Generalitats 7

5.2.Aprovació, validació i seguiment de l'acreditació per a realitzar unions aluminotèrmiques de carrils en les instal·lacions d'FGC 7

5.3.Identificació del soldador 7

6. Autorització d'homologació de contractistes de soldadura aluminotèrmica 8

6.1.Sistema de gestió de qualitat 8

6.2.Coordinació de tot el procés de soldadura. 8

6.3.Exclusions per a treballs de soldadura 8

6.4.Soldadors per aluminotèrmia 8

6.5.Equips 8

6.6.Supervisió 8

6.7.Adquisició, gestió i control de consumibles 8

6.8.Inspecció de soldadures 9

6.9.Traçabilitat 9

6.10.Auditories 9

7. Acceptació de soldadures aluminotèrmiques 10

7.1.Inspeccions de soldadures 10

7.2.Qualificació de l'inspector de soldadura 10

7.3.Integritat de la soldadura 11

7.4.Ubicació relativa a les soldadures. 11

7.5.Condicions atmosfèriques 11

7.6.Prevenció d'incendis forestals 11

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Soldadura aluminotèrmica de carrils en via

Codi: P.IF.E.001

Revisió: 4

7.7.Reparació de les soldadures 12

7.8.Substitució de soldadures 12

7.9.Comprovació de les soldadures i valoracions dels seus defectes 12

7.10.Documentació 16

Annex 1. Full de control de soldadures aluminotèrmiques 167

Annex 2. Diagrama de flux del control de soldadures aluminotèrmiques 168

1. Introducció

L'objectiu d'aquesta norma és la de garantir els sistemes i acabats de soldadures aluminotèrmiques en les línies ferroviàries de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (en endavant FGC).

Aquesta norma inclou les següents parts:

1. Qualificacions de soldadors per aluminotèrmia
2. Autorització de contractistes amb soldadors per a unions aluminotèrmiques
3. Recepció i acceptació de soldadures aluminotèrmiques

La instal·lació de soldadures aluminotèrmiques en vies d'FGC suposa que els subministradors i contractistes s'adaptin a les normes, regulacions i codis en vigor d'aquesta administració ferroviària.

2. Objecte

Aquest document especifica els requisits per:

- especificar el sistema per a garantir els coneixements pràctics i la destresa dels soldadors.

- autorització de contractistes de soldadura aluminotèrmica. S'aplica als contractistes que utilitzen processos de soldadura aluminotèrmica, segons els requisits de la Norma EN 14730-1, i que disposen de soldadors que tenen un permís de soldadura vàlida i estan qualificats per FGC per a realitzar aquestes funcions tal com es defineix al punt 5 d'aquest document;

- acceptació dels controls finals per a soldadures aluminotèrmiques i dels inspectors de soldadures aluminotèrmiques aprovats per FGC.

Aquesta norma és d'aplicació per a soldadures aluminotèrmiques en carrils Vignole de 46 kg/m i superiors, citats en UNE EN 13674-1 i també per a les soldadures realitzades en carrils UNE 45 Kg.

3. Normatives de referència

Aquesta norma incorpora referències d'altres publicacions. Aquestes normatives de referència es citen en els llocs pertinents del text, i sempre serà d'aplicació l'última publicació editada, incloent-hi les correccions.

Els documents normatius següents contenen provisions que amb les referències del text formen part de la pròpia norma.

UNE EN 13674-1 *Aplicaciones ferroviarias. Vía*
Carriles Vignole de masa mayor o igual a 46 kg/m

UNE EN 14730-1 *Aplicaciones ferroviarias. Vía.*
Soldeo aluminotérmico de carriles. Parte 1: Aprobación del proceso de soldeo.

UNE EN 14730-2 *Aplicaciones ferroviarias. Vía.*
Soldeo aluminotérmico de carriles. Parte 2: Cualificación de soldadores por aluminotermia, aprobación de contratistas y aceptación de soldadures

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Soldadura aluminotèrmica de carrils en via

Codi: P.IF.E.001

Revisió: 4

EN ISO 3834-2 Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos.
Parte 2: Requisitos de calidad completos.

EN ISO 14731 *Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.*

EN 473 *Ensayos no destructivos. Calificación y certificación del personal NDT. Principios generales*

4. Definicions:

Soldador per aluminotèrmia:	Soldador format en un centre de formació homologat i específic per aquestes tasques, i amb un permís per soldar en vigor subministrat per una entitat certificadora aprovat per FGC.
Contractista de soldadura.-	Empresa autoritzada per FGC per a proporcionar personal i equips amb els què executar la producció de soldadures aluminotèrmiques..
Entitat certificadora oficial.-	Aquella entitat que te la potestat d'emetre un certificat vàlid per la Unió Europea que garanteixi els coneixements, habilitats i requisits demanats.
Subministradors del procés.-	Empresa que proporciona un procés d'acord a EN 14730-1 i que està autoritzada per l'ADIF per a subministrar consumibles i eines per a la realització de soldadures aluminotèrmiques.
Manual del procés.-	El descrit i reflectit a EN 14730-1, editat pel subministrador, incloent tots els consumibles, materials i equips a utilitzar, així com les operacions a seguir per passos per a realitzar la soldadura. El manual especifica els paràmetres crítics del procés de soldadura i els límits de seguretat.
Inspector de soldadura.-	Persona autoritzada per FGC per realitzar inspeccions de soldadura.

5. Qualificació de soldadors per aluminotèrmia.

5.1. Generalitats

Els soldadors autoritzats únicament podran soldar en vies d'FGC si estan contractats per un contractista o subcontractista autoritzat per FGC o bé directament per FGC..

5.2. Aprovació, validació i seguiment de l'acreditació per a realitzar unions aluminotèrmiques de carrils en les instal·lacions d'FGC

Podran realitzar unions de carrils mitjançant soldadures aluminotèrmiques a FGC tots aquells soldadors acreditats per FGC que a més estiguin homologats per una entitat certificadora d'homologació de soldadors per a unions aluminotèrmiques en carrils amb aquesta finalitat, i en les mateixes condicions i particularitats que aquesta entitat designi en el seu moment.

Per tal d'obtenir l'acreditació, un cop rebuda la documentació de l'homologació del soldador per una entitat certificadora d'homologació de soldadors per a unions aluminotèrmiques en carrils, el Responsable o Tècnic de l'obra per part d'FGC la remetrà a l'Oficina Tècnica administrativa per tal d'afegir aquesta documentació a la base de dades corporativa i poder acreditar-lo com a tal.

El soldador obtindrà una acreditació per poder realitzar unions aluminotèrmiques als carrils dins les instal·lacions d'FGC, amb una validesa no superior a la indicada en el seu permís per a soldar.

Es realitzaran supervisions per part del personal de Tècnica i Manteniment de Via mantenint contacte directe amb els soldadors. La informació d'aquestes verificacions es comunicarà al tècnic d'FGC, coordinador de l'obra, qui prendrà les mesures que corresponguin en cada cas.

Dins del període de la realització de les soldadures, FGC té la potestat de verificar el procediment, els coneixements i la destresa del soldador realitzant el seu treball, així com l'estat de les eines i maquinària que estan utilitzant i les seves corresponents homologacions. En cas d'observar alguna deficiència significativa, el soldador haurà d'aturar els seus treballs, i aquests no es podran reiniciar fins no estar corregides.
Podran ser desautoritzats temporalment per a tot l'àmbit d'FGC.

El llistat actualitzat dels soldadors autoritzats estarà dins el portal d'FGC a *Xarxa Ferroviària -> homologacions -> Llistat de soldadors de via acreditats.* Els soldadors que no estiguin al llistat no podran realitzar aquestes tasques a FGC fins que no inicïin el procés d'acreditació.

Els Responsables i Tècnics de les àrees de Manteniment i Tècnica de Via i els de Projectes de Via controlaran que els soldadors presents a l'obra estiguin acreditats segons el llistat anterior.

5.3. Identificació del soldador

Per identificar al soldador, totes i cadascuna de les soldadures, un cop finalitzades, seran marcades amb la identificació localitzada en el "*Permiso de Soldar*" emès per una entitat oficial certificadora d'homologació de soldadors per a unions aluminotèrmiques en carrils, (soldador, empresa i data).

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Soldadura aluminotèrmica de carrils en via

Codi: P.IF.E.001

Revisió: 4

6. Autorització d'homologació de contractistes de soldadura aluminotèrmica

6.1. Sistema de gestió de qualitat

El contractista de soldadura ha d'utilitzar un sistema de gestió de la qualitat de la soldadura conforme a la Norma EN ISO 3834-2 o similar.

Quan s'utilitzen subcontractistes que no funcionin d'acord amb la Norma EN ISO 3834-2, la responsabilitat de la qualitat del treball de soldadura recau en el coordinador de soldadura responsable del contractista.

6.2. Coordinació de tot el procés de soldadura.

El contractista de soldadura ha de disposar d'un coordinador de soldadura responsable de les activitats de qualitat, que ha de treballar d'acord amb la Norma EN ISO 14731.

6.3. Exclusions per a treballs de soldadura

Pot donar-se el cas que una empresa no reconeguda com a contractista de soldadura, contracti un soldador en possessió de l'autorització vàlida per a soldar. Els soldadors estan autoritzats a soldar en via només si estan contractats directament per FGC o bé per un contractista o subcontractista autoritzat per FGC.

6.4. Soldadors per aluminotèrmia

Els soldadors hauran de disposar de l'autorització vàlida per a soldar a FGC, tal i com es defineix al punt 5 d'aquesta normativa, podent ser empleats seus o contractats.

6.5. Equips

Els equips de soldadura aluminotèrmica han de ser conformes amb el manual del subministrador del procés. La inspecció i el calibratge dels equips esmentats ha de complir els requisits especificats pel proveïdor de l'equip i del procés, i per FGC. En cas de no estar definit el calibratge d'aquests equips, es realitzarà amb una periodicitat màxima de dos anys.

La maquinaria utilitzada estarà en perfectes condicions pel seu ús, i haurà d'estar també homologada per una entitat certificadora per aquest ús en concret.

6.6. Supervisió

Els contractistes mantindran un sistema de gestió i supervisió de les soldadures aluminotèrmiques que hauran de ser aprovats per FGC.

6.7. Adquisició, gestió i control de consumibles

Totes les soldadures aluminotèrmiques realitzades a FGC s'hauran de realitzar amb el sistema, materials i consumibles homologats per ADIF.

El contractista de soldadura complirà amb totes les especificacions tècniques del subministrador, de conservació i emmagatzematge del productes de soldadura, fins el moment de la seva utilització.

6.8. Inspecció de soldadures

El contractista mantindrà un sistema d'inspecció de soldadures que acompleixi l'indicat en aquest document. Les no conformitats trobades durant aquestes inspeccions es gravaran en el sistema de traçabilitat.

Aquest sistema d'inspecció de soldadures s'haurà de realitzar per a carril nou amb una regla d'inducció homologada per soldadures, i per carrils de 2ón ús amb regle i galgues de les característiques indicades al punt 7.9b d'aquest document.

6.9. Traçabilitat

Cada soldadura serà marcada amb el registre únic del soldador en el moment de la seva execució.

El contractista mantindrà un sistema de traçabilitat. El sistema inclourà un registre diari (annex 1) signat pel soldador i validat per la seva empresa, detallant cada soldadura realitzada.

El registre diari inclourà com a mínim la informació següent:

- Data de realització de la soldadura
- Identificació del contractista i del soldador
- Subministrador i procés
- Detalls com lot i data de fabricació
- Condicions meteorològiques
- Perfil del carril i duresa
- Localització (PK, línia, etc.)
- Qualsevol no conformitat amb el manual de procés establert en aquest document, abans o durant l'execució, incloent l'estat de la via com guerxament i torsions als extrems dels carrils.
- Qualsevol no conformitat que el soldador consideri adient de fer constar en el document.

6.10. Auditories

El contractista de soldadura podrà ser auditat a requeriment d'FGC segons les especificacions del mateix.

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Soldadura aluminotèrmica de carrils en via

Codi: P.IF.E.001

Revisió: 4

7. Acceptació de soldadures aluminotèrmiques

7.1. Inspeccions de soldadures

a- Les soldadures es realitzaran amb la via en primera anivellació i amb la banqueta de balast pràcticament completa.

b- Les soldadures es deixaran diàriament amb un esmerilat provisional que no afecti al pas de les circulacions. Resta prohibit finalitzar i marcar les soldadures el mateix dia de la seva execució.

c- A partir del dia següent de la seva execució i en un període màxim de 15 dies naturals, el mateix soldador que ha executat les soldadures procedirà a realitzar l'esmerilat final, serà just després d'aquesta operació i no abans, quan s'identificaran les soldadures com es defineix al punt 5.3 d'aquest document.

d- Prèviament a qualsevol inspecció, la soldadura estarà finalitzada i per tant:

- identificada com es defineix al punt 5.3 d'aquesta normativa,
- amb la fitxa diària del soldador entregada a FGC,
- lliure de restes dels motllos i materials de desguàs,
- assegurada a la seva posició final,
- en condicions d'utilització definitiva pel tràfic ferroviari.

e- La documentació i els registres descrits es lliuraran al responsable de l'obra per part d'FGC.

f- FGC realitzarà una inspecció visual i de geometria de la soldadura en el percentatge que consideri oportú en cada cas particularment, la normalitat estarà entre el 20% i el 100% del total de les soldadures executades, depenent de la ubicació de la mateixa i dels primers resultats obtinguts.

g- Un cop valorats els resultats del punt anterior, FGC es reserva el dret de realitzar els assaigs no destructius que consideri necessaris.

7.2. Qualificació de l'inspector de soldadura

La inspecció i valoració de les soldadures només la podran realitzar inspectors d'FGC o els inspectors de soldadura subcontractats amb experiència en la inspecció de soldadura aluminotèrmica, quins també hauran de disposar de certificat d'aptitud del curs d'homologació d'inspecció de soldadures aluminotèrmiques d'una entitat certificadora oficial.

No es dona conformitat a cap inspecció prèvia realitzada pels soldadors o altres que no disposin del certificat corresponent.

7.3. Integritat de la soldadura

Per assegurar la integritat de la soldadura es realitzarà:

a) Examen visual i de la geometria de la soldadura

El cordó de la soldadura tindrà la forma del motllo i estarà lliure de deformacions. El carril no estarà danyat per material vessat en calent o per projeccions de metall. Els límits dels defectes visibles es detallen al punt 10.

Queda prohibida la utilització de martells, malls i tallaferros per a la manipulació de la soldadura. Està expressament prohibit realitzar una soldadura directament en un carril tallat amb bufador.

b) Altres assaigs no destructius

Es realitzaran altres assaigs no destructius d'acord als que FGC consideri oportuns per cada cas.

7.4. Ubicació relativa a les soldadures.

La distància mínima entre dues soldadures aluminotèrmiques és de 9 metres en trams rectes o corbes amb un radi major a 200 m. Aquesta distància serà la mateixa entre una soldadura aluminotèrmica i l'extrem del carril.
A les corbes amb un radi menor o igual a 200 m, tindran com a mínim 12 metres.

Les soldadures que no compleixin amb les prescripcions de separació indicades seran rebutjades, exceptuant aquelles realitzades en zones de desviaments i sempre després d'un estudi previ de la seva repercussió.

7.5. Condicions atmosfèriques

Les soldadures aluminotèrmiques no podran ser realitzades amb pluja, neu, vent amb grans intensitats (a partir de 50 Km/h, excepte al Cremallera de Montserrat i de Núria que és a partir de 30 Km/h), boira densa ni quan la temperatura ambient pugui ser causa de què es gelin els motllos, cas de no haver estat fabricats amb anticongelant.

Les soldadures es realitzaran preferentment a una temperatura de carril compresa entre +10ºC i +30ºC. Aquestes temperatures poden ampliar el seu marge a la via sense juntes fins als 0ºC i +50ºC, prèvia autorització d'FGC i examinant-les meticulosament per detectar qualsevol defecte. En aquests casos extrems, el contractista establirà vigilància fins a efectuar la neutralització de tensions.

7.6. Prevenció d'incendis forestals

En el període comprès entre el 15 març i el 15 d'octubre, el contractista demanarà el permís corresponents al Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació i s'hauran de complir totes les prescripcions de les autoritzacions rebudes.

En el període del 16 d'octubre al 14 març, en llocs de treball que estiguin situats a una zona boscosa i dintre de la franja de 500 metres que l'envolta, i durant tot l'any a fora de les zones boscoses (a més de complir amb les prescripcions del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació), s'haurà de disposar de dos extintors de pols de 12 Kg, així com de les pantalles de protecció necessàries per poder reduir qualsevol conat d'incendi que es pugui produir.

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Soldadura aluminotèrmica de carrils en via

Codi: P.IF.E.001

Revisió: 4

7.7. Reparació de les soldadures

Queda totalment prohibit efectuar cap tipus de reparació a la zona de la soldadura. Cas de detectar alguna, la soldadura serà rebutjada automàticament i al soldador se li retirarà l'autorització per soldar en vies d'FGC.

7.8. Substitució de soldadures

En cas que el defecte no es pogués eliminar realitzant una soldadura normal, es tallarà el carril com a mínim a 20 cm de la soldadura i fins deixar sanejat el carril, verificant amb cura que no hi queda cap defecte en els extrems dels carrils.

Després es col·locarà un altre cupó de la longitud mínima establerta al punt 6 d'aquest mateix apartat. Aquestes longituds mínimes de l'apartat 6 sempre s'hauran de tenir en compte tant en soldadures inicials com a l'hora de substituir-les.

7.9. Comprovació de les soldadures i valoracions dels seus defectes

a) Aspecte exterior de les soldadures

Tots els defectes següents són eliminatoris i invaliden la soldadura:

Defectes en la unió de l'acer d'aportació amb el laminat: fusió incomplerta del perfil; manca d'acer d'aportació al cap de la unió; fissures de retracció de la soldadura; fissures ocasionades amb la soldadura encara calenta; més d'una porositat o inclusió.

Discontinuïtats a la superfície de rodada i a la cara activa de la unió soldada: manca de metall d'aportació; més de dos defectes majors de 0,2 mm de profunditat de fissures, entalladures; marques de qualsevol gènere, porositats, petites marques circulars de color negre, inclusions d'escòria o de sorra; etc.

Defectes al cordó de soldadura: fissures; més de dos defectes de porositats, inclusions d'escòria o de sorra; es tolera una sola entalladura amb una profunditat menor a 0,5 mm i que s'elimini per esmolat.

Observacions:
La distància entre les vores dels forats (trepants) a l'extrem del carril han de ser majors de 50 mm.
Es rebutjaran totes les soldadures que no ho compleixin.

b) Requisits geomètrics – equips de mesura

La mesura de la geometria de les soldadures es realitzarà amb un regle d'inducció elèctrica homologat, només en carrils de 2ón ús o en casos excepcionals es realitzarà amb regles d'acer i galgues.

- **Regla d'inducció elèctrica**: És un aparell portàtil i autònom (alimentat per bateries) que mesura mitjançant captadors dimensionals fixats en un regle de referència. aquest útil es recolza sobre el carril, donant suport sobre les dos plaques extremes de fixació.

  El regle disposa d'una carcassa de material rígid i lleuger que protegeix els components electrònics del regle, a la part superior te un teclat numèric des del que es manipula l'eina y una pantalla per visualitzar les dades preses, aquesta pantalla amb teclat també pot ser portàtil i connectada per Bluetooth.

Està basat en un sistema inductiu en el que el circuit electrònic llegeix la tensió de sortida de cada captador i la converteix en mesura de distància per indicar-la a la pantalla.

Al realitzar la presa de dades desitjada disposarem de l'opció de guardar-la en format digital que posteriorment analitzarem a l'oficina mitjançant el corresponent programa informàtic.

Aquest regle ha de estar homologat per una entitat certificadora oficial.

A la vista de l'estudi realitzat es podran adoptar les mesures oportunes a cada cas.

- **Regles d'acer i galgues:** Aquestes eines han de complir la norma DIN 874 "*reglas planas de acero. Medidas. Condiciones tècnicas de suministro*".

  El regle d'acer homologat i que s'utilitza actualment es de la marca ACHA amb les següents característiques:
  Longitud: 1000 mm
  Secció: 40 x 7 mm
  Precisió: 0,05 mm

  També necessitarem disposar de tres jocs de galgues adequades i calibrades.
  Aquestes eines només s'utilitzaran en el cas de la unió de carrils de 2n ús o en aquells casos excepcionals. que per motius d'espai, no sigui possible utilitzar el regle d'inducció elèctrica.

c) Alineació del cordó de soldadura

L'alineació del cordó no excedirà dels valors especificats en la figura 1.

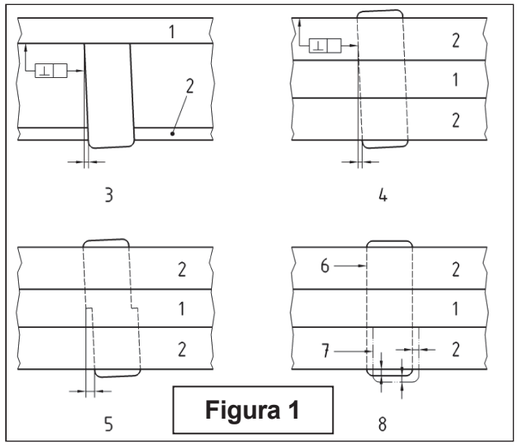


Figura 1

1. Cap de carril
2. Patí del carril
3. Tolerància vertical màx. 2 mm
4. Tolerància lateral màx. 3 mm
5. Desajust 3 mm (motllos de 2 peces)
6. Cordó sota el patí de carril
7. Cordó sobre el patí de carril
8. Desajust 3 mm (motllos de 3 peces)

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Soldadura aluminotèrmica de carrils en via

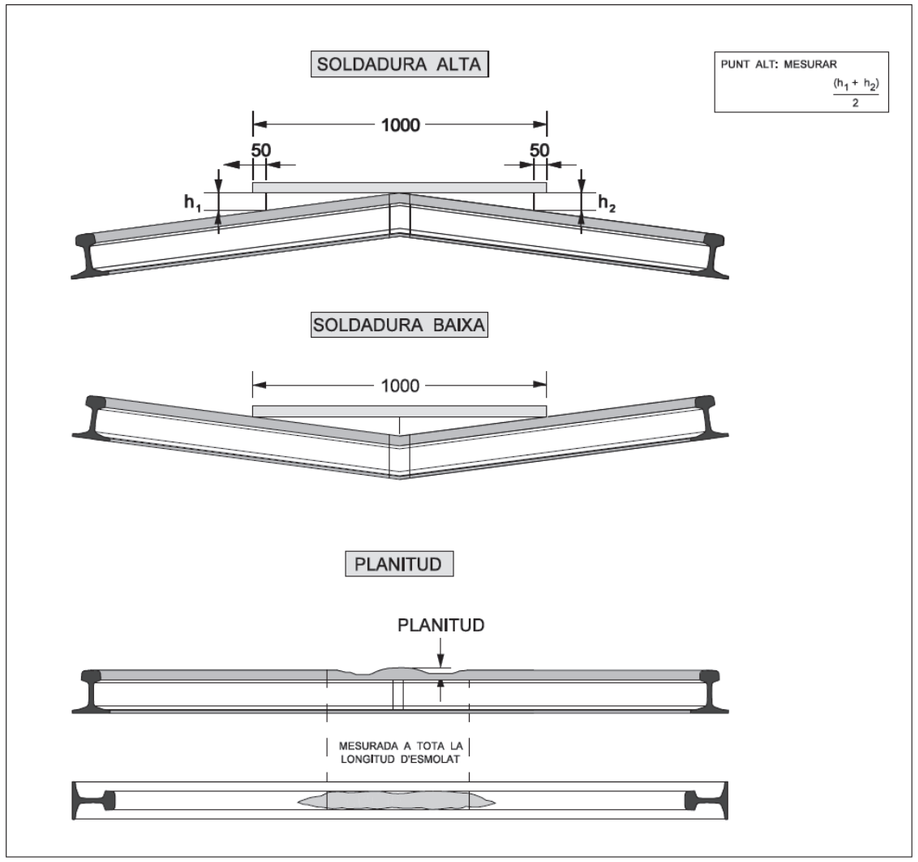
Codi: P.IF.E.001

Revisió: 4

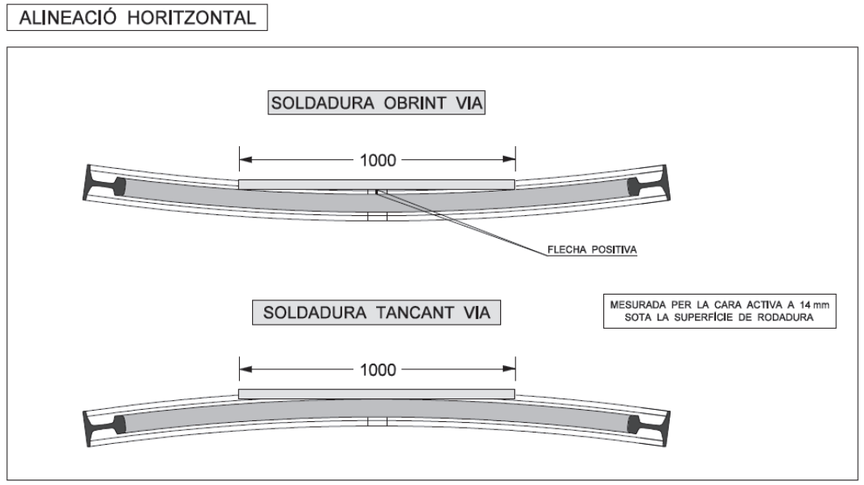
d) Alineació de la soldadura

L'alineació del carril després de l'esmolat final s'ha de mesurar en una longitud de 1000 mm amb la soldadura centrada.

ALINEACIÓ VERTICAL



Es considera longitud d'esmolat aquella que l'esmolat ocupa tota l'amplada del carril



e) Toleràncies permeses a la geometria de la soldadura

La normativa europea UNE-EN 14730-2 defineix les diferents categories de toleràncies descrites a les taules 1 i 2.

Alineació vertical

CATEGORIA		H
ALTA (mm)	Màxim	0,3
	Mínim	0,1
	Planitud	- 0,15
BAIXA (mm)		0
Màx. long. d'esmolat		600

Alineació Horitzontal

CATEGORIA	W
Màxim obrint via	0,3
Màxim tancant via	0
Màx. long. d'esmolat	500

FGC aplicarà aquests valors que són els que pertanyen a la categoria H per a la taula 1 i el de la W per a la taula 2 de la UNE-EN 14730-2. No obstant, les soldadures que sobrepassin aquests valors no seran acceptades fins que s'hagin analitzat individualment per l'inspector de soldadures d'FGC, que donarà la solució mes idònia per a cada situació. En cap cas podran sobrepassar els valors de les categories C per a la taula 1 i Z per a la taula 2 de la UNE-EN 14730-2.

Les eines utilitzades per a la mesura de l'alineació de la soldadura estaran assegurades i calibrades amb el seu certificat corresponent validat per un laboratori homologat.

En el cas de soldadures de 2n ús, l'Inspector de soldadures d'FGC valorarà el desgast propi dels carrils de la unió i utilitzarà el mètode de galgues i regles tradicional per la inspecció de soldadures en aquests casos.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Soldadura aluminotèrmica de carrils en via

Codi: P.IF.E.001

Revisió: 4

7.10. Documentació

La documentació que ha d'entregar el contractista a FGC per tal de validar les soldadures inclourà:

- Traçabilitat de la documentació tal i com s'indica en el punt 6.9 d'aquest document.
- Informes de la inspecció indicats en el 6.8
- Els resultats d'altres assaigs no destructius que s'hagin realitzat segons allò especificat.

Annex 1

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

DATA:

Línia:	Tram:	Pk's

Soldador (nom i cognoms):				
Permís de soldar	A	B	C	Codi de soldador i empresa:

UBICACIÓ					CARACTERÍSTIQUES								EXECUCIÓ			
Núm	PK	Via	Fil		Perfil		Estat carril		Estat subjecció		Estat balast		Cala	Temp carril	Temp. Pre-escalf.	Temps reacció
			D	E	45	54	Nou	2n ús	Bé	Mal	Bé	Mal				

Dades de la soldadura acabada:

Vertical	Dades mesurades			
Núm. soldadura				
Alta (mm)				
Baixa				
Planitud				
Long esmolat				

TOLERÀNCIES:

Vertical		Carril nou	Carril 2n ús
ALTA (mm)	Màxim	0,3	0,3
	Mínim	0,1	0
	Planitud	- 0,15	- 0,15
BAIXA (mm)		0	- 0,15
Màx. d'esmolat		600	600

Horitzontal	Dades mesurades			
Núm. soldadura				
Obrint via				
Tancant via				
Long. d'esmolat				

Horitzontal	Tot tipus de carril
Màxim obrint via	0,3
Màxim tancant via	0,1
Màx. long. d'esmolat	500

Temps de reacció: Segons transcorreguts des de l'inici de la reacció fins l'inici de la caiguda del material del *crisol*.

Nota: Qualsevol anomalia observada a l'estat dels carrils, subjeccions, balast, condicions meteorològiques o altres motius a destacar, s'anotaran a l'apartat d'observacions.

Observacions:

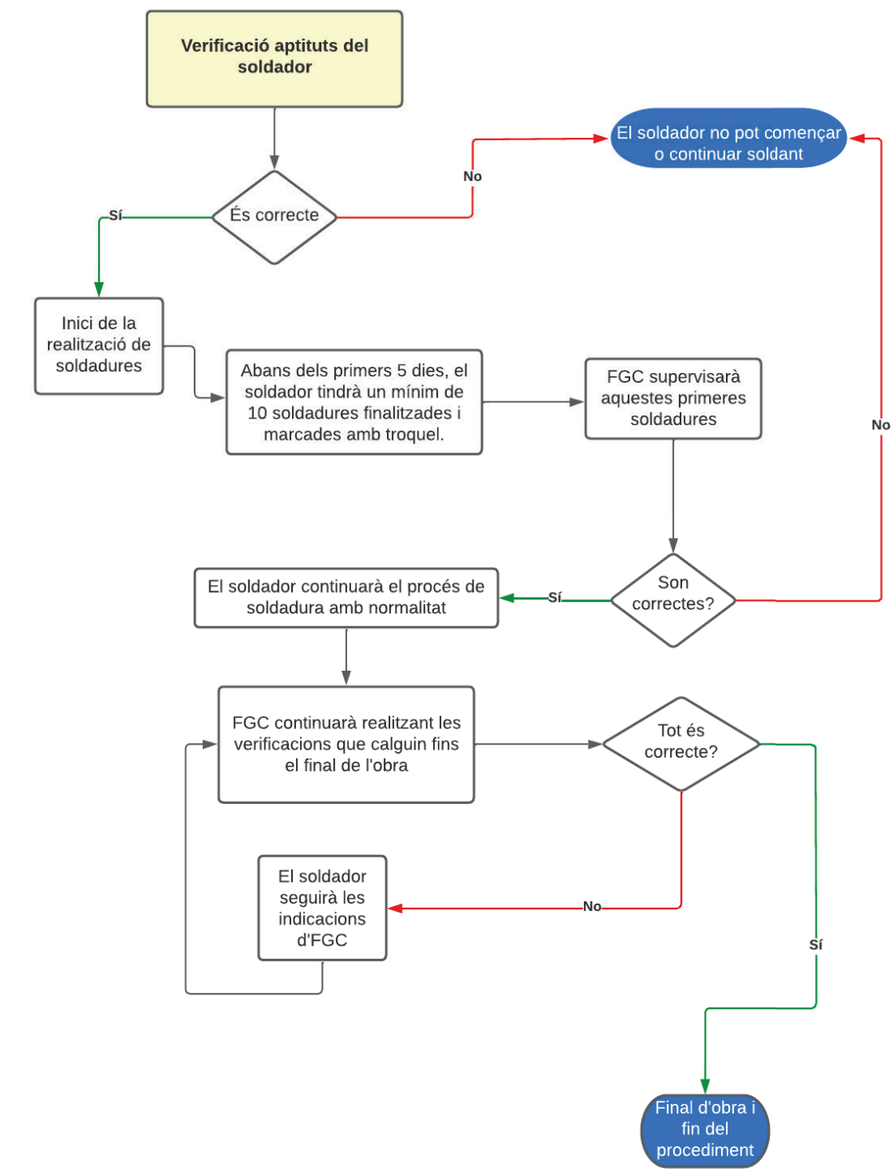
Signatura del soldador:	Segell de l'empresa de soldadura:

Al dors d'aquest full s'enganxaran les etiquetes del lot i data de fabricació dels kit's de soldadura utilitzats.

Annex 2

Tècnica de Via

Diagrama de flux de control de soldadures aluminotèrmiques



FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Neutralització i homogeneïtzació de tensions del carril a la via

Elaborat per:

Tècnic de l'Àrea de Via
Carlos Artero

Revisat per:

Cap de Tècnica i Manteniment de Via
Salvador Galceran

Aprovat per:

Director de Xarxa Ferroviària i Projectes
Pere Mateu

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Neutralització i homogeneïtzació de tensions del carril a la via

Codi: P.IF.E.003

Revisió: 2

Revisió	Motiu del canvi	Data vigor
0	Creació	27 de novembre de 2013
1	Actualització de dades i definició més acurada de alguns treballs	01 abril de 2015
2	Actualització de dades, inclusió del tractament en desviaments i afegir a l'àmbit la línia de Lleida-La Pobla de Segur	Octubre - 2022

Llistat de difusió:
Oficina Tècnico Administrativa de Xarxa Ferroviària i Projectes
Cap de Tècnica i Manteniment de Via
Cap d'Enclavaments
Responsable de Projectes de Via
Responsable de Manteniment de Via
Tècnics de l'Àrea de Tècnica i Manteniment de Via
Tècnics de l'Àrea de Projectes de Via
Tècnics i Supervisors de l'Àrea d'Enclavaments
Supervisors de Manteniment de Via

ÍNDEX

Pàgina

1. Exposició general 4
2. Objecte i àmbit d'aplicació 4
3. Documentació derogada 4
4. Termes i definicions 4
   - 4.1. Temperatura de lliure esforç 4
   - 4.2. Temperatura de neutralització 5
   - 4.3. Neutralitzar un carril 5
   - 4.4. Relació entre la temperatura de lliure esforç i la de neutralització 5
   - 4.5. Via estabilitzada 5
5. Homogeneïtzació de tensions 6
   - 5.1. Operacions en que realitzarem una homogeneïtzació de tensions en comptes d'una neutralització 6
   - 5.2. Procediment 6
6. Operacions a realitzar per a la neutralització de tensions 7
   - 6.1. Longitud a neutralitzar 8
   - 6.2. Punts fixes de la neutralització 9
   - 6.3. Comprovació de la temperatura del carril 9
   - 6.4. Alliberament i homogeneïtzació en la neutralització de tensions 9
   - 6.5. Neutralització de tensions 10
   - 6.6. Neutralització de tensions en desviaments soldables 12
7. Control del treballs i documentació generada 14

Annex 1 – Fitxa de la neutralització de tensions 15

Annex 2 – Taules segons temperatures 16

Annex 3 – Esquema de constitució de punts fixes 19

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Neutralització i homogeneïtzació de tensions del carril a la via

Codi: P.IF.E.003

Revisió: 2

1. EXPOSICIÓ GENERAL

El carril instal·lat en via contínua (amb barra llarga soldada) pateix les variacions de temperatura degudes als canvis estacionals i a les diferents temperatures del mateix dia, això augmenta depenent de la climatologia de la zona on està instal·lada la via, pel que es generen en el seu interior tensions longitudinals de tracció o compressió molt importants, que poden arribar a trencar el carril o deformar-ho.

Per tal d'evitar i/o reduir aquestes situacions, s'ha de realitzar el procés de neutralització de tensions de la via, procés del que es objecte aquesta normativa.

També es podrà realitzar el procés d'homogeneïtzació de tensions dels carril quan l'Àrea de Via així ho requereixi en aquelles situacions específiques on sigui necessària la seva aplicació.

2. OBJECTE I ÀMBIT D'APLICACIÓ

Aquesta norma determina les operacions i requisits necessaris a seguir en les tasques de neutralització de tensions dels carrils en via contínua per a amples de 1000 mm, 1435 mm i 1668 mm en les instal·lacions d'FGC, amb la finalitat d'homogeneïtzar les tensions i reduir els seus valors extrems.

Es tindran en compte els processos de neutralització i homogeneïtzació de tensions longitudinals en el carril.

3. DOCUMENTACIÓ DEROGADA

Amb l'entrada en vigor d'aquesta normativa queda sense efecte qualsevol altre documentació relacionada publicada anteriorment.

4. TERMES I DEFINICIONS

Per a l'àmbit d'aquesta norma, s'apliquen els conceptes i definicions en els termes següents:

4.1. Temperatura de lliure esforç:

Quan un carril instal·lat en via contínua aconsegueix una temperatura elevada, treballa en compressió, i a baixa temperatura a tracció. Hi ha una temperatura intermèdia on la seva tensió longitudinal és zero i es coneix com "temperatura de lliure esforç". També es diu temperatura neutra. Evitarem en principi aquesta denominació per la semblança amb "temperatura de neutralització". Ambdós termes són conceptes diferents que no tenen relació entre si i de vegades són confosos per error.

4.2. Temperatura de neutralització:

Si es coneixen les temperatures extremes, màxima t Màx i mínima t Mín, que experimenta un cupó de carril en anys, en un determinat punt geogràfic, s'anomena temperatura de neutralització a la mitjana de les dues corregida amb un increment de +5ºC. Observeu que la temperatura de neutralització és totalment independent de la instal·lació del carril a la via. Depèn només dels efectes tèrmics que les condicions climatològiques produeixen en la seva temperatura. Aquesta temperatura és la que hauria de ser fixat el carril per reduir el valor màxim de les tensions longitudinals, tant de compressió com de tracció. La seva magnitud en cada punt geogràfic estableix un objectiu important en la instal·lació del carril, des del punt de vista del seu estat tensional.

La temperatura de neutralització és:

$$t = \{(t\ Màx + t\ Mín) / 2\} + 5$$

L'increment de +5ºC redueix els nivells màxims dels esforços de compressió, produïts a altes temperatures, a costa dels de tracció. Va ser incorporat per ser els valors d'aquests últims, motiu de trencaments que són menys perillosos i més fàcils de detectar que els garrots o deformacions provocats per les temperatures elevades.

Després dels estudis de temperatura realitzats l'any 2001 a la línia de Llobregat Anoia es va decidir pujar la temperatura de neutralització a 32ºC a la línia de Llobregat-Anoia.
Per tant, la temperatura de neutralització a FGC queda així definida:

- Línia Barcelona Vallés: 30º
- Línia Llobregat Anoia: 32º
- Cremalleres de Montserrat: 32º
- Cremallera de Núria: 29º
- Línia Lleida . La Pobla de Segur: 29º

4.3. Neutralitzar un carril:

És fixar-lo amb la seva longitud igual a la que obtindria si la seva temperatura hagués estat la de neutralització i, al mateix temps, amb les seves tensions longitudinals distribuïdes homogèniament.

4.4. Relació entre la temperatura de lliure esforç i la de neutralització:

La temperatura de lliure esforç d'un carril depèn de l'estat de la seva instal·lació. La diferència amb la temperatura de neutralització determina el seu estat tensional, aquest serà més elevat a mesura que aquesta diferència sigui major. Per això, i per tal de conèixer la qualitat de la instal·lació del carril en servei des d'un punt de vista tensional, ha de mesurar-se la seva temperatura de lliure esforç i comparar-la amb la temperatura de neutralització de la zona.

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Neutralització i homogeneïtzació de tensions del carril a la via

Codi: P.IF.E.003

Revisió: 2

4.5. Via estabilitzada:

Una via està estabilitzada quan els seus elements obtenen la resistència màxima als esforços externs que tendeixen a deformar-la.
NO ES PODRÀ NEUTRALITZAR TENSIONS ALS CARRILS fins que la via estigui suficientment estabilitzada, i com a mínim s'aconsella que hagin passat 100.000Tn, que depenent de la zona poden ser entre 3 i 10 dies amb el pas de les circulacions normals. S'estudiarà la possibilitat de col·locar una limitació de velocitat temporal en funció del traçat, de la geometria de via, les condicions meteorològiques i les condicions de les circulacions de trens.

5. HOMOGENEÏTZACIÓ DE TENSIONS

L'objectiu de l'homogeneïtzació de tensions és distribuir aquestes uniformement en el tram per tal de reduir els seus valors extrems i eliminar els desequilibris puntuals existents.

Una homogeneïtzació de tensions mai substituirà una neutralització no realitzada. Sempre s'haurà de partir d'una neutralització de la zona ben feta en el seu moment.

5.1. Operacions en que realitzarem una homogeneïtzació de tensions en comptes d'una neutralització:

La homogeneïtzació de tensions ha de realitzar-se en operacions puntuals de manteniment del carril on es modifiqui la distribució original d'aquestes tensions. S'han de tenir en compte les agressions contínues de les circulacions que també alteren significativament aquesta distribució tensional.

L'Àrea de Via de Xarxa Ferroviària estudiarà i definirà cada cas com a únic i valoraran les accions particulars a prendre, com a norma general es realitzarà l'homogeneïtzació almenys en aquests casos:

- En la substitució d'un cupó de carril,
- trams on existeixi la presència repetida d'agressions de la circulació, especialment en frenades i acceleracions, a les estacions i a les proximitats de les senyals,
- En operacions de depuració de balast,
- En treballs de manteniment on es rectifiqui l'alineació o anivellació.
- Substitució de JAE's, sempre que la nova junta s'hagi apilat un mínim de 24h en el mateix tram a implantar.

La homogeneïtzació no ha de afectar a les zones de respiració (finals de via i zones properes als punts fixes com desviaments, p.e.)

5.2. Procediment

L'homogeneïtzació d'un tram de via es realitza afluixant la longitud de via definida, col·locant els rodets sota les travesses i colpejant el carril amb la maça de niló igual que al procés de neutralització. No han de fer-se cap tipus de marques al carril ni realitzar soldadures. El procés ha de garantir el parell de collament correcte de la subjecció.

En el cas de corbes de radi inferior a 500 m, és convenient la col·locació de peces de guiatge alhora que es treuen les subjeccions, per evitar el moviment transversal del carril.

En cas de haver realitzat alguna soldadura, resta prohibit iniciar l'homogeneïtzació de tensions fins que el nivell tèrmic d'aquesta no sigui el mateix que la resta del carril. Aquesta situació es produirà transcorregudes unes 4 hores de la realització de la soldadura.

En trams curts per col·locació de cupons o altres, generalment amb una intervenció de un tram de 100 m. serà suficient, en el cas de col·locació de cupons s'haurà de sumar la distancia del cupó, es a dir, la homogeneïtzació es realitzarà en 50 mts per cada extrem del cupó.

En trams llargs, per motius d'agressions longitudinals del tràfic, en zones de frenada i tracció o per altres motius, es realitzarà utilitzant 2 clavadores de subjeccions treballant simultàniament i mantenint una separació entre 40 mts a 80 mts per rectes i corbes superiors a 500 mts, la distancia serà inferior a 40 mts per a corbes inferiors a 500 mts i prendrem les màximes mesures de seguretat per tal d'evitar que el carril perdi la seva alineació corba i tendeixi a buscar l'alineació recta.

6. OPERACIONS A REALITZAR PER A LA NEUTRALITZACIÓ DE TENSIONS

L'ordre de les tasques a realitzar són:

- Definició de la longitud a neutralitzar (es tindrà en compte les característiques del traçat)
- Constitució dels punts fixes
- Comprovació de la temperatura del carril
- Alliberar i homogeneïtzar les tensions:
  - Tall de carril
  - Afluixar les subjeccions
  - Col·locació dels rodets
  - Colpejar el carril amb la maça de niló
- Neutralitzar tensions
  - Realitzar el marcat de carrils i travesses
  - Dimensionar la cala central
  - Tensar el carril
  - Col·locar les subjeccions al seu parell de collament (*)
  - Soldar les semibarres.

Mentrestant es realitzen aquestes operacions es prendran les dades necessàries per finalment omplir l'Acta de neutralització (annex 1)

(*) Resta terminantment prohibit l'ús de maquinaria clavadora que no disposi de control de parell de collament, cal que es presentin el certificats pertinents.

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Neutralització i homogeneïtzació de tensions del carril a la via

Codi: P.IF.E.003

Revisió: 2

6.1. Longitud a neutralitzar:

La longitud a neutralitzar la definirà l'Àrea de Via, estudiant cada cas com a únic i valorant les accions particulars a prendre tenint en compte les característiques del traçat. Altres dades també a tenir en compte seran:

- La longitud màxima de les semibarres no superarà els 400m en recta i corbes de R> 500m.
- En corbes de R≤500m la longitud de les semibarres estarà compresa entre els 150 i 200m
- La longitud mínima de neutralització mai serà inferior a 150mts per semibarra en tots els casos.

En corbes amb radi menor de 500 m, si es possible, s'ha de neutralitzar per escalfament solar, en altre cas, es convenient utilitzar peces de guiatge per executar l'operació mitjançant tensors. En aquest cas, necessàriament haurà de procedir-se a la neutralització dels fils de forma consecutiva, actuant sobre el segon (immediat) a la conclusió i total ajust de les subjeccions del primer.

No es permès realitzar la neutralització si dins la longitud a neutralitzar tenim zones solejades i zones amb ombra, a no ser que la totalitat d'una d'aquestes zones sigui inferior als 30m.

S'hauran de neutralitzar els dos fils de la via alhora o un immediatament a l'altre, per tal d'evitar desequilibris tensional generats per les variacions tèrmiques al llarg del dia.

La longitud de les semibarres serà sempre simètrica, excepte en aquells casos en que una semibarra tingui el seu final en un punt fix de via (desviaments, aparells de dilatació, JAE's, final de via...).

6.1.1. Via continua

Tant en la construcció de via nova, com quan els treballs de manteniment modifiquin considerablement l'estat tensional del carrils. S'haurà de tenir en compte en els treballs de manteniment que a major diferència entre la temperatura de carril i la de neutralització de la zona, mes gran serà també la alteració tensional produïda.

6.1.2. Túnels

A l'interior del túnels de mes de 60m, normalment no hi ha necessitats de neutralitzar les tensions del carril, encara que sí la homogeneïtzació del mateixos. S'ha de tenir en compte que pel carril instal·lat hi ha una temperatura de lliure esforç que inicialment coincideix amb la que hi havia en el túnel al moment de construir la via. Aquesta temperatura de lliure esforç pot modificar-se per agressions longitudinals causades pel tràfic, molts cops amb diferències importants.

Sempre quedaran EXCLOSOS els primers 30m de dins del túnel per ambdós costats, que s'hauran de neutralitzar com a l'exterior.

6.2. Punts fixes de la neutralització per a neutralitzacions consecutives.

Per a la constitució dels punts fixes es tindrà en compte la figura de l'annex 3.

Per tal d'evitar pèrdues tensional a les zones d'unió es tindrà en compte la zona d'unió amb els dos trams contigus fent una operativa d'encavalcament.

- El tram a neutralitzar es el determinat pels punts **A** i **B** situats sobre travessa.
- A la travessa número **N1**, contada des d' **A** cap a fora del tram, s'afluixarà la subjecció. Aquest serà un dels punts fixes, **PF1**, el mateix es farà des de **B** per obtenir l'altre punt fixa **PF2** .
- Per a assegurar la fixació del carril fora de la barra a neutralitzar han de estar ben collades, com a mínim, un número **N2** de travesses mes enllà dels punts fixes **PF1** i **PF2** i las **N1** compreses entre **A** i **PF1** per un costat, i **B** i **PF2** per l'altre.
- El numero de travesses **N1** i **N2** per a la neutralització amb tensors serà:
  - **N1** = 20
  - **N2** = 60
- Els denominats punts fixes són referències de treball necessàries a la neutralització del carril, amb ells queda determinat el encavalcament dels trams consecutius en les operacions de neutralització.

6.3. Comprovació de la temperatura del carril

La mesura de la temperatura del carril es realitzarà amb els termòmetres homologats per treballs a la via i es seguiran les instruccions indicades pel fabricant.

Es situaran a l'ànima del carril i s'evitarà que rebin directament la radiació solar, tant el termòmetre com la superfície del carril on el col·loquem.

6.4. Alliberament i homogeneïtzació en la neutralització de tensions

Durant el procés de neutralització d'un tram de carril, es necessari, prèviament alliberar les seves tensions longitudinals d'origen tèrmic al llarg del mateix, homogeneïtzant-les al seu valor zero.

Per tal que el carril es relaxi longitudinalment, s'han d'afluixar les subjeccions, col·locar rodets entre el carril i la travessa i colpejar el carril lateralment amb una maça de niló per a eliminar les resistències puntuals. Amb aquestes accions, les tensions s'anul·len en tot el tram, pel que també quedarà homogeneïtzat a un nivell de tensió zero.

6.4.1. Tall del carril

Per a neutralitzar les tensions en barres llargues soldades ja instal·lades, s'ha de tallar el carril, escollint un lloc pròxim a una soldadura, si s'ha d'afegir un cupó de carril, aquest serà superior a 9 m en recta i superior a 12 m per a corbes de radi inferior a 350m segons el punt 6 de la norma FGC "P.IF.E.001 Soldadura aluminotèrmica de carrils en via" . Resta totalment prohibit utilitzar l'extrem d'una JAE per a realitzar la neutralització.

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Neutralització i homogeneïtzació de tensions del carril a la via

Codi: P.IF.E.003

Revisió: 2

6.4.2. Afluixat de les subjeccions

Aquesta operació es realitzarà començant per la cala central avançant cap als punts fixes.
Si el sistema utilitzat per a la neutralització es per escalfament solar, per tal d'evitar errors pels canvis de temperatura, l'operació es realitzarà simultàniament a les quatre semibarres.
Al realitzar aquesta operació en corbes de R<350 m, prendrem les màximes mesures de seguretat per tal d'evitar que el carril perdi la seva alineació corba i tendeixi a buscar l'alineació recta.
En corbes amb contracarril caldrà desmuntar aquest per a realitzar la neutralització.

6.4.3. Col·locació dels rodets

Un cop afluixada tota la subjecció, aixecarem una mica el carril per tal de poder retirar les plaques elàstiques ubicades a la part inferior del carril i col·locarem els rodets entre travessa i carril. Aquests rodets, que es col·locaran cada 15 travesses (uns 9 metres) seran d'acer amb un diàmetre de 18mm i 20 cm de longitud per travesses de formigó i de 14 cm per travesses de fusta.

6.4.4. Colpejat del carril

Començant des del lloc del tall (punt zero de la neutralització) i un cop ja col·locats els rodets, es colpejarà el carril alternativament en ambdós costats en punts separats per 5 travesses. Aquesta operació es farà fins arribar al final del tram i tornant de nou fins l'origen.
La maça utilitzada per a colpejar el carril serà de niló i no inferior a 5 kg, resta totalment prohibit utilitzar acer o ferro per a colpejar el carril.

6.5. Neutralització de tensions

La neutralització del carril és el conjunt d'operacions amb la finalitat fixar-lo i que les seves tensions longitudinals siguin nul·les a la temperatura de neutralització de la zona.

Per això, en condicions meteorològiques en què la temperatura del carril és prou estable i coincideix amb la de neutralització, n'hi hauria prou amb alliberar les seves tensions longitudinals per tall i homogeneïtzar, en el nivell zero de tensió ± 3º, recolzant sobre rodets i colpejant el carril, es conclou finalment amb el parell de collament de les subjeccions recomanat pel fabricant, i la soldadura de les barres.

6.5.1. Marques de control al carril i a les travesses

Alhora que es colpeja el carril i es mesura la seva temperatura, es procedeix a realitzar unes marques transversals cada 50 m. i prenent com a inici els punts A i B (figura de l'annex 2) cap a la cala de la soldadura a realitzar. Es considera la marca 1 (50 mts) la més propera als punts fixes.

Les marques han de ser nítides i visibles per tal de poder controlar cada 50 m. la variació de la longitud del carril respecte la travessa.

Es faran les marques simultàniament al patí i a la travessa i aquestes han de quedar ben visibles.

6.5.2. Dimensionar la cala central

Per a la ubicació de la soldadura de la neutralització, s'intentarà buscar la que tinguem mes centrada respecte a la longitud total, així ens quedaran dos semibarres amb mesures el més assemblades possibles.

Un cop colpejat el carril i mesurada la temperatura, si la temperatura del carril coincideix amb la temperatura de neutralització de la zona, amb la tolerància permesa de ± 3ºC, es tallarà la punta d'una de les semibarres per a obtenir la cala de 25 mm per a la soldadura (si no es col·loca carril nou, s'haurà de deixar les dos puntes de la soldadura sanejades). Es soldarà immediatament i es collaran les subjeccions seguint les indicacions de l'apartat 5.5.4

Si la temperatura de les semibarres es inferior a la de la neutralització, tenint en compte la seva tolerància de ± 3ºC, la dimensió de la cala central es determinarà amb la expressió:

$$C = (10{,}96\ \Delta t \cdot L_T / 1000) + s$$

on:

C = Cala central en mm que hem de tenir abans de tensar les semibarres

$\Delta t = (t_n - t_c)$ Diferència entre la temperatura de neutralització de la zona i la del carril en ºC. Sempre serà positiva, donat que la neutralització només es pot realitzar quan la temperatura del carril es inferior.

L_T = Suma de les longituds de ambdues semibarres en metres.

s = Cala necessària marcada pel fabricant per a realitzar la soldadura (normalment 25mm)

La fórmula $(10{,}96\ \Delta t \cdot L_T / 1000)$ ens dona la dilatació teòrica del conjunt de ambdues semibarres si la temperatura del carril arribés a assolir la fixada per a la neutralització.

Deixant sanejades ambdues puntes de la soldadura, la distancia que deixarem entre les dues semibarres serà la suma de la **C** calculada i la cala central per la soldadura (25mm).

Si la separació real fos més gran que la **C** calculada més la cala central, serà necessari afegir un cupó de carril seguint les indicacions de les normatives vigents FGC-P.IF.E.001 Normativa de soldadura aluminotèrmica de carrils en via i FGC-P IF E 002 norma FGC-Recepció Geometria Via.

6.5.3. Tensar el carril

Procedirem a tensar el carril fins a deixar a la cala central la distancia marcada pel fabricant de la soldadura , aquesta serà la mateixa que em tingut en compte al dimensionar la cala abans del tensat dels carrils.

Un cop acabem de tensar les semibarres procedirem a comprovar que totes les marques que em realitzat cada 50 m. són correctes i que no hi ha res (soldadures o altres) que hagi impedit l'estirament lliure dels carrils.

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Neutralització i homogeneïtzació de tensions del carril a la via

Codi: P.IF.E.003

Revisió: 2

Per a verificar correctament el tensat del carril a cadascuna de les marques, podrem utilitzar les taules ja calculades segons les distancies i les temperatures (annex 3)

6.5.4. Col·locar a les subjeccions el seu parell de collament correcte.

Aquesta operació es podrà realitzar simultàniament amb la soldadura.

- Es retiraran els rodets i es reposaran les plaques retirades, sempre començant des de la cala central cap als punts fixes.
- Començarem a estrènyer les subjeccions a partir de la travessa 30 com a mínim una de cada tres fins arribar als punts fixes.
- Passats 20 minuts d'haver realitzat la soldadura, s'hauran d'estrènyer les subjeccions de les 60 travesses dels costats de la soldadura.
- Un cop estiguin aquestes 60 travesses i com a mínim una de cada 3 en els 30 m. consecutius al seu parell de collament correcte (el marcat pel fabricant), podrem procedir a retirar els tensors sempre i quan hagin transcorregut 30 minuts de la realització de la soldadura.
- Ara ja podem ajustar la resta de subjeccions que encara ens quedin.

Si s'ha recorregut a la utilització de peces de guiatge, les travesses corresponents seran les últimes en rebre l'ajustat de les subjeccions (prèvia retirada de les citades peces de guiatge).

Els tensors no es retiraran fins passats 30 minuts de la soldadura i amb totes les subjeccions fixades.

Si es necessari passar una circulació abans de finalitzar tot el procés, com a mínim s'hauran de haver posicionat bé una de cada 3 travesses de tot el tram.

6.5.5. Soldadura de les semibarres

La soldadura es realitzarà seguint els criteris marcats en la normativa "FGC-P.IF.E.001 Normativa de soldadura aluminotèrmica de carrils en via"

6.6. Neutralització de tensions en desviaments soldables.

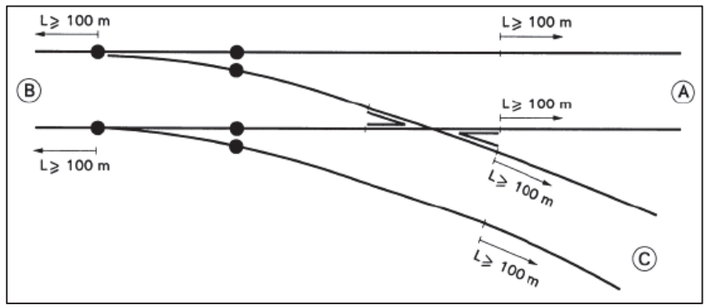
- Els desviaments es consideren elements fixes i la neutralització s'ha de realitzar en les següents zones:
  - La immediatament posterior al taló del creuament
  - La anterior a la junta de la contraagulla

  En aquells desviaments de més de 40 mts s'ha de realitzar una redistribució de les tensions en la zona intermèdia entre el canvi i el creuament.

- Tots els aparells de via (desviaments, aparells de dilatació, encarriladores, juntes aïllants encolades. . .) seran considerats punts fixes i sempre s'hauran de assegurar aquests aparells per tal de que no siguin afectats per la neutralització.

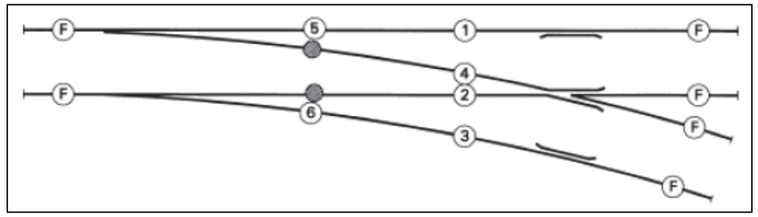
6.6.1. Seqüencia del procés.

Assolida a la zona de treball la temperatura de neutralització es procedeix de la manera següent:



- Es comprova que les juntes de contraagulla es troben a escaire i es materialitzen referències per observar el comportament d'aquest paràmetre.

- Es duen a terme totes les soldadures interiors de l'aparell, seguint l'ordre establert. Es deixaran sense soldar els talons de les agulles.



① Seqüencia de les soldadures

Ⓕ Soldadures finals

Soldadura de les agulles

- Es realitza la soldadura dels 6 punts F (mirar imatge anterior) que uneixen el desviament a la barra llarga.

- Un cop comprovat que tot el desviament es troba apretat correctament, s'inicia el procés de neutralització:

    - S'actua sobre la part posterior de l'aparell, és a dir, la que segueix el taló del creuament per via general.
    - En segon lloc, es procedeix d'igual forma a la part anterior a la junta de la contraagulla.
    - Finalment es repeteix l'operació al taló de la via desviada.

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Neutralització i homogeneïtzació de tensions del carril a la via

Codi: P.IF.E.003

Revisió: 2

- A cadascuna d'aquestes tres fases el tall del carril s'haurà de fer a una distància de 36 metres (en tot cas mai inferior a 18 metres) i procedir simultàniament sobre els dos fils.
- Acabada l'operació caldrà repartir les tensions que hagin pogut quedar entre els talons de les contraagulles i els de l'encreuament, per a la qual cosa s'afluixaran les subjeccions en aquesta zona (inclosos els contracarrils) tornant-les a prémer després de copejar-les amb les maces reglamentàries.

6.6.2. Soldadures i regulació de les agulles

- Finalitzat el procés, es procedeix al calibratge de les agulles ia soldar-ne els talons, calibrant i regulant posteriorment els forrellats (*cerrojos*).

- Durant el muntatge i la soldadura de l'agulla s'han de tenir en compte les consideracions següents:

    - Les agulles s'han de soldar una vegada acabades totes les soldadures interiors del desviament.
    - • No han de variar els elements de protecció del desquadre: forquilla i monyó.
    - • Preveure la contracció de l'agulla durant les operacions de soldadura (uns 2 mm).
    - • Acoblar correctament l'agulla a la contraagulla durant tota l'operació de soldadura.
    - • Col·locar amb precisió l'agulla i la contraagulla; és a dir: una vegada soldada l'agulla, els granets de la contraagulla i la seva agulla quedaran a esquadra. S'admet una tolerància de ±2 mm.

7. CONTROL DEL TREBALLS I DOCUMENTACIÓ GENERADA

7.1. Els treballs de neutralització de tensions estaran sota el control d'un responsable d'FGC, qui vetllarà per a que es compleixin estrictament les tasques a realitzar.

7.2. La fitxa de la neutralització de tensions (annex 1) serà omplerta diàriament pel responsable de l'empresa que faci els treballs i revisada pel Supervisor de grup de via d'FGC responsable dels mateixos qui ho remetrà juntament amb la documentació de les soldadures corresponents segons P.IF.E.001 "Soldadura aluminotèrmica de carrils en via" al Responsable de Via, qui després de revisar-ho i validar-ho, procedirà al seu arxiu.

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

ANNEX 1

DADES DE LA NEUTRALITZACIÓ DE TENSIONS

Data: **Empresa:**

Nom del Soldador: **Troquel:**

Línia: **Tram:** **Del Pk:** **al Pk:** **Via:**

Costat:		Marca de comprovació	**Costat:**	
Mesura calculada	Mesura llegida		Mesura calculada	Mesura llegida

Fil dret: ☐
Fil esquerra: ☐

Tª actual :

Tª neutralització:

BV: 30º

LA: 32º

Cremallera de Montserrat: 32º

Cremallera de Núria: 29º

Lleida - La Pobla: 29º

Diferencia Tª :

Longitud semi-barres:
Tall : + **25** mm =

Agent que realitza l'informe de la neutralització de tensions :

Observacions:

Signatura i Vist i Plau del Tècnic d'FGC responsable dels treballs:

ANNEX 2

Valors de C en mm

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Diferència de temperatura entre la temperatura de neutralització i la del carril	Longitud de las semibarras en metres																								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500															
1	0,5	1,1	1,6	2,2	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5															
2	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11,0															
3	1,6	3,3	4,9	6,6	8,2	9,9	11,5	13,2	14,8	16,4															
4	2,2	4,4	6,6	8,8	11,0	13,2	15,3	17,5	19,7	21,9															
5	2,7	5,5	8,2	11,0	13,7	16,4	19,2	21,9	24,7	27,4															
6	3,3	6,6	9,9	13,2	16,4	19,7	23,0	26,3	29,6	32,9															
7	3,8	7,7	11,5	15,3	19,2	23,0	26,9	30,7	34,5	38,4															
8	4,4	8,8	13,2	17,5	21,9	26,3	30,7	35,1	39,5	43,8															
9	4,9	9,9	14,8	19,7	24,7	29,6	34,5	39,5	44,4	49,3															
10	5,5	11,0	16,4	21,9	27,4	32,9	38,4	43,8	49,3	54,8															
11	6,0	12,1	18,1	24,1	30,1	36,2	42,2	48,2	54,3	60,3															
12	6,6	13,2	19,7	26,3	32,9	39,5	46,0	52,6	59,2	65,8															
13	7,1	14,2	21,4	28,5	35,6	42,7	49,9	57,0	64,1	71,2															
14	7,7	15,3	23,0	30,7	38,4	46,0	53,7	61,4	69,0	76,7															
15	8,2	16,4	24,7	32,9	41,1	49,3	57,5	65,8	74,0	82,2															
16	8,8	17,5	26,3	35,1	43,8	52,6	61,4	70,1	78,9	87,7															
17	9,3	18,6	27,9	37,3	46,6	55,9	65,2	74,5	83,8	93,2															
18	9,9	19,7	29,6	39,5	49,3	59,2	69,0	78,9	88,8	98,6															
19	10,4	20,8	31,2	41,6	52,1	62,5	72,9	83,3	93,7	104,1															
20	11,0	21,9	32,9	43,8	54,8	65,8	76,7	87,7	98,6	109,6															
21	11,5	23,0	34,5	46,0	57,5	69,0	80,6	92,1	103,6	115,1															
22	12,1	24,1	36,2	48,2	60,3	72,3	84,4	96,4	108,5	120,6															
23	12,6	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6	88,2	100,8	113,4	126,0															
24	13,2	26,3	39,5	52,6	65,8	78,9	92,1	105,2	118,4	131,5															
25	13,7	27,4	41,1	54,8	68,5	82,2	95,9	109,6	123,3	137,0															
26	14,2	28,5	42,7	57,0	71,2	85,5	99,7	114,0	128,2	142,5															
27	14,8	29,6	44,4	59,2	74,0	88,8	103,6	118,4	133,2	148,0															
28	15,3	30,7	46,0	61,4	76,7	92,1	107,4	122,8	138,1	153,4															
29	15,9	31,8	47,7	63,6	79,5	95,4	111,2	127,1	143,0	158,9															
30	16,4	32,9	49,3	65,8	82,2	98,6	115,1	131,5	148,0	164,4															
31	17,0	34,0	51,0	68,0	84,9	101,9	118,9	135,9	152,9	169,9															
32	17,5	35,1	52,6	70,1	87,7	105,2	122,8	140,3	157,8	175,4															

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Valors de C en mm

ANNEX 2

Diferència de temperatura entre la temperatura de neutralització i la del carril	Longitud de las semibarras en metres																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
4	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
5	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4
6	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6
7	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9
8	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
10	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
11	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0
12	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3
13	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,3	3,4	3,6
14	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8
15	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5	3,6	3,8	3,9	4,1
16	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4
17	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7
18	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9
19	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
20	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,3	5,5
21	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7	3,9	4,1	4,4	4,6	4,8	5,1	5,3	5,5	5,8
22	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,1	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,5	5,8	6,0
23	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,3	5,5	5,8	6,0	6,3
24	0,3	0,5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,5	4,7	5,0	5,3	5,5	5,8	6,0	6,3	6,6
25	0,3	0,5	0,8	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	4,7	4,9	5,2	5,5	5,8	6,0	6,3	6,6	6,9
26	0,3	0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0	6,3	6,6	6,8	7,1
27	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4
28	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	6,8	7,1	7,4	7,7
29	0,3	0,6	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	7,9
30	0,3	0,7	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	4,9	5,3	5,6	5,9	6,2	6,6	6,9	7,2	7,6	7,9	8,2
31	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,4	5,8	6,1	6,5	6,8	7,1	7,5	7,8	8,2	8,5
32	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3	5,6	6,0	6,3	6,7	7,0	7,4	7,7	8,1	8,4	8,8

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Valors de C en mm

ANNEX 2

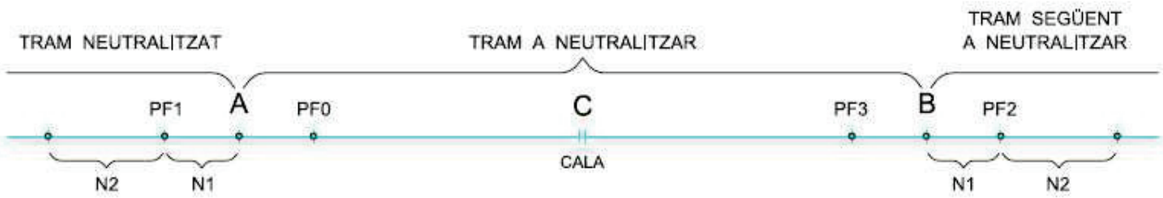
Diferència de temperatura entre la temperatura de neutralització i la del carril	Longitud de las semibarras en metres																								
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
3	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6
4	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2
5	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7
6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3
7	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	3,7	3,8	3,8
8	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4
9	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9
10	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,2	5,3	5,4	5,5
11	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,7	5,8	5,9	6,0
12	3,4	3,6	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,3	4,5	4,6	4,7	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,7	5,8	5,9	6,0	6,2	6,3	6,4	6,6
13	3,7	3,8	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,3	5,4	5,6	5,7	5,8	6,0	6,1	6,3	6,4	6,6	6,7	6,8	7,0	7,1
14	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8	4,9	5,1	5,2	5,4	5,5	5,7	5,8	6,0	6,1	6,3	6,4	6,6	6,8	6,9	7,1	7,2	7,4	7,5	7,7
15	4,3	4,4	4,6	4,8	4,9	5,1	5,3	5,4	5,6	5,8	5,9	6,1	6,2	6,4	6,6	6,7	6,9	7,1	7,2	7,4	7,6	7,7	7,9	8,1	8,2
16	4,6	4,7	4,9	5,1	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1	6,3	6,5	6,7	6,8	7,0	7,2	7,4	7,5	7,7	7,9	8,1	8,2	8,4	8,6	8,8
17	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	8,9	9,1	9,3
18	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,3	9,5	9,7	9,9
19	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,7	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2	10,4
20	5,7	5,9	6,1	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,9	10,1	10,3	10,5	10,7	11,0
21	6,0	6,2	6,4	6,7	6,9	7,1	7,4	7,6	7,8	8,1	8,3	8,5	8,7	9,0	9,2	9,4	9,7	9,9	10,1	10,4	10,6	10,8	11,0	11,3	11,5
22	6,3	6,5	6,8	7,0	7,2	7,5	7,7	8,0	8,2	8,4	8,7	8,9	9,2	9,4	9,6	9,9	10,1	10,4	10,6	10,9	11,1	11,3	11,6	11,8	12,1
23	6,6	6,8	7,1	7,3	7,6	7,8	8,1	8,3	8,6	8,8	9,1	9,3	9,6	9,8	10,1	10,3	10,6	10,8	11,1	11,3	11,6	11,8	12,1	12,4	12,6
24	6,8	7,1	7,4	7,6	7,9	8,2	8,4	8,7	8,9	9,2	9,5	9,7	10,0	10,3	10,5	10,8	11,0	11,3	11,6	11,8	12,1	12,4	12,6	12,9	13,2
25	7,1	7,4	7,7	7,9	8,2	8,5	8,8	9,0	9,3	9,6	9,9	10,1	10,4	10,7	11,0	11,2	11,5	11,8	12,1	12,3	12,6	12,9	13,2	13,4	13,7
26	7,4	7,7	8,0	8,3	8,5	8,8	9,1	9,4	9,7	10,0	10,3	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	12,0	12,3	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0	14,2
27	7,7	8,0	8,3	8,6	8,9	9,2	9,5	9,8	10,1	10,4	10,7	10,9	11,2	11,5	11,8	12,1	12,4	12,7	13,0	13,3	13,6	13,9	14,2	14,5	14,8
28	8,0	8,3	8,6	8,9	9,2	9,5	9,8	10,1	10,4	10,7	11,0	11,4	11,7	12,0	12,3	12,6	12,9	13,2	13,5	13,8	14,1	14,4	14,7	15,0	15,3
29	8,3	8,6	8,9	9,2	9,5	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,4	11,8	12,1	12,4	12,7	13,0	13,3	13,7	14,0	14,3	14,6	14,9	15,3	15,6	15,9
30	8,5	8,9	9,2	9,5	9,9	10,2	10,5	10,9	11,2	11,5	11,8	12,2	12,5	12,8	13,2	13,5	13,8	14,1	14,5	14,8	15,1	15,5	15,8	16,1	16,4
31	8,8	9,2	9,5	9,9	10,2	10,5	10,9	11,2	11,6	11,9	12,2	12,6	12,9	13,3	13,6	13,9	14,3	14,6	14,9	15,3	15,6	16,0	16,3	16,6	17,0
32	9,1	9,5	9,8	10,2	10,5	10,9	11,2	11,6	11,9	12,3	12,6	13,0	13,3	13,7	14,0	14,4	14,7	15,1	15,4	15,8	16,1	16,5	16,8	17,2	17,5

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

ANNEX 3

NEUTRALITZACIÓ DE TENSIONS

CONSTITUCIÓ DELS PUNTS FIXES



PF0 : PUNT FIX DEL TRAM PRECEDENT
PF1 I PF2 : PUNTS FIXOS DEL TRAM A NEUTRALITZAR
PF3 : PUNT FIX DEL TRAM SEGÜENT A NEUTRALITZAR

NEUTRALITZACIÓ	NÚM. DE TRAVESSES	
	N1	N2
PER TENSORS	20	60
PER ESCALFAMENT SOLAR	10	30

TENSAT : MARQUES DE COMPROVACIÓ

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Àrea de Manteniment

Títol: Tasques diàries en renovacions abans de donar la via

Codi: M.MI.P.017

Revisió: 00

Títol: Tasques diàries en renovacions abans de donar la via

Elaborat per:

Manteniment VIA

Revisat per:

Responsable VIA
Josep Francesc Marin

Responsable SENYALITZACIÓ
José Maria Cuesta

Responsable SUBESTACIONS I ELECTRIFICACIO
Batolome Hernández

Responsable DEPENDENCIES
Pere Rebollo

Aprovat per:

Director de Manteniment
Marc Serra i Arnau

Cap Infraestructures
Jordi Oliva i Buenaventura

Cap OTA Manteniment
Constantino Quiroga i Santín

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Títol: Tasques diàries en renovacions abans de donar la via

Codi: M.MI.P.017

Revisió: 00

Revisió	Motiu del canvi	Data vigor
00	Creació	02/10/2012

Llistat de difusió:

Director de Manteniment
Cap Subministrament i Contractació
Cap Informatica
Cap de Manteniment de Trens i Equipaments
Cap de Manteniment de de Infraestructures
Cap OTA Manteniment
Cap OTA d'Operacions
Rble. Dipòsit Rubí
Rble. Taller Central de Rubí

Í NDEX GENERAL

1.- Objecte/Antecedents ..... -4-

2.- Àmbit d'aplicació ..... -4-

3.- Documents de referència ..... -4-

4.- Desenvolupament -4-

5.- Responsabilitats ..... -5-

6.- Arxiu de Documentació ..... -5-

7.- Annexa ..... -5-

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Títol: Tasques diàries en renovacions abans de donar la via

Codi: M.MI.P.017

Revisió: 00

1.- Objecte/Antecedents

El present procediment te per objecta definir els criteris a aplicar i les sistemàtiques de treball que regularan els treballs de renovació de via, abans de donar la via pel servei de trens.
Aquest procediment es complementari els ja existents a l'àrea de manteniment, que regulen tots els processos en relació amb els treballs a la via

Donar les eines necessàries al personal de FGC per gestionar el bon funcionament.

2.- Àmbit d'aplicació

El present procediment es refereix, a tots els treballs de renovació, de la superestructura de via, que es realitzi en qualsevol de les línies explotades per FGC. (Xarxa Principal, Cremalleres de Núria, Montserrat, funiculars, Tren del ciment, línea de Lleida La Poble de Segur)

En tant que aquesta definició es responsabilitat primària de les àrees de manteniment, el àmbit d'aplicació d'aquest procediment resta circumscrit, per tant, a aquestes àrees, manteniment via, senyalització, dependencies, subestacions i electrificació

El present document afecta a la xarxa principal, ramals industrials, cremalleres de Núria, Montserrat, funiculars, tren del ciment, línea de Lleida La Poble de Segur.

3.- Documents de referència

- Llistat d'un quadre de mesures del tram renovació, abans (inici)i després (final), en aquest quadre ha de figurar el PQ, ample de via, peralt i guerxament, cada metre. Veure annexa.

4.- Desenvolupament

En la confecció del quadre es diferenciaran dues zona:
Zona amb corba + clotoide:
Abans de donar la via es procedirà al batonat mecànic, (Batonadora,o Vaiacar amb grup de bateig).
Finalitzat el batonat, es prendran mesures amb la regla de peralt, cada metre, del peralt i del ampla, fen el càlcul del guerxament, o amb enregistradora del mateixos paràmetres, enviant la informació diàriament al responsable de l'obra.

Zona amb recta

Abans de donar la via es procedirà al batonat mecànic, (Batonadora,o Vaiacar amb grup de bateig).
Finalitzat el batonat, es prendran mesures amb la regla de peralt, cada metre, o amb enregistradora del mateixos paràmetres, enviant la informació diàriament al responsable de l'obra.

5.5 RESPONSABILITATS.

El responsable dels treballs es responsabilitza del enviament per correu (email),el quadre de mesures diàriament a primera hora del mati quan es doni la via d'alta per la circulació de trens

6 ARXIU DE DOCUMENTACIÓ.

Tota la informació referent els quadres de mesures de les renovacions, s'ha de arxivar juntament a tota la informació de l'obra en el dossier de la mateixa. Per tal de tenir-ho tot controlat.

6.1 ANNEXA DOCUMENTACIÓ.

QUADRE DE MESURES I TOLERENCIES MAXIMES

Data:		Alineació:					
Tipus d'anivellament		Abans inici treball			Després final tgreball		
PQ Inici		Ample de via	Peralt	Guerxament	Ample de via	Peralt	Guerxament
punt 1	PQ						
punt 2	PQ						
punt 3	PQ						
punt 4	PQ						
punt 5	PQ						
punt 6	PQ						
punt 7	PQ						
punt 8	PQ						
punt 9	PQ						

TOLERENCIES MAXIMES	
Ample de via	tancant via -8 mm
	obrint via +25 mm
Guerxament	16 mm

nistrativo Único para los supuestos de la importación y/o entrada de mercancías en la Península y Baleares, así como para la entrada de las expediciones en Puertos Francos, Depósitos y Almacenes bajo el control de las Aduanas, y para la exportación y/o salida de mercancías del territorio nacional, respectivamente.

El Código Aduanero Comunitario en su artículo 62 exige que las declaraciones presentadas por escrito se cumplimenten en un modelo oficial. Este modelo, el Documento Único Administrativo, se recoge y desarrolla en el Reglamento (CE) n.º 2454/93 de la Comisión por el que se fijan determinadas disposiciones de aplicación del Código, en el Título VII, Capítulo 1.º y en los Anexos 36, 37 y 38. De acuerdo con el artículo 205 de este último texto legal, el Documento Único Administrativo deberá utilizarse para «realizar por escrito la declaración en aduana de mercancías, según el procedimiento normal, para incluirlas en un régimen aduanero o para reexportarlas». Esta misma normativa contempla la sustitución de esta declaración en el impreso DUA por su confección y presentación por procedimientos informáticos.

El Reglamento CEE n.º 2286/2003 de la Comisión por el que se modifica el Reglamento 2454/93, ya citado, aprueba una profunda modificación de estas instrucciones comunitarias que nos obliga a adaptar nuestras instrucciones y programas informáticos. La finalidad de este cambio normativo es conseguir la armonización en el uso de este documento por todos los Estados miembros, de forma que la declaración realizada en uno de ellos sea entendible por todas las Administraciones y, al mismo tiempo, facilitar a los operadores el presentar declaraciones en cualquier Estado. Esta armonización facilitará la implantación de procedimientos basados en programas informáticos comunes para toda la UE.

Las consecuencias que estas modificaciones tienen no solamente para la confección de las declaraciones sino, también, para las aplicaciones de gestión de las mismas y para las bases de datos, consultas, etc., hacen aconsejable su introducción de forma paulatina, procurando el menor impacto posible tanto para los operadores como para las Aduanas. Es por ello que se actualizan los capítulos de importación y de exportación (capítulos 2.º y 3.º), respecto de los cuales se va a dejar un período de convivencia de las declaraciones antiguas y nuevas, y se retrasa la actualización de las declaraciones de tránsito y de vinculación a depósito (capítulos 4.º y 5.º).

Por otra parte, la implantación de una nueva aplicación informática comunitaria para el control de las salidas indirectas en exportación (ECS) hace necesario introducir modificaciones en el capítulo 6.º, relativas a los mensajes que deben intercambiarse operadores y Aduanas en relación con esta aplicación.

Motivado también por la implantación de la aplicación ECS, se suprime la posibilidad de presentar declaraciones conjuntas de exportación y tránsito.

Para la localización de todos estos cambios se incluye, en esta misma Resolución, una relación con las modificaciones efectuadas. Asimismo, en la página web de la Agencia Estatal de Administración Tributaria podrá accederse a tablas de correlación entre las codificaciones anteriores y las nuevas.

Por todo lo anterior, a fin de recoger los cambios en la normativa comunitaria y adecuar estas instrucciones a las nuevas necesidades, se aprueba la presente Resolución:

Primero.–Se aprueban las Instrucciones para la formalización del Documento Único Administrativo (DUA) que se adjuntan como anexo.

Segundo.–Queda derogada la Resolución del Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales de 15 de diciembre de 2003 y todas aquellas instrucciones de igual o inferior rango incompatibles con las contenidas en la presente Resolución.

Tercero.–La presente Resolución será de aplicación a partir de 1 de mayo de 2006. No obstante, hasta el 21 de junio de 2006, se aceptarán declaraciones de importación y exportación cumplimentadas de acuerdo con las instrucciones vigentes hasta el 30 de abril del año en curso.

Madrid, 10 de abril de 2006.–El Director, Nicolás Bonilla Penvela.

(En suplemento aparte se publica el anexo correspondiente.)

MINISTERIO DE FOMENTO

7735 *ORDEN FOM/1269/2006, de 17 de abril, por la que se aprueban los Capítulos: 6.–Balasto y 7.–Subbalasto del pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF).*

La evolución tecnológica en la construcción de infraestructuras para el transporte ferroviario, materializada en los trazados de alta velocidad, junto con las nuevas exigencias de seguridad, calidad, confort e interoperabilidad, así como la necesidad de aprovechamiento y de reutilización de los materiales utilizados en su ejecución, tendente al ahorro de recursos naturales y a la minimización de los impactos ambientales, aconsejan fijar las condiciones que deben cumplir los materiales habitualmente empleados en la construcción de este tipo de infraestructuras.

Entre los materiales más característicos empleados en las infraestructuras ferroviarias, cabe destacar el balasto y el subbalasto, dada su función transmisora de las cargas desde la vía hasta el terreno, para los que resulta necesario establecer, en orden a satisfacer las exigencias anteriormente citadas, las especificaciones técnicas que deben cumplir para su empleo en dichas infraestructuras.

El objeto de esta Orden es establecer especificaciones técnicas relativas al balasto y subbalasto y, adicionalmente, los criterios a seguir para la medición y abono de las correspondientes unidades de obra.

Esta Orden ha sido sometida a los trámites establecidos en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y de reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, y en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, modificada por la Directiva 98/48/CE, de 20 de julio de 1998.

En su virtud, y de conformidad con lo establecido en el artículo 15 del Reglamento de la Ley del Sector Ferroviario, aprobado por Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, dispongo:

Artículo 1. *Aprobación de los Capítulos 6.–Balasto y 7.–Subbalasto del Pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios.*

Se aprueban los Capítulos 6.–Balasto y 7.–Subbalasto del Pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF), que se insertan a continuación.

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.*

El contenido de los Capítulos 6 y 7 del Pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF), será de aplicación en el proyecto, construcción y mantenimiento de infraestructuras ferroviarias integradas en la Red Ferroviaria de Interés General.

Disposición transitoria única. *Aplicación a proyectos y obras.*

Lo dispuesto en esta Orden no será de aplicación a:

1. Los proyectos de nueva construcción de infraestructuras ferroviarias o de acondicionamiento de las existentes, cuya correspondiente orden de estudio se hubiese dictado con anterioridad a la entrada en vigor de esta Orden.
2. Las obras que se realicen en desarrollo de los proyectos a los que se refiere el punto anterior.

Disposición final única. *Entrada en vigor.*

Esta Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial del Estado.

Madrid, 17 de abril de 2006.

ÁLVAREZ ARZA

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES FERROVIARIOS

PF-6.–BALASTO

1. *Objeto*

El objeto de este Pliego es definir las características técnicas del balasto a utilizar como capa soporte de vías férreas, así como los controles de calidad a los que debe ser sometido previamente a su puesta en obra. Todo ello, sin perjuicio de lo dispuesto en los Reales Decretos 354/2006, de 29 de marzo, y 355/2006, de 29 de marzo, por los que se transpone la Directiva 2004/50/CE, de 29 de abril de 2004, que modifica las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE relativas a la interoperabilidad de los sistemas ferroviarios transeuropeos de alta velocidad y convencional, respectivamente.

Este Capítulo fija una serie de aspectos, en concreto:

Los requisitos geométricos y físicos a exigir, dentro de los que aparecen como opcionales en la norma UNE-EN 13450:2003, así como el tipo de ensayo para su determinación.

Para cada requisito geométrico o físico, los valores o las «categorías» asociadas a cada aplicación ferroviaria.

El sistema para la evaluación de la conformidad exigido para el marcado CE, será el sistema 2+.

Sólo podrá utilizarse balasto legalmente comercializado en estados miembros de la Unión Europea, que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo o en Turquía, y estará sujeto a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre (modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE modificada por la Directiva 93/68/CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, los productos estarán a lo dispuesto en el artículo 9 del citado Real Decreto.

En aplicación de dichas disposiciones, los áridos para balasto deberán estar en posesión del marcado CE. Por ello, deberán disponer del correspondiente certificado de control de producción «CE», expedido por un organismo notificado, conforme con los términos establecidos en el Anejo ZA de la UNE-EN 13450:2003. Además, el fabricante deberá elaborar una declaración de conformidad «CE» en los términos indicados también en el citado Anejo.

2. *Características del balasto*

2.1 Origen y naturaleza.–El balasto deberá proceder de:

Extracción de rocas de cantera, seguida de machaqueo, cribado y clasificación, con o sin posterior tratamiento industrial que implique una modificación térmica o de otro tipo.

Reutilización de balasto procedente de obras ferroviarias. En este caso se comprobará, según Norma UNE-EN-933-5:1999, que el 100% de las partículas retenidas por el tamiz 22,4 son de las denominadas «totalmente trituradas».

Las rocas para extracción del balasto serán de naturaleza silícea y, preferentemente, de origen ígneo o metamórfico. Por tanto no se admitirán las de naturaleza caliza ni dolomítica.

El balasto no podrá contener fragmentos de: madera, materia orgánica, metales, plásticos, rocas alterables, ni de materiales tixotrópicos, expansivos, solubles, putrescibles, combustibles ni polucionantes (desechos industriales).

2.2 Granulometría.–El balasto es un material cuya granulometría esta casi totalmente integrada dentro del tipo que se denomina grava gruesa.

Para todo tipo de líneas y condiciones de explotación ferroviaria, la curva granulométrica del balasto, determinada según Norma UNE-EN 933-1:1998, se ajustará al siguiente huso granulométrico, representado en la figura 1 del Anejo 2:

Curva granulométrica del balasto

Tamiz	Porcentaje que pasa (en peso)
63	100
50	70-99
40	30-65
31,5	1-25
22,4	0-3 (para recepción de lotes situados en el centro de producción). 0-5 (para recepción de lotes situados en obra o acopio intermedio).

Además la suma de los retenidos parciales de los tamices 40 y 31,5, (o sea la fracción de material menor de 50 y mayor de 31,5), en peso, será ≥ 50%.

Este huso se corresponde con la categoría «A» de la Norma UNE-EN 13450:2003.

2.3 Partículas finas.–El ensayo para su determinación se realizará según la Norma UNE-EN 933-1:1998, mediante tamizado en vía seca. Se exceptúan los casos indicados en el apartado siguiente, 2.4, en los que el ensayo se hará por vía húmeda.

Para todo tipo de líneas y condiciones de explotación ferroviaria, se exigirán los siguientes valores:

Lugar de recepción del lote de balasto	Porcentaje del peso total de la muestra que pasa por el tamiz 0,50
En el centro de producción	≤ 0,6%
En obra o acopio intermedio	≤ 1%

La exigencia para el Centro de producción se corresponde con la categoría «A» de la Norma UNE-EN 13450:2003.

2.4 Finos.–El ensayo para su determinación se realizará según la Norma UNE-EN 933-1:1998, mediante tamizado en vía húmeda, en los casos siguientes:

1. Cuando se observen claros síntomas de contaminación por finos (adherencias de polvo húmedo, barro, arcillas, etc.) en las piedras de balasto.
2. Cuando lo juzgue necesario el Director de obra.
3. Cuando el ensayo de determinación de partículas finas refleje un contenido de éstas superior al 0,6% del peso total de la muestra tamizada en vía seca.

En los dos primeros casos, se realizará directamente el tamizado en vía húmeda, reflejando los dos valores (partículas finas y finos), por lo que no será necesario realizar el tamizado por vía seca. En el tercer caso, se realizará el ensayo de finos a continuación del ensayo de partículas finas, complementando el mismo con las operaciones pertinentes.

Para todo tipo de líneas y condiciones de explotación ferroviaria, se exigirán los siguientes valores:

Lugar de recepción del lote de balasto	Porcentaje del peso total de la muestra que pasa por el tamiz 0,063
En el centro de producción	≤ 0,5%
En obra o acopio intermedio	≤ 0,7%

La exigencia para el Centro de producción se corresponde con la categoría «A» de la Norma UNE-EN 13450:2003.

2.5 Índice de forma.–El ensayo para su determinación se realizará según Norma UNE-EN 933-4:2000, utilizando un pie de rey de tipo peine móvil y tomando como muestra, únicamente, el material retenido por el tamiz 22,4.

Para todo tipo de líneas y condiciones de explotación ferroviaria, el porcentaje en peso de elementos no cúbicos con respecto al total retenido por el tamiz 22,4 será ≤ 10%.

Se corresponde con la categoría IF_{10} de la Norma UNE-EN 13450:2003.

2.6 Longitud de las piedras.–El ensayo se realizará midiendo con calibres o galgas apropiados, sobre una muestra de balasto superior a 40 kg.

Para todo tipo de líneas y condiciones de explotación ferroviaria, el porcentaje de piedras cuya longitud máxima sea superior a 100 mm será ≤ 4%.

Se corresponde con la categoría «A» de la Norma UNE-EN 13450:2003.

2.7 Resistencia al desgaste-fragmentación.–Se determinará mediante el ensayo de resistencia al desgaste de Los Ángeles, según la Norma UNE-EN 1097-2:1999, con las condiciones especificadas en el Anejo C de la Norma UNE-EN 13450:2003.

En función del tipo de línea y de sus condiciones de explotación, se exigirán los coeficientes de desgaste de Los Ángeles (CLA) siguientes:

Ancho de vía (mm)	Velocidad máxima de la línea (km/h)	Tipo de línea (ver figura 2 del Anejo 2)	CLA	Tipo de balasto	Categorías de la Norma UNE-EN 13450:2003
≥ 1435	≥ 200	AVE, A o B	≤ 14%	Tipo 1.	$LA_{RB}14$
≥ 1435	< 200	AVE, A o B	≤ 16%	Tipo 2.	$LA_{RB}16$
≥ 1435	–	C (*)	≤ 20%	Tipo 3.	$LA_{RB}20$
< 1435	–	–			

(*) Son líneas secundarias y de poco tráfico, que generalmente no superan las 8 circulaciones/día.

Para usos especiales, convenientemente justificados en el Proyecto, se podrá exigir un CLA ≤ 12% ($LA_{RB}12$).

Si una muestra de balasto está constituida por una mezcla de elementos con diferente resistencia al desgaste, el ensayo de Los Ángeles puede proporcionar valores intermedios que cumplan los requisitos anteriores, si bien el comportamiento en vía sería deficiente.

Por tanto, si de la observación visual en cinta, acopios, silos o tolvas se apreciara la existencia de partículas meteorizadas o blandas (CLA mayor del límite requerido), en un porcentaje estimado superior al 5% del total, se procederá de la siguiente forma:

Se tomarán, según lo establecido en las Normas UNE-EN 932-1:1997, Parte 1, UNE-EN-932-2:1999, y en los Anexos A y B de la Norma UNE-EN 13450:2003, el número de muestras necesarias para que una vez pasadas por los tamices de 50, 40 y 31,5, se obtenga un mínimo de 100 kg de material retenido en el tamiz 31,5 y otros 100 kg en el de 40.

Se selecciona visualmente, de cada una de estas fracciones de 100 kg, las piedras más meteorizadas o blandas, hasta conseguir el 5% de cada fracción (≈5 kg ± 50 g). Con el conjunto de las dos fracciones (≈10 kg) se realizará el correspondiente ensayo de desgaste de Los Ángeles.

El CLA obtenido deberá cumplir la limitación correspondiente al tipo de balasto requerido, en cuyo caso el balasto analizado se entenderá homogéneo y será aceptado. En caso contrario el balasto será rechazado.

2.8 Resistencia a la meteorización por la acción de la helada.–Cuando se disponga de un registro de datos que avale el comportamiento satisfactorio de un árido de balasto bajo condiciones metereológicas similares a las de uso, se considerará que ese árido es aceptable. En caso contrario se realizarán los siguientes ensayos:

a) Análisis petrográfico.–El ensayo se realizará según la Norma UNE-EN 932-3:1997.

Este análisis permite detectar la presencia de piedras de elevada absorción, susceptibles de sufrir daño por acción del hielo-deshielo. Cuando se observe o sospeche de la existencia de dichas partículas, se realizará uno de los ensayos físicos indicados a continuación, con el fin de determinar la resistencia del árido al hielo-deshielo.

b) Ensayo de densidad y absorción de agua.–El ensayo se realizará según Norma UNE-EN 1097-6:2001, con las siguientes particularidades:

El muestreo y la reducción de la muestra de balasto se realizará de acuerdo con el Anexo A de la citada Norma.

La muestra estará constituida por al menos 10 unidades (piedras) de balasto de tamaño comprendido entre 40-50 mm o entre 50-63 mm, con un peso de cada unidad entre 150 y 300 g.

Se separarán los fragmentos disgregados y se lavará la muestra con agua corriente para eliminar los finos adheridos.

En función de los valores obtenidos de absorción de agua respecto al peso total de la muestra, y para todo tipo de líneas y condiciones de explotación ferroviaria, se llevarán a cabo las actuaciones siguientes:

Porcentaje de absorción de agua respecto al peso total de la muestra (A)	Actuación a realizar
< 0,5	Aceptación del material.
0,5 ≤ A ≤ 1,5	Realización del ensayo de resistencia a la acción del sulfato magnésico.
> 1,5	No aceptación del material.

c) Resistencia a la acción del sulfato magnésico.–El ensayo se realizará según Norma UNE-EN 1367-2:1999, parte 2, con las condiciones especificadas en el Anejo G de la Norma UNE-EN 13450:2003.

Para todo tipo de líneas y condiciones de explotación ferroviaria, el porcentaje de pérdida de peso respecto al inicial, tras diez ciclos de inmersión y secado, será ≤ 4%.

2.9 Resistencia a la alteración Sonnenbrand.–En ciertos basaltos y rocas que contengan sulfatos metálicos puede presentarse, bajo la acción atmosférica, un tipo de alteración denominada «Sonnenbrand», caracterizada por la aparición de puntos de color gris y blanco, seguida por microfracturas radiales en dichos puntos, que posteriormente se interconectan. Esto disminuye la resistencia del árido, e incluso, produce su disgregación posterior.

Si una explotación presenta los signos descritos anteriormente, se realizará un ensayo de ebullición según la Norma UNE-EN 1367-3:2001.

Para todo tipo de líneas y condiciones de explotación ferroviaria, la diferencia en los coeficientes de desgaste de Los Ángeles, antes y después de la ebullición, será ≤ 5%.

3. *Recepción*

3.1 Ensayos iniciales.–Con carácter previo se realizarán los ensayos iniciales establecidos en el punto 9.2 de la Norma UNE-EN 13450:2003, para los casos indicados en éste.

3.2 Control de recepción.–Los ensayos de recepción se realizarán sobre lotes situados en el centro de producción (que hayan pasado el control de producción del fabricante, y estén perfectamente delimitados y asignados al Comprador), en acopios intermedios o en la obra. Será realizado a iniciativa del Comprador y costeado por éste.

El Comprador constituirá un archivo documental de todos los controles realizados, que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra.

A efectos de control, el material elaborado se dividirá en «lotes de recepción», definidos cada uno por la menor de las dos cantidades siguientes:

Volumen de 500 m^3. Para el caso de balasto con distintivo de calidad reconocido oficialmente por la Administración, según el artículo 5 de este Pliego, este volumen será de 2.500 m^3.

Volumen producido en una semana.

La toma de muestras y su preparación se realizará de acuerdo con las Normas UNE-EN 932-1:1997. Parte 1, UNE-EN-932-2:1999 y UNE-EN 13450:2003 (anexos A y B). La muestra bruta se dividirá (reducción por divisor de muestras o por cuarteo) en al menos dos muestras de laboratorio, una para la realización de los ensayos prescritos y la otra, que quedará convenientemente almacenada y precintada, para la eventual realización de ensayos de contraste.

Para cada lote de recepción o conjunto de varios lotes se exigirá la presentación de toda la documentación referida en los puntos 9, 10, 11, ZA.2.2 y ZA.3 de la Norma UNE-EN 13450:2003, referida a la denominación, descripción, identificación, etiquetado y marcado CE. De toda esta documentación se destaca la siguiente:

N.º de identificación del lote y volumen del mismo.

Origen (centro de producción) y manipulaciones intermedias hasta la llegada a la obra.

Naturaleza y descripción de la roca.

El tipo de balasto, según su resistencia al desgaste-fragmentación (art. 2.7).

Resistencia a la meteorización por la acción de la helada (art. 2.8).

Resistencia a la ebullición (Sonnenbrand) (art. 2.9).

Liberación de sustancias radiactivas y/o peligrosas, según Norma UNE-EN 13450:2003.

El certificado de Control de Producción de Fábrica (CPF) emitido por el Organismo Notificado.

Declaración CE de conformidad del fabricante.

En el caso de balasto con distintivo de calidad reconocido oficialmente por la Administración, según artículo 5 de este Pliego, de todos los puntos anteriores sólo será necesario la presentación de la Declaración CE del fabricante.

El plan de ensayos a realizar a cada lote de recepción será el siguiente:

Análisis granulométrico.
Partículas finas.
Finos.
Índice de forma.
Longitud de las piedras.
Ensayo de desgaste de Los Ángeles.

Determinación del porcentaje de partículas totalmente trituradas, en el caso de balasto procedente de reutilización.

Las Normas y procedimientos para la realización de estos ensayos serán las especificadas en el artículo 2 de este Pliego.

Los resultados de todos los ensayos deberán cumplir las exigencias del artículo 2. En caso de que un lote no cumpla alguna de ellas, el lote será rechazado.

4. *Medición y abono*

En el caso de contratos de obra, en cuyo proyecto figuren unidades de suministro y colocación de balasto, su abono al Contratista se realizará por m^3, a partir de las mediciones de las secciones transversales teóricas definidas en el proyecto. En consecuencia, no serán de abono los excesos de medición en los laterales, ni los necesarios para compensar la pérdida de espesor de las capas subyacentes. El precio incluirá transporte, mano de obra, maquinaria, y cuantos medios auxiliares sean necesarios para la ejecución de esta unidad de obra.

En el caso de adquisición directa de balasto por la Administración, mediante contratos de suministro, su abono se realizará por m^3 o toneladas realmente suministrados/as, medidos/as sobre camión o tolva, incluyendo su transporte y colocación en la zona de acopio.

5. *Distintivos de calidad*

Se entiende por distintivo de calidad de un balasto, cualquier marca, sello, certificado de calidad, etc, otorgado por un organismo público o privado, que atestigüe que dicho producto cumple determinados requisitos o características.

El distintivo podrá ser reconocido oficialmente por la Administración siempre que:

Asegure el cumplimiento de las características técnicas exigidas al balasto en este Pliego.

Se cumplan los requisitos recogidos en el Anejo 3.

La Administración velará porque los distintivos reconocidos garanticen las dos condiciones anteriores.

Los distintivos de calidad del balasto, reconocidos oficialmente por la Administración, de acuerdo con el artículo 3 permiten reducir de forma considerable el control de calidad de recepción que debe realizar el Comprador.

La obtención de un distintivo de calidad es una opción voluntaria del Centro de producción, y es independiente del marcado CE que es de carácter obligatorio.

ANEJO 1

Definiciones

Administración.–Centro Directivo de la Administración General del Estado, que tiene asignadas las competencias en infraestructuras ferroviarias.

Base o banqueta de balasto.–Capa de material granular, procedente del machaqueo de piedra de gran resistencia al desgaste, con granulometría adecuada y tamaños comprendidos entre 22,4 y 63 mm (con un máximo del 3% de tamaños inferiores), sobre la que se apoyan las traviesas de una vía de ferrocarril.

Capas de asiento.–Conjunto de capas de material granular, que colocadas entre las traviesas y la plataforma, constituyen el apoyo o soporte de la vía, asegurando el buen comportamiento de ésta en cuanto a rigidez, alineación, nivelación y drenaje. Lo forman la banqueta de balasto y la subbase.

Centro de producción.–Lugar donde se realiza la extracción del balasto y su posterior tratamiento en plantas de machaqueo y cribado. En el caso de balasto procedente de frentes rocosos, suele ser la propia cantera, mientras que en el procedente de reutilización, suele coincidir con el lugar de obtención del material.

Coeficiente de Desgaste de Los Ángeles (CLA).–Mide la resistencia al desgaste por atrición e impacto de los áridos. Es el cociente entre la diferencia de peso de la muestra inicial y del material retenido por el tamiz 1,6 mm UNE (una vez sometido a un proceso abrasivo y normalizado, por medio de bolas de hierro), dividido por el peso inicial de la muestra.

Comprador.–Persona física o jurídica que realiza directamente la adquisición y el abono del balasto al fabricante. En caso de obras contratadas se entenderá por tal al Contratista de las obras.

Contratista.–Persona física o jurídica contratada por la Administración para la realización de las obras especificadas en un Proyecto.

Control de calidad de producción.–Control interno realizado a iniciativa del fabricante y costeado por éste. Su objeto es la comprobación de la calidad del material y la realización de posibles correcciones en los procesos de fabricación. En el caso del balasto este control está dirigido a la consecución del marcado CE

Control de calidad de recepción.–Realizado a iniciativa del Comprador y costeado por éste. Su objeto es comprobar si los materiales adquiridos para la obra, y antes de su colocación, cumplen los requisitos establecidos en el Proyecto y en los reglamentos y normativa vigente de aplicación. Es un control de aceptación o rechazo de lotes.

Dirección de Obra.–Está formada por el técnico o técnicos competentes designados por la Administración, encargados de la dirección y control de la ejecución de la obra.

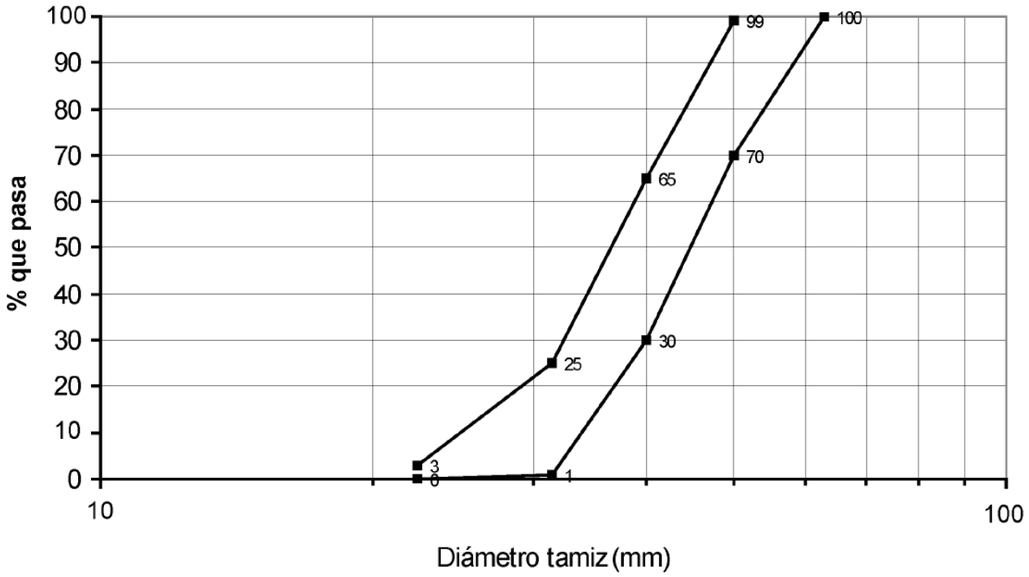
Suelos tixotrópicos.–Son los que contienen elevadas cantidades de arcillas tixotrópicas, que pierden resistencia tras el amasado, para luego recuperar parte con el tiempo.

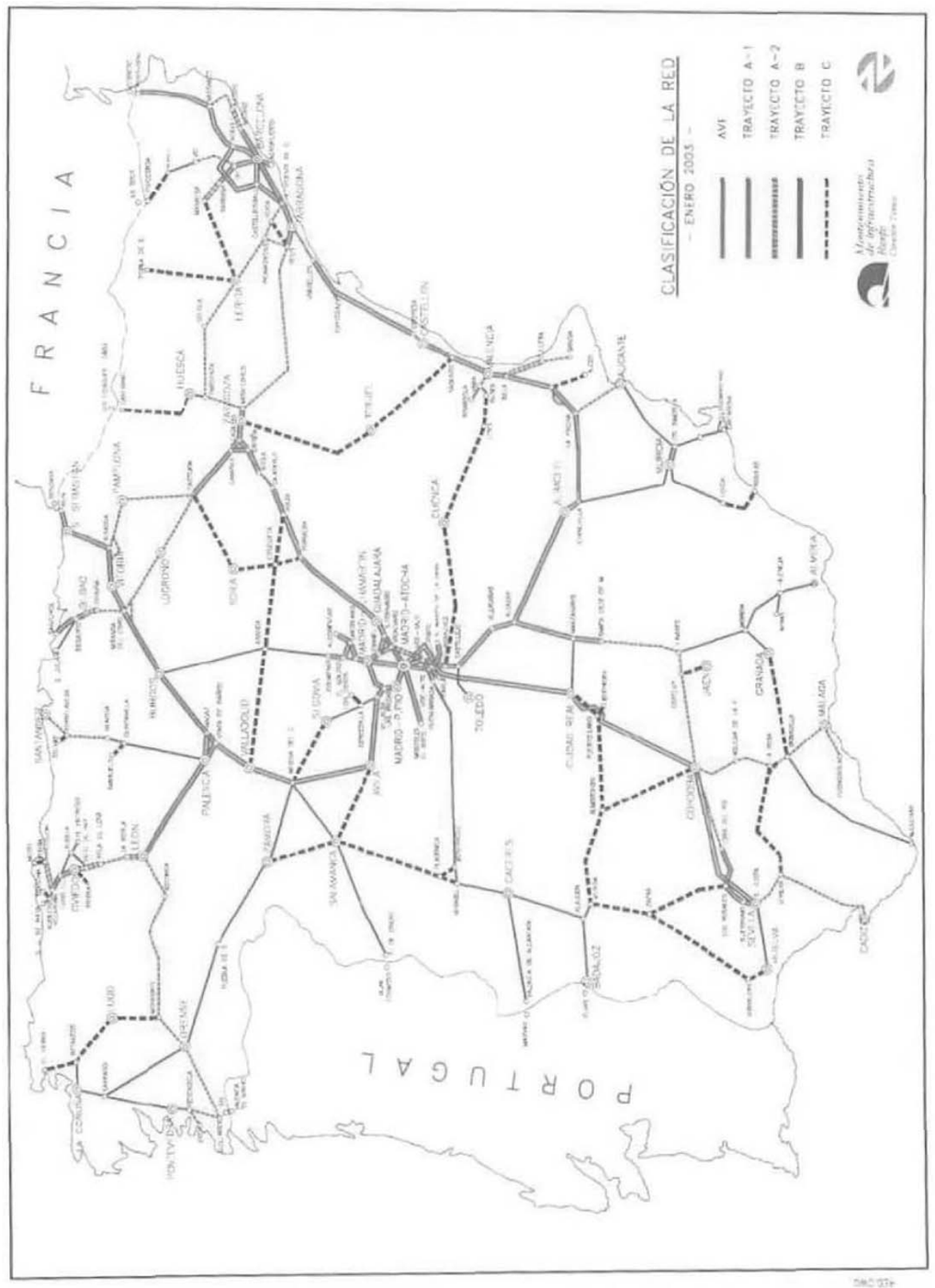
ANEJO 2

Figuras

Figura 1: Huso granulométrico del balasto.
Figura 2: Clasificación de la red.

Figura 1. HUSO GRANULOMÉTRICO DEL BALASTO





ANEJO 3

Requisitos para el reconocimiento oficial de distintivos de calidad por parte de la Administración

A.3.1 Consideraciones generales:

I. Los distintivos de calidad son de carácter voluntario e independientes del marcado CE que es obligatorio.

II. La Administración podrá reconocer oficialmente determinados distintivos de calidad, otorgados a Centros de producción de balasto por organismos certificadores. Para su reconocimiento los distintivos de calidad deberán cumplir, como mínimo, los requisitos relacionados en este Anejo.

III. La Administración, una vez concedido el reconocimiento oficial del distintivo de calidad, realizará todos los procesos de seguimiento y control que considere oportunos para velar por el correcto otorgamiento y mantenimiento del distintivo de calidad, por parte del organismo certificador, al Centro de producción.

IV. El distintivo de calidad no libera al Centro de producción de su responsabilidad respecto a la calidad del balasto suministrado.

A.3.2 Requisitos relativos al centro de producción:

I. Previamente al inicio de la producción, el Centro de producción elaborará un «Informe geotécnico y de explotación» que incluirá como mínimo los apartados siguientes:

1. Antecedentes.
2. Objeto del Informe.
3. Situación geográfica del Centro de producción.

Se representará su ubicación sobre un mapa topográfico a escala 1:25.000, con indicación de sus accesos desde una carretera nacional y de las distancias a posibles estaciones de carga.

4. Estudio geológico-geotécnico del Centro de producción, que abarcará, al menos, los aspectos siguientes:

Cartografía geológica, al menos a escala 1:25.000, con encuadre geológico y estructural.

Cartografía geológica de detalle, al menos a escala 1:2.000, con estudio litológico y estructural de la masa explotable, que permita tramificar geológicamente la masa canterable.

Toma de al menos cuatro muestras en cada uno de los frentes canterables y en la planta de machaqueo, en los puntos más representativos, en función de la tramificación geológica del punto anterior.

Ensayos in situ (sondeos de reconocimiento, geofísica, etc.), cuando el responsable del Informe o la Administración lo consideren necesario.

Ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas. Como mínimo, se realizarán, para cada una, las siguientes determinaciones:

Análisis petrográfico en lámina delgada, con clasificación de la roca mediante sus porcentajes minerales, texturas y estructuras, según Norma UNE-EN 932-3:1997. Adicionalmente al análisis petrográfico se podrá realizar un estudio de difracción cuantitativa de rayos X.

Resistencia al desgaste de Los Ángeles, según el artículo 2 de este Pliego.

Resistencia a compresión, determinada por cualquiera de los dos ensayos alternativos siguientes:

a) Resistencia a la carga puntual Franklin, según Norma UNE 22-950-5:1996. Se hará la transformación del $I_s(50)$ a valores de resistencia a compresión simple.

b) Resistencia a compresión simple, según Norma UNE 22-950-1:1990.

Se tomarán probetas cilíndricas de diámetro mínimo 50 mm, y esbeltez (altura/diámetro) de 2. Las bases serán planas, paralelas y estarán pulidas, con tolerancia de paralelismo de ± 0,25 mm. Se podrá aplicar un factor de corrección en las probetas de esbeltez < 2, cuando la disminución de la altura real respecto a la nominal no supere el 30%.

Se incluirán fotografías de los testigos tallados, antes y después de la rotura. El ensayo se realizará con prensas que permitan un registro continuo del mismo.

Durante la toma de muestras y en los procesos de tallado y pulido de la probeta se tendrá cuidado de no provocarla fisuras que enmascaren la resistencia real de la roca. En el caso de frentes canterables, no se tomarán muestras en zonas de fracturas inducidas por la explosión de barrenos.

La resistencia a compresión simple de la roca será ≥ 120 MPa.

Liberación de sustancias radiactivas y/o peligrosas, según Norma UNE-EN 13450:2003.

Resistencia a la meteorización por la acción de la helada, según artículo 2 de este Pliego.

Resistencia a la acción del sulfato magnésico, si fuera necesario, según artículo 2 de este Pliego.

Ensayo de ebullición (Sonnenbrand), según artículo 2 de este Pliego.

Estudio geotécnico del Centro de producción:

Tramificación geotécnica de los frentes canterables.
Estabilidad de los frentes.
Características hidrogeológicas.

5. Sistema de explotación del Centro de producción:

Criterios de explotación de los distintos frentes.
Maquinaria de arranque y transporte.
Medios humanos y materiales existentes.

6. Plantas de tratamiento y sistema de acopios.–Se describirán las características y disposición de los distintos equipos, que como mínimo incluirán los siguientes:

Primario, con machacadoras de mandíbulas de apertura fija e instalación de riego por goteo para reducir la emisión de polvo. También incluirá, a la entrada y/o salida de la machacadora, una criba para la eliminación de tierras y materiales finos.

Secundario, con molinos de impacto o de conos, para reducir la cuantía de elementos aciculares y lajosos.

Criba antilajas, cuando por la naturaleza de la roca y las características de la planta no se pueda cumplir el requisito del índice de forma prescrito en este Pliego. Las cribas dispondrán de orificios rectangulares, cuya dimensión mayor será al menos tres veces la menor.

Tolva de almacenamiento del balasto, que evite su contaminación por finos y su segregación, con carácter previo a su acopio en cantera o estación de carga. En ningún caso se permitirá el acopio de balasto en forma cónica por caída libre procedente de una cinta transportadora.

Silos para el almacenamiento de balasto o acopios aislados por medio de muros o pantallas separadoras adecuadas que impidan su contaminación.

7. Estimación de reservas canterables.–Se realizará una evaluación de las reservas incluidas en el área de concesión minera de la explotación y de las reservas potenciales del Centro de producción.

8. Valoración de resultados. Conclusiones.–Los Centros de producción cuya piedra presente características degenerativas, en sucesivas extracciones, deberán realizar nuevamente el Informe.

El Centro de producción tendrá a disposición de la Administración y del organismo certificador el Informe, que se actualizará preceptivamente cada cinco años.

II. El Centro de producción contará con un laboratorio de control, propio o contratado. Para ello, deberá disponer de, al menos, un técnico con formación acreditada

en control de calidad de balasto y de todos los equipos necesarios para la realización de los ensayos prescritos en este Pliego.

III. El Centro de producción tendrá implantado un autocontrol de calidad de producción que reunirá como mínimo las siguientes características:

Los ensayos a realizar en el autocontrol de calidad de producción serán los siguientes:

Análisis granulométrico.
Partículas finas.
Finos.
Índice de forma.
Longitud de las partículas.
Ensayo de desgaste de Los Ángeles.

En el caso de balasto procedente de reutilización, determinación del porcentaje de partículas totalmente trituradas.

Las Normas y procedimientos para la realización de estos ensayos son las especificadas en el artículo 2 de este Pliego.

La frecuencia mínima de ejecución de todos los ensayos, que dependerá de la producción anual prevista, será la siguiente

Producción anual, P, en m^3	P>200.000	200.000>P>100.000	100.000>P>50.000	P<50.000
Un ensayo cada (o fracción).	3.000 m^3	2.500 m^3	2.000 m^3	1.500 m^3

Con el resultado de estos ensayos el Centro de producción constituirá un archivo documental que estará siempre a disposición de la Administración y del organismo certificador. La obtención de algún resultado que no cumpla las exigencias establecidas en el artículo 2 de este Pliego, obligará al rechazo de ese lote de producción y a la adopción de las medidas correctoras oportunas. Todo ello quedará documentado en el archivo citado anteriormente.

A.3.3 Requisitos relativos al organismo certificador:

I. Será un organismo oficial perteneciente a alguna Administración Pública con competencias en el ámbito de la construcción o un organismo acreditado conforme a la UNE-EN 45011:1998.

II. Estudiará el informe geotécnico y de explotación mencionado en el apartado A.3.2, emitiendo un informe de conformidad o no según todo lo citado en este Pliego.

III. Realizará una inspección inicial del Centro de producción.

IV. Comprobará que el laboratorio de control de este Centro cuenta con recursos materiales y humanos suficientes.

V. Comprobará la conformidad del autocontrol de calidad con una periodicidad mensual.

VI. Mediante laboratorios verificadores efectuará toma de muestras para ensayos de contraste con periodicidad mensual. Estos laboratorios verificadores deberán pertenecer a alguna Administración Pública con competencias en el ámbito de la construcción o acreditado conforme a UNE-EN-ISO/IEC 17025:2005.

VII. En caso de incumplimiento de algunos de los preceptos anteriores por parte del Centro de producción, el organismo certificador estará obligado a retirar provisional o definitivamente dicho distintivo de calidad.

VIII. El distintivo de calidad otorgado por el organismo certificador, especificará el tipo de balasto, según 2.7, para el que se concede.

IX. Comunicará de inmediato a la Administración que efectúa el reconocimiento, la concesión, denegación, renovación o anulación de distintivos. Esta información también estará a disposición del público.

ANEJO 4

Normas UNE relacionadas

Código	Denominación	Validez desde
UNE-EN 13450: 2003	Áridos para balasto.	12-12-2003
UNE-EN 933-5: 1999	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.	26-02-1999
UNE-EN 933-1: 1998	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.	14-04-1998
UNE-EN 933-4: 2000	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 4: Determinación de la forma de las partículas. Coeficiente de forma.	20-07-2000
UNE-EN 1097-2: 1999	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.	22-03-1999
UNE-EN 932-1: 1997	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.	10-02-1997
UNE-EN 932-2: 1999	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 2: Métodos para la reducción de muestras de laboratorio.	29-11-1999
UNE-EN 932-3: 1997	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada.	10-02-1997
UNE-EN 1367-2: 1999	Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio.	24-03-1999
UNE-EN 1097-6: 2001	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua.	20-07-2001
UNE-EN 1367-3: 2001	Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 3: Ensayos de ebullición para los balastos «sonnenbrand».	30-11-2001

Código	Denominación	Validez desde
UNE 22950-5:1996	Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayos para la determinación de la resistencia. Parte 5: Resistencia a carga puntual.	22-11-1996
UNE 22950-1:1990	Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayos para la determinación de la resistencia. Parte 1: Resistencia a la compresión uniaxial.	24-12-1990
UNE-EN 45011: 1998	Requisitos generales para entidades que realizan la certificación de producto (Guía ISO/CEI 65:1996)	18-11-1998
UNE-EN ISO/IEC 17025: 2005	Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.	15-06-2005

PF-7.–SUBBALASTO

1. *Objeto*

El objeto de este Pliego es definir las características técnicas del subbalasto a utilizar como capa soporte de vías férreas, sus condiciones de puesta en obra y los controles de calidad a los que debe ser sometido. Todo ello, sin perjuicio de lo dispuesto en los Reales Decretos 354/2006, de 29 de marzo, y 355/2006, de 29 de marzo, por los que se transpone la Directiva 2004/50/CE, de 29 de abril de 2004, que modifica las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE relativas a la interoperabilidad de los sistemas ferroviarios transeuropeos de alta velocidad y convencional, respectivamente.

Sólo podrá utilizarse subbalasto legalmente comercializado en estados miembros de la Unión Europea, que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo o en Turquía, y estará sujeto a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre (modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE modificada por la Directiva 93/68/CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, los productos estarán a lo dispuesto en el artículo 9 del citado Real Decreto.

2. *Características del subbalasto*

2.1 Origen y naturaleza.–El subbalasto deberá proceder de:

Extracción en cantera, desmontes o préstamos de materiales rocosos, seguida de machaqueo, cribado y clasificación.

Reutilización de materiales de naturaleza rocosa procedentes de obras civiles.

Se comprobará, según Norma UNE-EN 933-5:1999, que el 100% de las partículas retenidas por el tamiz 4 son de las denominadas «trituradas».

El subbalasto no podrá contener fragmentos de: madera, materia orgánica, metales, plásticos, rocas alterables, ni de materiales tixotrópicos, expansivos, solubles, putrescibles, combustibles ni polucionantes (desechos industriales).

El contenido de materia orgánica, según Norma UNE 103-204:1993, deberá ser inferior al 0,2% en peso, de la fracción que pasa por el tamiz 2. Además se realizará un análisis visual de lo retenido en este tamiz, para detectar posibles fragmentos de materia orgánica.

El contenido en sulfatos, según Norma UNE 103-201:1996, deberá ser inferior al 0,2% en peso, de la fracción que pasa por el tamiz 2.

2.2 Granulometría.–El subbalasto estará constituido por una grava arenosa bien graduada, con un pequeño porcentaje de elementos finos. Deberá cumplir lo siguiente:

La curva granulométrica se ajustará al siguiente huso, representado en la figura 1 del Anejo 2:

Curva granulométrica del subbalasto

Tamiz	Porcentaje que pasa (en peso)
40	100
31,5	90-100
16	85-95
8	65-80
4	45-65
2	30-50
0,5	10-40
0,2	5-25
0,063	3-9

El ensayo para su determinación se realizará según Norma UNE-EN 933-1:1998.

El coeficiente de uniformidad $C_U = D_{60}/D_{10}$, será mayor o igual que 14 ($C_U \geq 14$).

El coeficiente de curvatura $C_C = D_{30}^2/(D_{10}\ D_{60})$, estará comprendido entre 1,0 y 3,0 ($1,0 \leq C_C \leq 3,0$).

El equivalente de arena, según UNE-EN 933-8:2000, será mayor de 45, para la fracción que pasa por el tamiz 2.

En el caso de que el subbalasto esté en contacto con una plataforma en la que el porcentaje de finos (material que pasa por el tamiz 0,063) sea mayor del 15% en peso del material que pasa por el tamiz 63, se cumplirán las dos condiciones adicionales siguientes:

1. El porcentaje de arena (material entre 2 y 0,063) será mayor del 30% del peso total de la muestra.
2. La fracción que pasa por el tamiz 0,2 estará comprendida entre el 20% y el 25% del peso total de la muestra.

Cuando la penetración de la helada pueda afectar a un cierto espesor de subbalasto, éste deberá ser insensible a ella. Para ello deberá cumplir el criterio de Casagrande siguiente:

Lm ≤ 3%, para Cu ≥ 15.
Lm ≤ (13,5 – 0,7 Cu)%, para 5 < Cu < 15.
Lm ≤ 10%, para Cu ≤ 5.

Donde:

Lm =% de material que pasa por el tamiz 0,02 respecto del total (obtenido por sedimentometría).

2.3 Resistencia al desgaste-fragmentación.–Se deberán cumplir las siguientes condiciones:

El coeficiente de desgaste de Los Ángeles (CLA) será < 28%. El ensayo se realizará según Norma UNE-EN 1097-2:1999, teniendo en cuenta lo especificado en su Anexo A.

El coeficiente Micro-Deval Húmedo (MDH) será < 22%. El ensayo se realizará según Norma UNE-EN 1097-1:1997.

2.4. Permeabilidad.–El coeficiente de permeabilidad vertical del subbalasto (K), compactado al 100% de la densidad máxima del Proctor Modificado, debe ser $\leq 10^{-6}$ m/s. Su determinación se hará con permeámetro de carga variable, según el procedimiento descrito en el Anejo 3. En el caso excepcional de que al realizar este ensayo se obtengan resultados persistentemente extraños, se podrán llevar a cabo estudios y ensayos alternativos que permitan obtener un coeficiente de permeabilidad representativo de la situación real.

Cuando el terreno natural y, en su caso, el terraplén sean insensibles al agua, puede prescindirse del control de permeabilidad del subbalasto.

3. *Recepción*

3.1 Acta de replanteo previa–Previamente al extendido de la capa de subbalasto, el Contratista y la Dirección de Obra elaborarán un acta de replanteo, donde se recoja la verificación de los siguientes aspectos:

La adecuada geometría de la plataforma.
El buen funcionamiento de los sistemas de drenaje superficiales y profundos.

Esta revisión previa tiene como objetivo limitar al máximo las intervenciones posteriores a la puesta en obra del subbalasto, evitando posibles alteraciones en dicha capa.

3.2 Replanteo en la capa de subbalasto.–El Contratista lo realizará de forma análoga al de la capa de forma, hincando estaquillas que servirán de referencia para fijar la posición en planta y alzado mediante topografía clásica. Las estaquillas se colocarán sistemáticamente a lo largo del eje de la plataforma y en ambos bordes, con una separación máxima de 20 m, así como en los puntos singulares (cambios de geometría en planta o perfil longitudinal, ensanchamiento de la plataforma, acuerdos y transiciones, etc.) y donde determine la Dirección de Obra. Se nivelarán con una precisión de 1 mm y se tendrá cuidado de que no alteren la función impermeabilizante de la capa. Las coordenadas se obtendrán apoyándose en la red topográfica básica de la obra.

3.3 Tramos de ensayo.–Con cada tipo de material a utilizar como subbalasto, el Contratista construirá un tramo de ensayo en obra. Su objeto será la definición y puesta a punto de un procedimiento constructivo y de los medios de puesta en obra más adecuados, que permitan alcanzar las exigencias de compactación para la capa de subbalasto definitiva, definidas en el apartado 3.4 de este Pliego.

Los tramos de ensayo se realizarán sobre una capa de forma previamente recepcionada. Tendrán una longitud mínima de 100 metros y una anchura igual a la de la plataforma. En caso de no poderse ejecutar sobre la traza definitiva, la longitud mínima será de 50 m. Serán ejecutados por el Contratista y a su cargo, no siendo objeto de abono.

El Contratista recogerá la mayor información posible del proceso constructivo. Como mínimo será la siguiente:

Métodos utilizados en la carga y en el transporte de los materiales.
Número de tongadas y espesor de las mismas.
Metodología y medios de puesta en obra.
Métodos de humectación y aireación empleados para la obtención del grado de humedad óptimo.
Elección del tipo y número de compactadores a utilizar por equipo.
Velocidad y número de pasadas de cada máquina.

Además, el Contratista realizará sobre estos tramos todas las pruebas y ensayos necesarios para comprobar la calidad de su ejecución.

Los tramos de ensayo en los que se consigan unas características iguales o superiores a las exigidas, se considerarán como tramos de referencia y podrán quedar como parte integrante de la obra, siempre que lo autorice la Dirección de Obra. En caso contrario serán demolidos y retirados por el Contratista.

3.4 Control de recepción.–Los ensayos de recepción se realizarán sobre lotes situados en el centro de producción (que hayan pasado el control de producción del fabricante, y estén perfectamente delimitados y asignados al Comprador), o en acopios intermedios, y en la obra. Será realizado a iniciativa del Comprador y costeado por éste.

3.4.1 Control en el centro de producción o en acopios intermedios.–Se realizará una inspección visual periódica del frente de cantera y/o de los préstamos de árido natural seleccionados, que permita controlar los eventuales cambios de origen y de calidad y homogeneidad del material.

A efectos de control, el material elaborado se dividirá en «lotes de recepción», definidos cada uno por la menor de las dos cantidades siguientes:

Volumen de 2.500 m^3.
Volumen producido en una semana.

La toma de muestras y su preparación se realizará de acuerdo con las Normas UNE-EN 932-1:1997 Parte 1, y UNE-EN 932-2:1999. La muestra bruta se dividirá (reducción por divisor de muestras o por cuarteo) en al menos dos muestras de laboratorio, una para la realización de los ensayos prescritos y la otra, que quedará convenientemente almacenada y precintada, para la eventual realización de ensayos de contraste.

El plan de ensayos será el siguiente:

1. A cada lote de recepción se le realizará un «control normal», constituido por los ensayos siguientes:

Análisis granulométrico.
Equivalente de arena.
Ensayo de desgaste de Los Ángeles.
Ensayo Micro-Deval Húmedo.
Ensayo de permeabilidad, en su caso.
Contenido de materia orgánica.
Contenido de sulfatos.
Determinación del porcentaje de partículas trituradas, en los casos de mezcla de árido natural y de machaqueo.

Los resultados de todos los ensayos deberán cumplir las exigencias del artículo 2. En caso de que un lote no cumpla alguna de ellas, el lote será rechazado, lo que dará lugar a las correcciones necesarias en el proceso de producción.

2. Cuando se hayan aceptado cinco lotes de recepción consecutivos, se podrá aplicar a los siguientes un «control reducido» consistente en:

Para cada lote:

Análisis granulométrico.
Equivalente de arena.

Por cada grupo de cinco lotes, se elegirá un lote al azar, sobre el que se realizarán, además, los ensayos adicionales siguientes:

Ensayo de desgaste de Los Ángeles.
Ensayo Micro-Deval Húmedo.
Ensayo de permeabilidad, en su caso.
Contenido de materia orgánica.
Contenido de sulfatos.
Determinación del porcentaje de partículas trituradas, en los casos de mezcla de árido natural y de machaqueo.

Las Normas y procedimientos para la realización de los ensayos serán las especificadas en el artículo 2 de este Pliego.

Los resultados de todos los ensayos deberán cumplir las exigencias del artículo 2. En caso de que un lote no cumpla alguna de ellas, el lote será rechazado, lo que dará lugar a las correcciones necesarias en el proceso de producción, y se volverá a la situación de «control normal» (punto 1), es decir, como si en este momento se iniciara la producción, empezando por el lote siguiente al último al que se le hicieron la batería completa de ensayos con resultado satisfactorio.

3.4.2 Control durante la puesta en obra.–Cada tongada de material extendido sobre la traza se dividirá en «lotes de extendido», definidos cada uno por la menor de las cantidades siguientes:

Superficie de 3.000 m^2.
Superficie correspondiente a una longitud de 300 m en vía única o de 200 m en vía doble.
Superficie extendida en el día.

A cada «lote de extendido», antes de su extensión, se le realizará: Un ensayo Proctor Modificado (UNE 103-501:94).

A cada «lote de extendido», una vez realizadas las pasadas de compactador previstas, se le efectuarán:

Seis ensayos de densidad «in situ» (UNE 103-503: 1995) y de humedad natural (UNE 103-300:1993). Estos ensayos también podrán ser realizados por métodos nucleares de medida rápida, según normas ASTM D-2922: 1971 y ASTM D-3017:1978, siempre que esté garantizada la correcta calibración de los equipos.

La media de los seis valores de densidad será mayor o igual que el 100% de la densidad máxima del Proctor Modificado obtenida en ese lote. Hasta dos de los seis valores podrán dar un resultado inferior al 100%, pero siempre superior al 98% de dicha densidad máxima.

Los ensayos de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán por sí solos base de aceptación o rechazo.

Una inspección visual continua del aspecto de la capa de subbalasto al paso de maquinaria pesada, con el objeto de localizar los puntos que presenten un comportamiento anormal.

Un ensayo de placa de carga, según la norma española NLT-357:1998, realizando un primer ciclo de carga, una descarga y un segundo ciclo de carga, utilizando una placa de 300 mm de diámetro.

Se cumplirá lo siguiente:

$E_{V2} \geq 120$ MPa	$E_{V2}/E_{V1} \leq 2{,}2$

En el caso de no obtenerse el resultado exigido, el lote se recompactará hasta alcanzarlo. Si excepcionalmente no se consiguiera, se estudiaría el motivo y se modificarían las condiciones de los materiales, su grado de humedad o el método de compactación, debiendo retirar la capa en caso de no conseguir el nivel de compactación exigido.

La toma de muestras y los ensayos in situ se realizarán en puntos seleccionados por la Dirección de Obra mediante un muestreo aleatorio.

3.5 Tolerancias geométricas en la capa de subbalasto:

a) Nivel.–La tolerancia en el nivel de la superficie de la plataforma, previamente al extendido de la capa de subbalasto, respecto al definido en los planos del proyecto, estará comprendida en el intervalo (– 30, + 15 mm).

Las tolerancias para la superficie del subbalasto terminada, serán las siguientes:

Nivel superior, en cualquier punto: ± 15 mm, respecto al definido en los planos del proyecto y medido según la vertical.

Las variaciones (irregularidades) al aplicar una regla de 3 m de longitud, tanto paralela como perpendicularmente al eje del ferrocarril, no serán superiores a 10 mm.

b) Espesor de la capa.–La tolerancia en el espesor de la capa de subbalasto, respecto al definido en los planos del proyecto, estará comprendida en el intervalo (0, +20 mm), medida según la vertical. El espesor mínimo de la capa será de 150 mm. En el caso de capas construidas por tongadas, el espesor mínimo de tongada será también de 150 mm.

c) Ancho de la capa.–La tolerancia en el semiancho de la capa de subbalasto, respecto al definido en los planos del proyecto, estará comprendida en el intervalo (0, + 50 mm), medida desde el eje hasta el borde según un plano horizontal.

d) Pendiente transversal.–La tolerancia en la pendiente transversal de la capa de subbalasto, respecto a la definida en los planos del proyecto, será de ± 1%. En ningún caso la pendiente será inferior al 3%.

Los tramos en los que se excedan estas tolerancias serán corregidos por el Contratista, a su costa. Para ello deberá escarificar en una profundidad mínima de 150 mm, añadiendo o retirando el material necesario, volviendo a compactar, rasanteando y controlando de acuerdo con el apartado 3.4.

3.6 Equipo necesario.–Para la extensión y compactación del subbalasto se necesitará un equipo mínimo constituido, normalmente, por los siguientes elementos:

Motoniveladora/s con equipo de nivelación por ultrasonidos.
Camión cuba para el riego.
Rodillos compactadores.

3.7 Requisitos previos al extendido del balasto.–Una vez terminada la capa de subbalasto debe impedirse la circulación de vehículos pesados sobre la misma. Si se produjeran roderas o deformaciones no admisibles, el Contratista deberá levantar y reponer la capa en una superficie no inferior a 6 × 6 m^2, asegurando la homogeneidad del conjunto, cuidando especialmente las zonas de contacto y controlando de acuerdo con el apartado 3.4.

Previamente al extendido del balasto, si éste no se produjera inmediatamente después del acabado del subbalasto, se repetirá la comprobación del acabado superficial de éste, según lo establecido en el apartado 3.5, y efectuando las correcciones según lo expresado en el párrafo anterior.

La capa de subbalasto no podrá ser perforada, salvo para realizar las cimentaciones de los postes de electrificación y señalización, cuidando en este caso la impermeabilidad en el contacto. Tampoco podrá ser atravesada por ningún elemento de tipo canaleta, etc.

En las proximidades de obras de fábrica o tramos de vía en placa, el subbalasto podrá tratarse con cemento, en proporción no superior al 3%, para conseguir la transición entre las distintas rigideces de estos tramos y la vía sobre balasto.

4. *Medición y abono*

El subbalasto se medirá y abonará por m^3.

En el caso de contratos de obra, en cuyo proyecto figuren unidades de suministro y colocación de subbalasto, su abono al Contratista se realizará a partir de las mediciones de las secciones transversales teóricas definidas en el proyecto. En consecuencia, no serán de abono los excesos de medición en los laterales, ni los necesarios para compensar la pérdida de espesor de las capas sub-

yacentes. El precio incluirá transporte, mano de obra, maquinaria, y cuantos medios auxiliares sean necesarios para la ejecución de esta unidad de obra.

En el caso de adquisición directa de subbalasto por la Administración, mediante contratos de suministro, su abono se realizará por m^3 o toneladas realmente suministrado, medidos sobre camión o tolva, incluyendo su transporte y colocación en la zona de acopio.

ANEJO 1

Definiciones

Capa de forma.–Es la capa superior de remate y coronación de la plataforma, que se dispone en algunos casos con el fin de mejorar la capacidad portante de esta última.

Centro de producción.–Instalación donde se realiza el machaqueo, mezcla y, en su caso, preparación final de materiales para la elaboración del subbalasto, antes de su envío a obra.

Coeficiente de uniformidad (C_U).–$C_U = D_{60}/D_{10}$, siendo D_x el tamiz que deja pasar el x% de la muestra, es decir, que el x% de la muestra es de tamaño inferior al D_x.

Coeficiente de curvatura (C_C).–$C_C = D^2_{30}/(D_{10} D_{60})$.

Coeficiente de Desgaste de Los Ángeles (CLA).–Mide la resistencia al desgaste de los áridos naturales o procedentes de machaqueo. Es el cociente entre la diferencia de peso de la muestra inicial y del material retenido por el tamiz 1,6 mm UNE (una vez sometido a un proceso abrasivo y normalizado por medio de bolas de hierro), dividido por el peso inicial de la muestra.

Coeficiente Micro-Deval Húmedo (MDH).–Mide la fragilidad de un árido. Es el cociente entre la diferencia de peso de la muestra inicial y el del material retenido por el tamiz 1,6 mm UNE (una vez sometido a un proceso abrasivo y normalizado por medio de bolas de hierro en presencia de agua), dividido por el peso inicial de la muestra.

Comprador.–Persona física o jurídica que realiza directamente la adquisición y el abono del subbalasto al fabricante. En caso de obras contratadas se entenderá por tal el Contratista de las obras.

Contratista.–Persona física o jurídica contratada por la Administración para la realización de las obras especificadas en un Proyecto.

Control de calidad de producción.–Control interno realizado a iniciativa del fabricante y costeado por éste. Su objeto es la comprobación de la calidad del material y la realización de posibles correcciones en los procesos de fabricación.

Control de calidad de recepción.–Realizado a iniciativa del Comprador y costeado por éste. Su objeto es comprobar si los materiales adquiridos para la obra, y antes de su colocación, cumplen los requisitos establecidos en el Proyecto y en los reglamentos y normativa vigente de aplicación. Es un control de aceptación o rechazo de lotes.

Contenido de agua de un suelo (humedad), w.–Es el peso del agua intersticial dividida por el peso del suelo seco.

Dirección de Obra.–Está formada por el técnico o técnicos competentes designados por la Administración, encargados de la dirección y control de la ejecución de la obra.

Densidad seca de un suelo.–Es el peso del suelo seco dividido por el volumen total que ocupa.

Ensayo Proctor.–Relaciona las densidades secas de una muestra de suelo, sometida a un proceso de compactación, con sus diferentes grados de humedad. Para una cierta humedad, llamada humedad óptima, se obtiene el máximo de la densidad seca.

Finos de un suelo.–Elementos del suelo con diámetro menor de 0,063 mm.

Plataforma.–Estructura constituida por el terreno natural, en el caso de desmontes, o por material de aportación, en el caso de terraplenes, sobre la que se apoyan las capas de asiento de la vía y otros elementos necesarios para el funcionamiento de los trenes.

Suelo.–Agrupación natural de granos minerales que se pueden separar por medios mecánicos simples, tales como agitación en un medio acuoso. Según su contenido en materia orgánica C_0, se clasifican en:

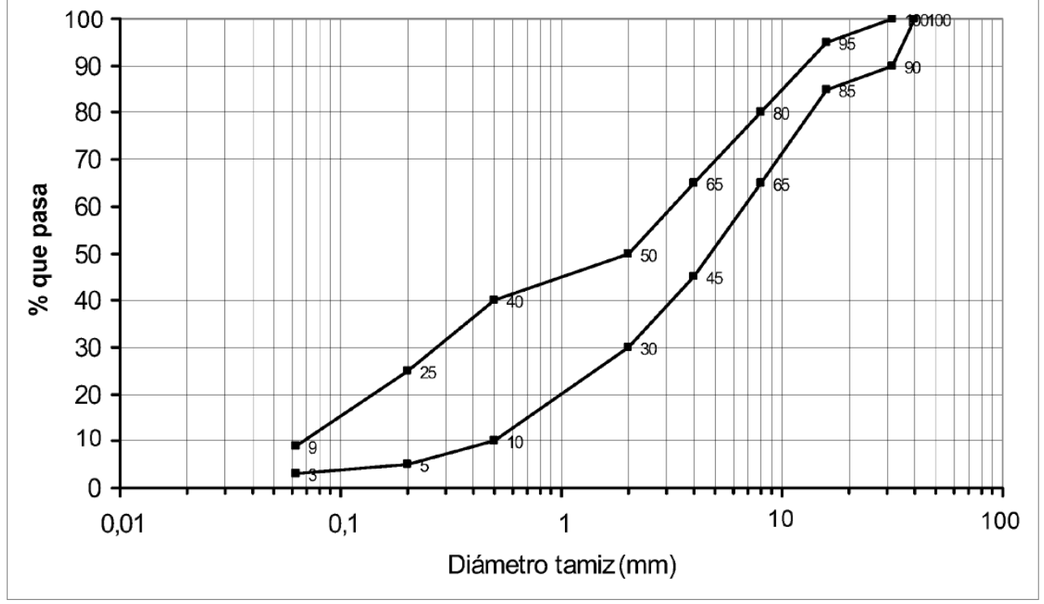
Suelos minerales: $C_0 \leq 1\%$.
Suelos que contienen elementos orgánicos: $1\% < C_0 \leq 5\%$.
Suelos mixtos minero-orgánicos: $5\% < C_0 < 30\%$.
Suelos orgánicos: $C_0 \geq 30\%$.

Suelos tixotrópicos.–Son aquellos que pierden resistencia tras el amasado, para luego recuperar una parte de ésta con el tiempo.

ANEJO 2

Figuras

Figura 1. HUSO GRANULOMÉTRICO DEL SUB-BALASTO



ANEJO 3

Procedimiento del ensayo de permeabilidad bajo carga variable

1. *Material y aparatos*

Célula que consta de un cuerpo de célula, una base perforada, una tapa superior y varillas tensoras con tuercas de mariposa. El cuerpo de célula consta a su vez de un molde y un collar como los descritos en el apartado 3, párrafo 3.º, de la norma UNE 103 502:1995 para el ensayo CBR. La base se construirá a partir de la descrita en la misma norma, practicando agujeros de 6 mm de diámetro en el lugar de cada perforación inicial, y un cajeado circular con junta de goma, del mismo diámetro que el collar, de profundidad y espesor suficientes para que dicho collar pueda encajar herméticamente en la placa perforada. La tapa consistirá en una base de compactación como la descrita en el apartado 5 de la norma UNE 103 501:1994 para el ensayo de Proctor Modificado. A dicha base se le habrá eliminado la rosca de los agujeros por los que han de pasar los tiradores; también irá provista de un cajeado circular con junta de goma para que el molde pueda encajar herméticamente y además se habrá instalado en su centro una llave de paso con boquilla roscada adecuada para conectar un tubo transparente de goma o plástico de ϕ 6 o ϕ 8 mm, aproximadamente. Cerca de la llave podrá llevar una válvula para purgar el aire.

Malla de alambre de acero inoxidable de 2 mm de luz.

Disco espaciador como el descrito en el apartado 3, párrafo 4, de la norma UNE 103 502:1995, para el ensayo CBR.

Tubería de goma o plástico transparentes de ϕ 6 o ϕ 8 mm, aproximadamente.

Tubo de vidrio en forma de «Y», con olivas, para insertar en el tubo anterior.

Pinzas de estrangulamiento tipo Hoffman.

Bureta de 50 ml con llave de vidrio, recta con franja, clase A, con error máximo de 0,05 ml. Con herramientas adecuadas se cortará la parte cónica en que acaba el tramo de tubo que va a continuación de la llave, con objeto de evitar el estrechamiento a la salida de dicha bureta y aumentar el caudal de vaciado.

Tanque de plástico de unos 10 litros de capacidad, con grifo inferior y boquilla para conectar la tubería de goma o plástico.

Soporte trípode de aro plano.

Termómetro.

Cronómetro digital con lectura de centésimas de segundo y posibilidad de tomar dos lecturas de tiempo consecutivas en un mismo recorrido.

Aparato para producir agua desaireada.

Base de compactación del molde indicada en la norma UNE 103 501:1994, para el ensayo Proctor Modificado.

Los restantes materiales y aparatos que figuran en el apartado 5 de la norma UNE 103 501:1994, para el ensayo Proctor Modificado, a partir del 2.º párrafo, salvo los tamices de 50 mm y 5 mm UNE, que no se utilizan en este ensayo.

2. *Preparación de la muestra*

Se procede como en el apartado 6 de la norma UNE 103 501:1994. En lugar de los 35 kg de material que pasa por el tamiz 20 mm UNE se utilizarán solo unos 12 kg y se dividirán por cuarteo en dos porciones homogéneas, aproximadamente iguales.

3. *Procedimiento operativo*

Al final de este procedimiento se incluyen las figuras que describen el equipo y la célula.

3.1 Montaje de la célula:

1. Se determina el diámetro medio, D, del molde, midiendo con el calibre en tres direcciones diferentes y obteniendo la media con precisión de 0,1 mm.
2. Se determina la masa en gramos, m, del molde sin el collar, con precisión de 1 g.
3. Se acopla el molde a la base de compactación del Proctor Modificado y se introduce el disco espaciador. Se mide la altura, L, de la probeta desde el disco espaciador hasta el borde superior del molde, con precisión de 1 mm.
4. Conocida la humedad del subbalasto, w_0, se toma una de las dos porciones y se añade la cantidad de agua necesaria para alcanzar la humedad óptima, w_{OP}, correspondiente a la densidad máxima, determinada previamente mediante el Ensayo de compactación Proctor Modificado según norma UNE 103 501:1994. A continuación se mezclan el subbalasto y el agua íntimamente. Se debe evitar en estos momentos cualquier pérdida de humedad por evaporación, procediendo a la compactación con la mayor rapidez posible.
5. Se llena el molde con el collar colocado, mediante la porción de subbalasto mezclada con agua, repartida en cinco capas aproximadamente iguales, de forma que cada capa, después de compactada, quede con una altura ligeramente superior a un quinto de la altura del molde. La compactación de cada una de estas capas se realiza por medio de 60 golpes de la maza, distribuidos uniformemente. La última capa compactada debe entrar aproximadamente 1 cm en el collar superior. El molde debe colocarse sobre una base suficientemente rígida, para que no amortigüe los golpes.
6. Terminada la compactación se retira el collar y se enrasa cuidadosamente el subbalasto con el borde del molde. Se retiran también la base de compactación y el disco espaciador.
7. Se determina la masa en gramos, m_1, del conjunto formado por el molde y el subbalasto compactado.
8. Se coloca el collar otra vez. Sobre la superficie del subbalasto se coloca un círculo hecho con malla de acero de 2 mm de luz, del mismo diámetro interno que el molde. A continuación se rellena el collar, hasta el borde y sin compactar, con un filtro fabricado con grava de tamaños entre 8 y 12 mm, que puede obtenerse a partir de otra porción de la misma muestra. Se coloca la base perforada, sobre el collar, y se ajusta todo el bloque haciendo pasar las varillas tensoras por las asas del collar y del molde y apretando después las tuercas de mariposa.
9. Se da la vuelta al conjunto, quedando por tanto la base perforada en la parte inferior. Se coloca otra malla sobre la otra cara del subbalasto y se rellena el hueco dejado por el anillo espaciador, hasta el borde y sin compactar, con otra porción del filtro descrito. Se coloca a continuación la tapa de la célula, ajustándola con las varillas y las tuercas. Por último, se aplica silicona a todas las juntas para asegurar la total hermeticidad de la célula.
10. En este momento se tiene la tapa de la célula en la parte superior y la base perforada en la inferior. Esta posición se define como célula en situación normal. Se define «célula invertida» la posición de la célula con la base perforada en la parte superior y la tapa en la inferior.

3.2 Saturación del filtro superior.–Esta operación es necesaria para, a continuación, poder saturar la muestra por presión con la célula invertida, ya que al ser la permeabilidad del subbalasto bastante baja, si no se inunda primero el filtro quedará una cámara de aire que hará que la saturación de la muestra sea muy lenta e incompleta, y muchas veces imposible.

Una vez seca la silicona (aproximadamente a las 24 horas), se desenrosca la boquilla de la llave de la tapa de la célula, se abre dicha llave y mediante una bureta (para que el caudal sea muy pequeño y pueda salir el aire al mismo tiempo), se inunda con agua desaireada el filtro de grava comprendido entre el subbalasto y la tapa de la célula. Si la tapa dispone de una segunda llave o válvula de purga, se abre ésta mientras se satura el filtro para permitir la salida de aire. De vez en cuando se procederá a inclinar la célula en distintas direcciones para que pueda penetrar bien el agua y permitir la salida del aire que haya podido quedar en las zonas próximas al borde superior de la célula. Cuando rebose el agua por la llave y se tenga la seguridad de que no queda más aire en el filtro, lo cual suele suceder después de introducir un mínimo de 500 ó 600 ml de agua, se cierra la llave y se vuelve a enroscar la boquilla.

Si la muestra no es muy impermeable, con esta operación se saturará, además del filtro, parte de dicha muestra y el consumo de agua será mayor.

3.3 Montaje del equipo para el ensayo de carga variable:

1. Sobre un banco nivelado se coloca una bandeja y sobre ella, el soporte trípode. Sobre éste se coloca la célula invertida, manejándola siempre sin golpes ni movimientos bruscos, haciendo pasar la llave por el aro plano del trípode. A continuación se nivela la célula y se mide y anota la distancia Y_0 entre el banco y la base perforada (nivel de rebosadero) con precisión de 1 mm.
2. La bureta de 50 ml se coloca cerca de la célula con un soporte. En su salida se inserta un tubo de goma o plástico transparente que se conecta por el otro extremo a un tubo de vidrio en «Y», próximo al cual se coloca una pinza, A, de estrangulamiento. Mediante un nivel, la bureta se ajusta a la vertical y a continuación se miden y se anotan las alturas Y_1 e Y_2, que corresponden a las distancias entre el nivel del banco y las marcas del cero (superior) y el 50 ml (inferior) de la bureta, respectivamente; también con precisión de 1 mm.
3. Se hace una marca en la escala de la bureta a una altura Y_3 (medida desde el nivel del banco), calculada del siguiente modo:

$$Y_3 = Y_0 + h_3$$

Siendo:

$$h_3 = \sqrt{h_1 \times h_2}$$
$$h_1 = Y_1 - Y_0$$
$$h_2 = Y_2 - Y_0$$

4. La altura de la bureta será tal que la distancia h_2 no sea inferior a 30 cm. A mayor altura, menores serán los tiempos que han de medirse.
5. El tanque se coloca a una altura tal que una vez lleno con agua desaireada el nivel de ésta no genere un gradiente hidráulico superior al indicado en la tabla siguiente:

Coeficiente de permeabilidad estándar esperado (m/s)	Gradiente hidráulico máximo
Entre 1×10^{-5} y 1×10^{-6}	2
Entre 1×10^{-6} y 1×10^{-7}	5
Entre 1×10^{-7} y 1×10^{-8}	10
Entre 1×10^{-8} y 1×10^{-9}	20
$< 1 \times 10^{-9}$	30

El gradiente hidráulico se calcula mediante la expresión:

$$G = \frac{H - Y_0}{127}$$

Siendo:

H = nivel del agua en el tanque respecto del nivel del banco, en mm.

Y_0 = nivel del rebosadero respecto del nivel del banco, en mm.

Si una vez realizado el ensayo, el coeficiente de permeabilidad obtenido fuera distinto al esperado, de manera que se saliera del margen correspondiente al gradiente hidráulico establecido, habría que repetir el ensayo con el gradiente correspondiente de la tabla.

6. El grifo de salida del tanque se conecta mediante tubo de goma o plástico transparente a la otra rama lateral del tubo en «Y» y cerca de éste se coloca una pinza de estrangulamiento, B.
7. El tubo de vidrio en forma de «Y» deberá situarse cerca de la llave de entrada de la célula, conectándose su rama inferior a dicha llave mediante tubo transparente con su correspondiente pinza de estrangulamiento, C, cercana al tubo en «Y».
8. Los tubos de goma deberán revisarse durante el ensayo para comprobar que no se forman codos ni estrangulamientos y que los radios de curvatura son amplios en todos los tramos.

3.4 Saturación de la muestra:

1. Se llena el tanque con agua desaireada y se coloca a la altura indicada en el apartado anterior.
2. Con la llave de la célula cerrada, se desconecta de la boquilla el tubo de goma. Se abre la llave del tanque y las pinzas B y C, en este orden; la pinza A permanece cerrada. Se deja salir agua por el extremo del tubo de goma hacia la bandeja hasta tener la seguridad de que en todo el circuito hasta el tanque, no queda aire atrapado. Entonces, sin dejar de salir agua por el tubo, se vuelve a insertar éste en la boquilla.
3. Se abre ahora la llave de la célula y se deja saturar la muestra, comprobando periódicamente la ausencia de burbujas en los tubos de goma. Deberá comprobarse también que no se formen codos ni estrangulamientos en dichos tubos.
4. Cuando empiece a salir agua a través de la placa perforada dejamos que continúe la saturación hasta que el agua salga por todos los agujeros durante unos minutos.
5. Se cierra la pinza C para comenzar el ensayo.

3.5 Ejecución del ensayo:

1. Se repone el agua gastada en el tanque.
2. Se eleva ahora el tanque hasta una altura tal que el nivel del agua quede por encima del nivel superior de la bureta.
3. Con la llave del tanque y la pinza B abiertas y la C cerrada, abrimos la pinza A. A continuación vamos abriendo poco a poco la llave de la bureta y dejando entrar agua en ésta, cuidando de que no se originen burbujas de aire en los tubos. Cuando la bureta esté llena hasta rebosar cerramos su llave.
4. Se cierra la pinza B y se abre la C.
5. Se abre la llave de la bureta al máximo y se pone en marcha el cronómetro cuando se alcance el nivel h_1 (cero de la bureta). Cuando se alcance el nivel h_3 se mide y anota el tiempo, t_a, y se detiene el cronómetro al alcanzar el nivel h_2. Se anota el tiempo total, t en minutos. Todos los tiempos se medirán con una precisión de al menos décimas de segundo y luego se convertirán a minutos con cuatro decimales.
6. Se cierra la llave de la bureta y se mide la temperatura del tanque.
7. Se cierra la pinza C para volver a repetir todos los pasos de este apartado hasta hacer un mínimo de cuatro medidas de t_a y t consecutivas.
8. Una vez cumplidos los requisitos de validez de las medidas descritos en el apartado 4, se desmonta la célula, se guarda el filtro y se extrae el subbalasto del cuerpo de la célula, lavando la pared interior para recoger todo el material. Se seca en estufa a 115 ºC, se deja enfriar y se pesa. Se anota la masa seca, m_2, en gramos.

4. *Cálculos y comprobación de la validez de las medidas*

En cada descenso, el tiempo de caída del agua desde h_1 hasta h_3, o sea, t_a, debería ser el mismo que desde h_3 a h_2, al que se designa como t_b. Por tanto, se repetirán los ensayos en los que no se cumpla la condición:

$$| t_a - t_b | < 0{,}05 \times t$$

Una vez que se tengan un mínimo de cuatro medidas válidas según la condición anterior, se calculará para cada ensayo, el Coeficiente de Permeabilidad, k, a la temperatura del ensayo, mediante la expresión:

$$k = 3{,}84 \times 10^{-5} \times [a \times L/(A \times t)] \times \log_{10}(h_1/h_2) \quad [m/s]$$

Siendo:

A: superficie de la sección interna de la célula, en mm_2; $A = \pi \times D^2/4$.

L: altura de la probeta de subbalasto en la célula, en mm.

a: superficie de la sección interna de la bureta, en mm^2; $a = 50000/H$.

H: distancia entre las marcas de 0 y 50 ml en la bureta, en mm.

t: tiempo de descenso entre marcas de 0 y 50 ml en la bureta, en minutos

A continuación se calcula, para cada ensayo, la k_{20} (coeficiente de permeabilidad estándar, a 20 ºC) mediante la expresión:

$$k_{20} = k \times c$$

El factor de corrección c, por viscosidad, se toma de la tabla siguiente:

T (ºC)	c	T (ºC)	c
0	1,80	16	1,12
1	1,73	17	1,09
2	1,67	18	1,06
3	1,61	19	1,03
4	1,55	20	1,00
5	1,50	21	0,98
6	1,46	22	0,95
7	1,42	23	0,93
8	1,38	24	0,91
9	1,34	25	0,89
10	1,30	26	0,87
11	1,27	27	0,85
12	1,24	28	0,83
13	1,20	29	0,82
14	1,17	30	0,80
15	1,14		

Donde T es la temperatura del ensayo.

Se calcula ahora la desviación estándar, s, a partir de las k_{20} calculadas para cada medida de t, mediante la expresión:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (k_{20,i} - k_{20\,prom})^2}{n-1}}$$

Donde $k_{20,i}$ es la k_{20} de la medida i; n es el n.º total de medidas de t; $k_{20\,prom}$ es la media de esas medidas.

Se calcula el Límite de Confianza, LC, del valor de k_{20prom} para un Nivel de Confianza del 95%, por medio de la expresión:

$$LC = \pm f \times s$$

Donde f es un coeficiente de la distribución de la variable de Student, que se toma de la siguiente tabla, según el número n de medidas realizadas:

n	f	n	f
4	1,591	13	0,604
5	1,242	14	0,577
6	1,049	15	0,554
7	0,925	16	0,533
8	0,836	17	0,514
9	0,769	18	0,497
10	0,715	19	0,482
11	0,672	20	0,468
12	0,635		

Una vez calculado LC pueden darse dos casos:

a) Que LC, en valor absoluto, sea mayor que $1,4 \times 10^{-(p+1)}$, donde p+1 es el exponente que, con signo negativo, figura en el valor de k_{20prom} cuando éste se expresa con dos cifras significativas (unidades mayores que cero y décimas) seguidas de la potencia 10^{-p} (por ejemplo si $k_{20prom} = 2,4 \times 10^{-7}$, entonces p = 7 y $LC \geq 1,4 \times 10^{-8}$):

En este caso, las medidas realizadas no son suficientes y por tanto habrá que realizar más para aumentar n, o bien, repetir el ensayo con otra muestra.

b) Que LC, en valor absoluto, sea igual o menor que $1,4 \times 10^{-(p+1)}$:

En este caso las medidas son suficientes y se toma k_{20prom} como valor del coeficiente de permeabilidad de la primera porción de muestra, con dos cifras significativas y expresado en m/s.

5. *Ensayo de la segunda porción de muestra*

Con la otra porción del material pasado por el tamiz 20 mm UNE, se realiza un segundo ensayo siguiendo todos los pasos descritos desde el punto 3.

6. *Ensayo en vacío (sin muestra)*

Antes de realizar ensayos con muestras de subbalasto deben realizarse al menos tres ensayos en vacío (sin muestra) para determinar el Coeficiente de Permeabilidad del sistema bureta-tubos-conexiones, $(k_{20})_b$, que deberá ser muy superior al de las muestras de subbalasto.

Para ello, en cada ensayo se rellena la célula con grava de la misma granulometría y procedencia que el filtro descrito en el apartado 3.1. Se realiza el resto del ensayo y se calcula $(k_{20})_b$ siguiendo los pasos descritos en los puntos 3 y 4.

Se tomará como valor final de $(k_{20})_b$ el promedio de los obtenidos en los ensayos en blanco realizados.

El valor de $(k_{20})_b$ deberá ser lo suficientemente grande como para que no influya en el valor final de la k_{20} de la muestra, para los valores normales de la permeabilidad en los subbalastos. En caso contrario deberemos aumentar la permeabilidad del sistema colocando llaves, boquillas y tuberías con diámetros internos mayores.

7. *Obtención del coeficiente de permeabilidad y expresión de los resultados*

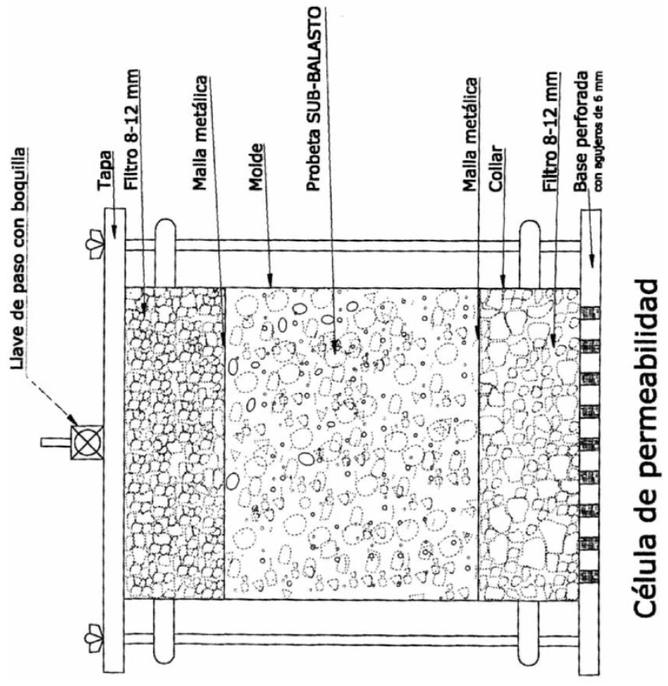
Se calcula el coeficiente de permeabilidad del ensayo $(k_{20})_e$ como media aritmética de los coeficientes de permeabilidad promedios de ambas porciones de muestra $(k_{20})_1$ y $(k_{20})_2$, respectivamente.

$$(k_{20})_e = [(k_{20})_1 + (k_{20})_2]/2$$

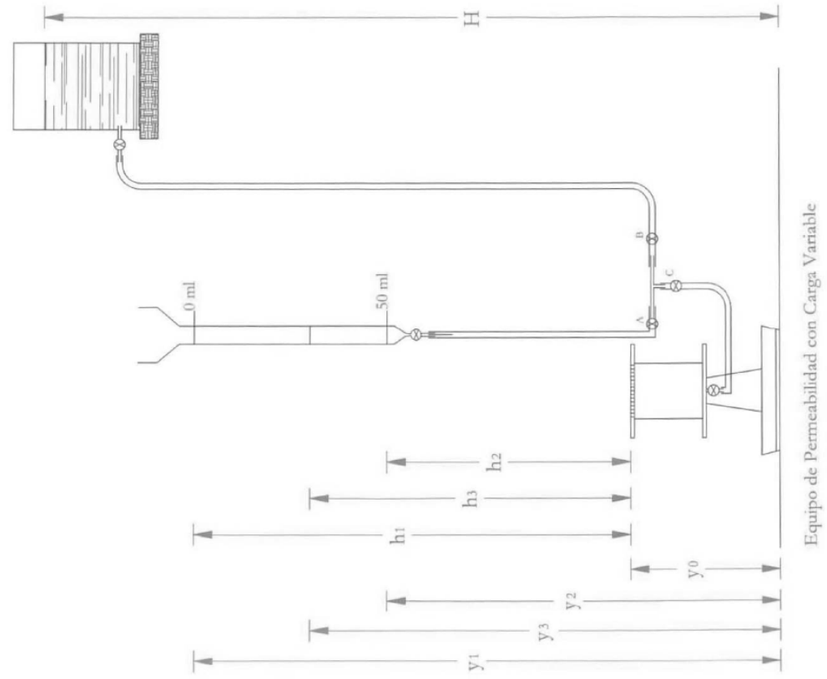
Por último calcularemos el Coeficiente de Permeabilidad real de la muestra, k_{20}, mediante la expresión:

$$k_{20} = (k_{20})_e \times (k_{20})_b / [(k_{20})_b - (k_{20})_e]$$

El resultado se expresa en m/s y con dos cifras significativas, según lo expuesto en el apartado 4.



Célula de permeabilidad



Equipo de Permeabilidad con Carga Variable

ANEJO 4

Normas UNE relacionadas

Código	Denominación	Validez desde
UNE-EN 933-5:1999	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.	26-02-1999
UNE 103204:1993	Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.	19-02-1993
UNE 103201:1996	Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.	20-05-1996
UNE-EN 933-1:1998	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.	14-04-1998
UNE-EN 933-8:2000	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.	31-03-2000
UNE-EN 1097-2:1999	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.	22-03-1999
UNE-EN 1097-1:1997	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 1: Determinación de la resistencia al desgaste (Micro-Deval).	16-01-1997
UNE-EN 1097-1/A1:2004	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 1: Determinación de la resistencia al desgaste (Micro-Deval).	24-12-2004
UNE-EN 932-1:1997	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.	10-02-1997
UNE-EN 932-2:1999	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 2: Métodos para la reducción de muestras de laboratorio.	29-11-1999
UNE 103501:1994	Geotécnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.	24-02-1994
UNE 103503:1995	Determinación «in situ» de la densidad de un suelo por el método de la arena.	19-06-1995
UNE 103300:1993	Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.	12-02-1993
UNE 103502:1995	Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.	19-06-1995
UNE 103501:1994	Geotécnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.	24-02-1994

M.OT.ET.107 Recepció de balast

Elaborat per:	
Oficina Tècnica	Xavier Tosca

Revisat per:	
Oficina Tècnica Manteniment	Constantino Quiroga
Manteniment Infraestructures	Jordi Oliva
Oficina Tècnica Projectes	Carles Artero

Aprovat per:	
Director de Manteniment	Marc Serra
Director de Projectes	Pere Mateu

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

M.OT.ET. Recepció Balast

Data: 05.07.2012

Revisió: 1

Revisió	Motiu del canvi	Data vigor
1	Creació	05/07/2012

Llista de difusió:
Projectes
Manteniment

ÍNDEX

Pàgina

1. Objecte i àmbit d'aplicació 4

2. Antecedents 4

3. Normativa aplicada 4

4. ET's que anul·la aquesta especificació 4

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

M.OT.ET. Recepció Balast

Data: 05.07.2012

Revisió: 1

1. OBJECTE I ÀMBIT D'APLICACIÓ

Aquesta ET especifica les característiques, subministrament i recepció que ha de tenir el balast utilitzat en el projecte, construcció i manteniment de les infraestructures ferroviàries a les instal·lacions d'FGC en totes les seves línies, tant en obra nova com en renovació o rehabilitació de la via.

Aquesta Especificació Tècnica es tindrà d'adjuntar obligatòriament a les comandes de material de l'encapçalament. La qualitat del material subministrat haurà d'ajustar-se a les prescripcions que s'estableixin en aquesta ET.

Les actualitzacions de la normativa UNE de referència en l'ordre FOM, seran d'aplicació si la seva publicació es anterior a la contractació de l'obra o subministrament de balast.

2. ANTECEDENTS

Actualment la ET vigent d'FGC que recull les condicions del subministrament del balast és la Especificació Tècnica de Via ETV020. Aquesta especificació amb el pas del temps i l'evolució tecnològica per al transport ferroviari, juntament a les noves exigències de seguretat, qualitat, confort i interoperabilitat aplicades a l'àmbit ferroviari ha quedat desfasada pel que es fa necessari una actualització que reculli les noves condicions mínimes exigibles en aquests temes.

FGC ha de disposar d'una normativa contrastada i aprovada seguint els criteris més adequats per l'àmbit ferroviari. Ha de ser una normativa d'aplicació actual i que les futures actualitzacions estiguin a l'abast de tothom.

3. NORMATIVA APLICADA

A partir de la data d'aprovació d'aquesta especificació, les característiques, subministrament i recepció que ha de tenir el balast per a totes les línies d'FGC seran les recollides en el BOE núm 103 del dilluns dia 1 de maig de 2006 en la *"ORDEN FOM/1269/2006, de 17 de abril, por la que se aprueban los capítulos: 6.- Balasto y 7.- Subbalasto del pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF)"*. Dins d'aquesta ordre del Ministeri de Foment, es consideraran les líneas d'FGC com a tipus B amb balast tipus 2.

Les futures actualitzacions d'aquesta ordre del Ministeri de Foment seran també d'aplicació, sempre i quan la seva publicació sigui anterior a la contractació de l'obra o subministrament de balast i que FGC no disposi el contrari en una nova revisió d'aquesta especificació. Tampoc seran d'aplicació en aquelles obres que es desenvolupin dels projectes tancats en data anterior a les actualitzacions.

4. ET's QUE ANUL·LA AQUESTA ESPECIFICACIÓ

Amb la publicació d'aquest document queden anul·lades les següents especificacions d'FGC:

- Especificació Tècnica de Via ETV 020 "Condicions de subministrament de balast per via"
- Especificació Tècnica de Seguretat ETS 037 "Condicions de subministrament de balast per a la via"

DOCUMENT NÚM. 4
PRESSUPOST

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL

PRESSUPOST

Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2	01	DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES
Capítulo3	01	MOVIMENTS DE TERRES

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	G22DU130	m2	Esbrossada en qualsevol tipus de terreny, amb part proporcional de zones boscoses, deixant la llenya a disposició de l'Administració, definides als plànols, mesurat sobre perfil teòric, inclosa arrancada o tala d'arbres, soca, càrrega i transport a l'abocador o aplec, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador (P - 14)	0,57	976,000	556,32
2	G9L1U010	m	Camí de servei de 5,00 m d'ample com a màxim, inclòs excavació i reblert necessari, 20 cm de tot-u artificial. Inclou l'excavació i perfilat de la base o caixa de cunetes al llarg de l'actuació. (P - 20)	96,00	360,000	34.560,00
3	G221U012	m3	Excavació de terreny per sota la plataforma de via en sol vegetal i/o no classificat en zones de desmunt al llarg de la traça, amb mitjans mecànics, amb càrrega i transport a l'abocador o lloc d'ús, inclòs cànon d'abocament i manteniment de l'abocador. (P - 11)	3,63	2.985,000	10.835,55
4	G226U020	m3	Terraplenat amb sòl procedent de préstec, estesa i compactació segons condicions del Plec de Prescripcions Tècniques, mesurat sobre perfil teòric (P - 13)	6,70	1.074,600	7.199,82
5	G21R0002	u	Tala d'arbre de qualsevol tipus, inclòs extracció de soca i arrels, rebliment i compactació de la cavitat ocasionada per l'extracció amb tot-u artificial, poda, trossejat, càrrega i transport a l'abocador o lloc d'aplec dels materials resultants, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador, segons plec de condicions (P - 10)	115,00	10,000	1.150,00
6	G222U002	m3	Excavació de terreny no classificat en rases, pous o fonaments, amb mitjans mecànics, càrrega i transport a l'abocador, aplec o lloc d'ús, inclòs cànon d'abocament i manteniment de l'abocador (P - 12)	22,87	50,040	1.144,41

TOTAL	**Capítulo3**	**01.01.01.01**	**55.446,10**

Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2	01	DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES
Capítulo3	02	DEMOLICIONS I ENDERROCS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	G21DU100	m	Demolició de cuneta triangular/trapezoidal de formigó en massa, armat o prefabricat de qualsevol amplària i profunditat i 15 cm de gruix, inclosa càrrega, transport a l'abocador, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador. (P - 8)	18,00	159,000	2.862,00
2	G21G0001	m	Desplaçament, protecció de instal·lacions i recol·locació de canal amb instal·lacions ferroviaries, fibra óptica principalment, i en el seu cas, senyal, comunicació, dades i baixa tensió. Per la canal prefabricada inclou el desmuntatge de tots els elements prefabricats i desconnexions, desmuntatge i retirada fins acopi en la propia obra per re-aprofitament de totes les peces prefabricades de la canal. i arreplegament del cable o en el seu defecte l'estintolament protegit amb beina de PVC corrugat. Inlcou càrrega i transport per l'obr, maquinaria auxiliar. Inclou el treball per zones o fases si fos necessari, el muntatge de les peces prefabricades a la nova ubicació i la col·Locació de totes les instal·lacions. (P - 9)	21,00	179,000	3.759,00
3	G21DU020	m	Demolició de tub de PVC o polietilè sota cuneta de entre 80 i 150 cm de diàmetre interior, sense recobriment de formigó, inclosa solera, retirada de graves de feltre, tall d'armadures, càrrega, transport a l'abocador, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador. (P - 7)	29,30	149,000	4.365,70

MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA
DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA
LLEIDA - LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

PRESSUPOST

4	G214U120	m3	Enderroc d'estructures de qualsevol tipus, de formigó en massa o armat, amb mitjans mecànics o manuals, inclòs tall d'armadures, càrrega, transport a l'abocador, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador. En presència de serveis afectats en servei. elements de drenatge etc. (P - 6)	117,06	60,000	7.023,60
5	G214U070	m2	Subministre i col·locació de canal prefabricada per a nou ús, per a les instal·lacions de via, principalment fibra óptica, amb rejuntat entre pces i segellat de tapes. Peces similar a les existents. Inclou tot els mitjans auxiliars necessaris per al seu muntatge i col·locació. (P - 5)	45,00	60,000	2.700,00

TOTAL	**Capítulo3**	**01.01.01.02**	**20.710,30**

Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2	02	AIXECAMENT I REPOSICIÓ DE VIA
Capítulo3	01	AIXECAMENT- REPOSICIÓ DE VIA

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	GREUH01	m	Tall, desmuntatge i retirada de carril de via existent, travesses, petit material i balast, inclòs el desmuntatge i trasllat a la zona d'acopi definida per FGC del material existent. S'inclou la maquinària encarrilada tipus Vaiacar i personal qualificat per a dur a terme les operacions d'aixecament i retirada dels carrils. A més, s'inclouen tots els mitjans auxiliars i la maquinària necessària per a l'operació, així com un Encarregat de Treballs homologat per FGC. Gestió del material: Tot el material en bon estat s'aprofitarà i s'acopiarà a prop de la zona d'obra per a la seva posterior recol·locació. El carrils s'aprofita al tallar trams o cupons de suficient llargada, el balast i les travesses que no estiguin en bon estat o que es trenquin durant la manipulació de l'obra es portaran a un abocador. S'inclouen les càrregues els transports intermedis necessaris i el cànon d'abocador. El contractista haurà de reposar el material que es malmeti per la manipulació dels treballs. (P - 27)	113,62	175,000	19.883,50
2	GREUH02	u	Treballs de topografia i ajust de la rasant per a la correcta execució dels treballs, que inclouen el replanteig de la via a partir de l'eix de càlcul, l'establiment d'una poligonal tancada (anada i tornada) a sistema relatiu de coordenades i aixecament de tots els punts necessaris, per a la correcta situació en planta i alçat dels eixos de cada via i la seva rasant. S'inclouen els medis necessaris i el dibuix de les seccions necessàries. La partida es messura com a unitat única que inclou tots els treballs necessaris en les actuacions de via. (P - 28)	3.450,00	1,000	3.450,00
3	GREHU04	m3	Subministrament, transport i estesa de nou balast TIPUS 1 a l'obra. La partida inclou tots els mitjans auxiliars així com la maquinària de via necessària per a la realització dels treballs i el transport i la col·locació del nou balast a obra, amb excavadora, dumper, Vaiacar encarrilada, etc. Els treballs es realitzaran en període d'intercepció de via i s'inclou l'Encarregat de treballs homologat per FGC per la línia Lleida - La Pobla de Segur, que sigui necessari en tota la durada de l'obra. (P - 30)	48,60	373,650	18.159,39
4	GREHU05	m	Muntatge de via única sobre balast mitjançant maqinaria posicionadora de carril, incloent les operacions de col·locació de travesses, carrils, alineació, 1er anivellament, batonat amb grup de batonat de la vaicar, estabilització i perfilat fins al primer anivellament i 2n anivellament amb batonat una setmana després del 1er anivellament. Inclou la col·locació de nous carrils per vies igual secció a les existents en barres de 18m, i de totes les travesses. Inclòs tots els transports intermedis a l'obra i la col·locació amb el replanteig acurat per donar continuïtat al carril existent i donar servei a la línia. Estan inclosos tots els mitjans auxiliars així com la maquinaria de via necessària per a la realització dels treballs i el transport amb excavadora, dumper, Vaiacar encarrilada, etc, Els treballs es realitzaran en període de tall amb intercep (P - 31)	343,00	175,000	60.025,00

PRESSUPOST

5	GREHU06	u	Subministrament i transport de travessa monobloc polivalent tipus PRVE, segons especificacions tècniques de FGC, amb elements de fixació tipus de carril, càrrega transport i descàrrega a lloc d'ús. Només travesses deteriorades. (P - 32)	135,00	30,000	4.050,00
6	GREHU07	m	Neutralització de tensions per a nou carril col·locat. El procés de neutralització de tensions es realitzarà per a una longitud de 150m. La partida inclou tots els mitjans auxiliars així com la maquinaria de via necessària per a la realització dels treballs i el transport amb excavadora, dumper, Vaiacar encarrilada, etc., Els treballs es realitzaran en període de tall amb intercepció de via i s'inclou el personals homologat per FGC tant de pilot com de responsable de treballs que sigui necessari en tota la durada de l'obra (P - 33)	4,86	878,000	4.267,08
7	GREHU08	u	Soldadures aluminotèrmica de carril via per col·locació de nou carril. La partida inclou kit de soldadura i tots els mitjans auxiliars així com la maquinaria de via necessària per a la realització dels treballs i el transport amb excavadora, dumper, Vaiacar encarrilada, neteja e inspecció. Els treballs es realitzaran en període de tall amb intercepció de via i s'inclou l'Encarregat de treballs homologat per FGC per la línia Lleida - La Pobla de Segur que sigui necessari en tota la durada de l'obra (P - 34)	339,47	8,000	2.715,76
8	040401	u	Jornada de treball per al demuntatge i posterior muntatge i posada en servei de les instal·lacions de senyalització i protecció dels trens mitjançant per personal amb acreditada experiència i aprovada per tècnics de FGC on s'inclouen les feines: - Desmuntatge, muntatge i reconnexionat de pedal existent en via afectades per les obres. - Desmuntatge, muntatge i reconnexionat de balissa ASFA afectada per les obress En totes les feines s'inclou la part proporcional de cablejat, connexionat nou, reposició de canaletes, i qualsevol altre medi i material necessari. Proves i posada en servei inclós. Personal homologat per FGC (responsable de treballs). Totalment acabat i en servei. La partida inclou els treballs durant el cap de setmana del tall de circulació en horari convingut diürn o nocturn. (P - 1)	3.000,00	2,000	6.000,00
9	040402	m	Ripat, estintolament i protecció de cablejat d'instal·lacions a situació provisonal sobre cable d'acer sustentador, amb qualsevol herratge d'ancoratge i suspensió necessari en ubicació definidia per personal tècnic de FGC i/o Direcció Facultativa. Reposició posterior a situació definitiva. (P - 2)	16,68	875,000	14.595,00
10	TT4ZU200	m2	Manta antivibratòria sota balast, del gruix necessari per a una càrrega >225 kN per eix, amb Cstat=0,03 N/mm3 i V<=120 km/h, tipus Sylodyn DN319 o equivalent, col.locada. (P - 46)	90,55	700,000	63.385,00
11	G935U022	m3	Cunya de transició de base de grava-ciment de granulometria GC25 o GC20, amb ciment pòrtland amb escòria CEM II/B-S 32,5 N, elaborada a l'obra o en planta, inclòs estesa, prefisuració i compactació, segons condicions del Plec de Prescripcions Tècniques, mesurat sobre perfil teòric (P - 19)	50,24	126,000	6.330,24

TOTAL Capítulo3 **01.01.02.01** **202.860,97**

Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2	03	ESTRUCTURES
Capítulo3	01	MICROPILOTS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	MC0301A1	pa	Partida alçada per a la preparació, transport, muntatge, desmuntatge i retirada de l'equip de perforació i injecció de micropilons, incloent-hi els mitjans auxiliars necessaris, així com la part proporcional del personal especialitzat. Inclou tots els moviments de maquinaria necessaris duran l'obra. (P - 37)	10.000,00	1,000	10.000,00

MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA
DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA
LLEIDA - LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

PRESSUPOST

2	MC0301A2	m	Perforació de micropiló de Ø 280 mm vertical amb sistema de rotopercussió concèntrica tipus Mincon Spiral Flush o similar. Armat amb tuberia N-80 de 219 x 12,5 mm (fcy > 560 MPa) i unió mitjançant rosca mascle-femella de més de 100 mm, fins a 40 ml de profunditat, injecció IU o IR de beurada de ciment fins a 80 kg/ml segons les especificacions del projecte. Inclou tots els mitjans auxiliars necesaris. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells. La partida inlou la càrrega, transport i descàrrega de detritus des de lloc de perforació fins a abocador aprovat i autoritzat, inclós canon d'abocament i de manteniment d'abocador. (P - 38)	79,00	3.110,000	245.690,00
3	MC0301A3	u	Unitat fixa per cada micropiló, independentment de la seva longitud, pel subministrament, mecanitzat i soldadura de l'anell d'arrossegament perdut (Ring Bit SF HDI219-12.7-171 o similar) i p.p. d'eines de perforació.Inlou tots els mitjans auxiliars. (P - 39)	495,00	146,000	72.270,00
4	MC0301A4	m	Suplement per injecció de beurada IR (amb 2 vàlvules per metre lineal de micropiló) segons el procediment del projecte. (P - 40)	15,00	3.110,000	46.650,00
5	MC0301A5	m	Subministrament i col·locació de l'armadura del micropiló amb tuberia N-80 de 219 x 12,5 mm (f cy >560 MPa) i unió mitjançant rosca mascle-femella de més de 100 mm, amb 2 vàlvules d'injecció antiretorn cada metre, fins a 40 ml de profunditat. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells. (P - 41)	109,00	3.110,000	338.990,00
6	MC0301A6	m	Subministrament i injecció de ciment CEM II 42,5 N en procediment d'injecció única (IU) per al reompliment amb beurada fins a 80 kg/ml, amb dosificació A/C 0,5.La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells. (P - 42)	18,20	3.110,000	56.602,00
7	MC0301A7	t	Injeccions de beurada de ciment CEM II 42,5 N per al reompliment de cavitats. Ciment injectat en excés per sobre de la quantitat de kg/ml establerta en el preu del micropiló (80 kg/ml). La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells. (P - 43)	390,00	93,300	36.387,00
8	MC0301A8	u	Fabricació, subministrament i col·locació amb control topogràfic dels capitells descrits en els plànols del projecte (placa metàl·lica de 350 x 350 x 30 mm i 4 rigiditzadors de 20 mm de gruix). Per micropilons de 219,1x12,5mm. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells. (P - 44)	165,00	146,000	24.090,00
9	MC0301A9	u	Fabricació, subministrament i col·locació dels maniguets d'unió exterior de 244 mm x 12,5 x 500 mm, per a la connexió dels capitells.La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells. (P - 45)	68,50	146,000	10.001,00

TOTAL Capítulo3 **01.01.03.01** **840.680,00**

Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2	03	ESTRUCTURES
Capítulo3	02	BIGUES I LLOSA ESTRUCTURAL

PRESSUPOST

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	G3Z1U030	m3	Formigó de 35 N/mm2 de resistència característica a la compressió (C35/45) per a regularització sota biga fonaments,pels rebliments de la zona de unió roscada, pel formigonat de la propia biga de fonamentació longitudinal i per la xapa de compressió de la llosa alveolada, inclòs la preparació de la base d'assentament, col·locació i vibrat, mitjans auxiliar, abocat amb cubilot o mitjançant bomament. Inclou tots els mitjans auxiliars.La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels treballs. (P - 15)	218,04	398,150	86.812,63
2	G4B0U030	kg	Acer B 500 S en barres corrugades de límit elàstic no menor de 500 N/mm2, col·locat en fusts, capitells i llindes, bigues de fonamentació, preparat a taller i col·Locat a l'obra. Inclou soldadura quan sigui necessari.La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels treballs. (P - 16)	1,70	34.750,000	59.075,00
3	G9Z4UC20	m2	Malla electrosoldada en acer corrugat B 500 T, de 15x15 cm i 8 mm de diàmetre, pel control de la fissuració superficial en paviment o solera (P - 21)	12,14	1.006,902	12.223,79
4	G4D0U010	m2	Encofrat i desencofrat pla en parament no vist. en fusta o meàl·lic. Inclou tots els mitjans auxiliars. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells.Inclou l'encofrat puntual quadrat o rodò per a cada cap de micropilot per tal de deixar la zona de rosca formigonada. (P - 17)	31,76	930,900	29.565,38
5	E4LVG5HU	m2	Lloses alveolars de formigó pretesat de 50 cm d'alçària i 100 a 120 cm d'amplària, amb junt lateral obert superiorment, de 900 a 1200 kNm per m d'amplària de moment flector últim, per a sostre de 50+ 5 cm, col·locades sobre estructura. (P - 4)	150,12	881,969	132.401,19
6	GRH09090	m	Construcció de muret guardabalast de bloc de formigó de 20 cm d'amplada i dues fileres de 20 cm d'alçada, amb els buits dels blocs reblerts de formigó i armats, inclosa perforació i fixació d'armadura amb resina epoxid en el taulell, esperes verticals Ø12 mm amb pota de 5 cm, dues per a per cada forat del bloc. Col·locació de dues barres longitudinals Ø6 mm en la filera intermèdia, formigonat i execució del remat superior amb morter. Inclou tots els mitjans auxiliars, maquinària i personal necessari, encarregat de via, càrrega, transport, anivellament, retocs finals i neteja de l'obra fins a la seva completa execució. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels treballs. (P - 35)	48,00	350,000	16.800,00

TOTAL	**Capítulo3**	**01.01.03.02**	**336.877,99**
Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550	
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3	
Capítulo2	06	OBRES AUXILIARS	
Capítulo3	01	IMPERMEABILITZACIÓ I DRENATGE	

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	GD53U010	m	Neteja i restitució de cuneta de qualsevol tipus, amb mitjans mecànics i manuals, inclòs reperfilat de bermes i talussos, càrrega i transport a l'abocador dels materials resultants, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador (P - 23)	5,14	63,600	326,90
2	GD5AR220	m	Drenatge amb tub de PVC de doble paret, de diàmetre 210 mm, ranurat parcial en un arc de 108º a 220º i SN 4 kN/m2, inclòs excavació, transport a abocador, base de formigó de 15 N/mm2 de resistència característica a la compressió, amb un <= 20% del granulat gruixut reciclat, tub, geotextil i reblert de material filtrant, segons plànols (P - 26)	37,35	159,000	5.938,65

PRESSUPOST

3	GD57U620	m	Cuneta profunda trapezoïdal executada in-situ sobre terreny compactat, d'amplades 0,2m /1,00 m i 0,50 m de fondària, amb un revestiment mínim de 15 cm de formigó de 25 N/mm2 de resistència característica a compressió, armat amb cuadrícula xarxat de 100x100mm i 6mm de diàmetre, inclòs excavació de terreny no classificat, refinat i compactat, càrrega i transport a l'abocador dels materials resultants. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris. (P - 25)	48,55	159,000	7.719,45
4	GD57U510	m	Cuneta profunda triangular executada in-situ d'1,00 m d'amplada i 0,33 m de fondària, amb un revestiment mínim de 10 cm de formigó de 20 N/mm2 de resistència característica a compressió, inclòs excavació de terreny no classificat, refinat, càrrega i transport a l'abocador dels materials resultants. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris. (P - 24)	25,00	159,000	3.975,00
5	G781U010	m2	Impermeabilització de paraments verticals i horitzontals de formigó, amb 1,8 kg/m2 emulsió bituminosa catiònica. Impermeabilització dels taulell i les bigues longitudinals. (P - 18)	4,24	1.269,000	5.380,56
6	GAR1U020	m	Tancament exterior de 2 m d'alçària, amb malla de filferro galvanitzat i plastificat, inclòs excavació i fonament d'ancoratge (P - 22)	18,83	200,000	3.766,00

TOTAL	**Capítulo3**	**01.01.06.01**		**27.106,56**
Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550		
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3		
Capítulo2	06	OBRES AUXILIARS		
Capítulo3	02	AUSCULTACIÓ		

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	JV22U110	u	Desmuntatge, neteja i reinstal·lació un cop muntada la via dels sensor d'auscultació instal·lats actualment en via. Inclou les operacionsnecessaries fins a tornarlos a deixar en funcionament. El criteri d'amidament es per unitat de desmuntatge i muntatge de tots els sensors i les instal·laciions associades. (P - 36)	1.205,00	2,000	2.410,00

TOTAL	**Capítulo3**	**01.01.06.02**	**2.410,00**
Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550	
Capítulo1	02	PARTIDES ALÇADES	
Capítulo2	01	PARTIDES ALÇADES ABONAMENT INTEGRE	

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	GREHI-22	pa	Partida alçada d'abonament integre estessa de balast i retirada posteriors per formació de passos transversals de maquinaria per sobre la via actual. S'inclouen les pasades de batonat amb vaicar necessaries en els punt propers als passos de maquinaria. S'inclou el transport de la maquinaria. (P - 29)	900,00	2,000	1.800,00

TOTAL	**Capítulo2**	**01.02.01**	**1.800,00**
Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550	
Capítulo1	02	PARTIDES ALÇADES	

PRESSUPOST

Capítulo2 02 PARTIDES ALÇADES A JUSTIFICAR

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	XIA0070	pa	Partida alçada a justificar per la descoberta d'elements ocults sobre instal·lacions i serveis afectas soterrats i no visibles en la fase de projecte. (P - 48)	6.000,00	1,000	6.000,00
2	XPA100SS	pa	Partida alçada a justificar per la seguretat i salut a l'obra segons Estudi de Seguretat i Salut i Pla de Seguretat i Salut aprovat. (P - 0)	27.000,00	1,000	27.000,00
3	070202	pa	Partida alçada a justificar de gestió de residus (no contemplats en les partides corresponents). La partida inclou la càrrega, transport i descàrrega de detritus des de lloc d'aplec definit fins a abocador aprovat i autoritzat, inclós canon d'abocament i de manteniment d'abocador. S'iinclou els residus de l'obra i també el tractament i gestió del residu corresponent a les travesses de fusta que no s'aprofitin, tenint en compte la classificació com a residu especial. (P - 3)	15.000,00	1,000	15.000,00
4	X0000101	pa	Partida alçada a justificar per elements ocults no detectats durant la fase de redacció del projecte (P - 47)	15.000,00	1,000	15.000,00
TOTAL	**Capítulo2**		**01.02.02**			**63.000,00**

AMIDAMENTS DETALLATS

AMIDAMENTS

Obra	01	PRESUPUESTO LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2	01	DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES
Capítulo3	01	MOVIMENTS DE TERRES

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ

1 G22DU130 m2 Esbrossada en qualsevol tipus de terreny, amb part proporcional de zones boscoses, deixant la llenya a disposició de l'Administració, definides als plànols, mesurat sobre perfil teòric, inclosa arrancada o tala d'arbres, soca, càrrega i transport a l'abocador o aplec, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Zona costat riu pista servei	T	Longitud	Ample				
2	TRAM 1		53,000	4,000			212,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	4,000			184,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	4,000			160,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		30,000	4,000			120,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		30,000	4,000			120,000	C#*D#*E#*F#
7	Esbrossada per accèssos a parcel·les		30,000	6,000			180,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **976,000**

2 G9L1U010 m Camí de servei de 5,00 m d'ample com a màxim, inclòs excavació i reblert necessari, 20 cm de tot-u artificial. Inclou l'excavació i perfilat de la base o caixa de cunetes al llarg de l'actuació.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	% actuació´	Longitud				
2	Nou cami de servei costat riu.		1,000	180,000			180,000	C#*D#*E#*F#
3	Cami servei existent adequació.		1,000	180,000			180,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **360,000**

3 G221U012 m3 Excavació de terreny per sota la plataforma de via en sol vegetal i/o no classificat en zones de desmunt al llarg de la traça, amb mitjans mecànics, amb càrrega i transport a l'abocador o lloc d'ús, inclòs cànon d'abocament i manteniment de l'abocador.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Ample	Alçada			
2	TRAM 1		53,000	10,000	1,500		795,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	10,000	1,500		690,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	10,000	1,500		600,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		30,000	10,000	1,500		450,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		30,000	10,000	1,500		450,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **2.985,000**

4 G226U020 m3 Terraplenat amb sòl procedent de préstec, estesa i compactació segons condicions del Plec de Prescripcions Tècniques, mesurat sobre perfil teòric

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Ample	Alçada			
2	TRAM 1		53,000	10,000	0,300		159,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	10,000	0,300		138,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	10,000	0,300		120,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		30,000	10,000	0,300		90,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		30,000	10,000	0,300		90,000	C#*D#*E#*F#
8	Zona cunetes							

MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA
DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA
LLEIDA - LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

AMIDAMENTS

9	TRAM 1	53,000	2,000	1,200	127,200	C#*D#*E#*F#
10	TRAM 2	46,000	2,000	1,200	110,400	C#*D#*E#*F#
11	TRAM 3	40,000	2,000	1,200	96,000	C#*D#*E#*F#
12	Extrem tram 1	30,000	2,000	1,200	72,000	C#*D#*E#*F#
13	Extrem trma 3	30,000	2,000	1,200	72,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **1.074,600**

5 G21R0002 u Tala d'arbre de qualsevol tipus, inclòs extracció de soca i arrels, rebliment i compactació de la cavitat ocasionada per l'extracció amb tot-u artificial, poda, trossejat, càrrega i transport a l'abocador o lloc d'aplec dels materials resultants, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador, segons plec de condicions

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Unitats					
2	PRevisió arbre o arbust		10,000				10,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **10,000**

6 G222U002 m3 Excavació de terreny no classificat en rases, pous o fonaments, amb mitjans mecànics, càrrega i transport a l'abocador, aplec o lloc d'ús, inclòs cànon d'abocament i manteniment de l'abocador

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Zona protecció rosca capitells	T	Longitud	Ample	Alçada			
2	TRAM 1		53,000	0,600	0,600		19,080	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	0,600	0,600		16,560	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	0,600	0,600		14,400	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **50,040**

Obra	01	PRESUPUESTO LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2	01	DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES
Capítulo3	02	DEMOLICIONS I ENDERROCS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ

1 G21DU100 m Demolició de cuneta triangular/trapezoidal de formigó en massa, armat o prefabricat de qualsevol amplària i profunditat i 15 cm de gruix, inclosa càrrega, transport a l'abocador, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud					
2	TRAM 1		53,000				53,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000				46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000				40,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		10,000				10,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		10,000				10,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **159,000**

2 G21G0001 m Desplaçament, protecció de instal·lacions i recol·locació de canal amb instal·lacions ferroviaries, fibra óptica principalment, i en el seu cas, senyal, comunicació, dades i baixa tensió.
Per la canal prefabricada inclou el desmuntatge de tots els elements prefabricats i desconnexions, desmuntatge i retirada fins acopi en la propia obra per re-aprofitament de totes les peces prefabricades de la canal. i arreplegament del cable o en el seu defecte l'estintolament protegit amb beina de PVC corrugat. Inlcou càrrega i transport per l'obr, maquinaria auxiliar. Inclou el treball per zones o fases si fos necessari, el muntatge de les peces prefabricades a la nova ubicació i la col·Locació de totes les instal·lacions.

AMIDAMENTS

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud					
2	TRAM 1		53,000				53,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000				46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000				40,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		20,000				20,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		20,000				20,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **179,000**

3 G21DU020 m Demolició de tub de PVC o polietilè sota cuneta de entre 80 i 150 cm de diàmetre interior, sense recobriment de formigó, inclosa solera, retirada de graves de feltre, tall d'armadures, càrrega, transport a l'abocador, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud					
2	TRAM 1		53,000				53,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000				46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000				40,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		5,000				5,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		5,000				5,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **149,000**

4 G214U120 m3 Enderroc d'estructures de qualsevol tipus, de formigó en massa o armat, amb mitjans mecànics o manuals, inclòs tall d'armadures, càrrega, transport a l'abocador, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador. En presència de serveis afectats en servei. elements de drenatge etc.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Estimació	Costats de via				
2	TRAM 1 - SIFO NÚM.18		10,000	2,000			20,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2 - SIFO NÚM.19		10,000	2,000			20,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3 - SIFO NÚM.20		10,000	2,000			20,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **60,000**

5 G214U070 m2 Subministre i col·locació de canal prefabricada per a nou ús, per a les instal·lacions de via, principalment fibra óptica, amb rejuntat entre pces i segellat de tapes. Peces similar a les existents. Inclou tot els mitjans auxiliars necessaris per al seu muntatge i col·locació.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Estimació					
2	Previsió nova canal		60,000				60,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **60,000**

Obra	01	PRESUPUESTO LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550	
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3	
Capítulo2	02	AIXECAMENT I REPOSICIÓ DE VIA	
Capítulo3	01	AIXECAMENT- REPOSICIÓ DE VIA	

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ

1 GREUH01 m Tall, desmuntatge i retirada de carril de via existent, travesses, petit material i balast, inclòs el desmuntatge i trasllat a la zona d'acopi definida per FGC del material existent. S'inclou la maquinària encarrilada tipus Vaiacar i personal qualificat per a dur a terme les operacions d'aixecament i retirada dels carrils. A més, s'inclouen tots

AMIDAMENTS

els mitjans auxiliars i la maquinària necessària per a l'operació, així com un Encarregat de Treballs homologat per FGC.

Gestió del material: Tot el material en bon estat s'aprofitarà i s'acopiarà a prop de la zona d'obra per a la seva posterior recol·locació. El carrils s'aprofita al tallar trams o cupons de suficient llargada, el balast i les travesses que no estiguin en bon estat o que es trenquin durant la manipulació de l'obra es portaran a un abocador. S'inclouen les càrregues els transports intermedis necessaris i el cànon d'abocador. El contractista haurà de reposar el material que es malmeti per la manipulació dels treballs.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud					
2	TRAM 1		53,000				53,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000				46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000				40,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		18,000				18,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		18,000				18,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **175,000**

2 GREUH02 u Treballs de topografia i ajust de la rasant per a la correcta execució dels treballs, que inclouen el replanteig de la via a partir de l'eix de càlcul, l'establiment d'una poligonal tancada (anada i tornada) a sistema relatiu de coordenades i aixecament de tots els punts necessaris, per a la correcta situació en planta i alçat dels eixos de cada via i la seva rasant. S'inclouen els medis necessaris i el dibuix de les seccions necessàries. La partida es messura com a unitat única que inclou tots els treballs necessaris en les actuacions de via.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Unitats					
2	Total l'actuació		1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **1,000**

3 GREHU04 m3 Subministrament, transport i estesa de nou balast TIPUS 1 a l'obra. La partida inclou tots els mitjans auxiliars així com la maquinària de via necessària per a la realització dels treballs i el transport i la col·locació del nou balast a obra, amb excavadora, dumper, Vaiacar encarrilada, etc. Els treballs es realitzaran en període d'intercepció de via i s'inclou l'Encarregat de treballs homologat per FGC per la línia Lleida - La Pobla de Segur, que sigui necessari en tota la durada de l'obra.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Area transv				
2	TRAM 1		53,000	2,350			124,550	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	2,350			108,100	C#*D#*E#*F#
4	TRAM3		40,000	2,350			94,000	C#*D#*E#*F#
5	Altres zones afectade sper l'obra		10,000	2,350			23,500	C#*D#*E#*F#
6			10,000	2,350			23,500	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **373,650**

4 GREHU05 m Muntatge de via única sobre balast mitjançant maqinaria posicionadora de carril, incloent les operacions de col·locació de travesses, carrils, alineació, 1er anivellament, batonat amb grup de batonat de la vaicar, estabilització i perfilat fins al primer anivellament i 2n anivellament amb batonat una setmana després del 1er anivellament. Inclou la col·locació de nous carrils per vies igual secció a les existents en barres de 18m, i de totes les travesses. Inclòs tots els transports intermedis a l'obra i la col·locació amb el replanteig acurat per donar continuïtat al carril existent i donar servei a la línia. Estan inclosos tots els mitjans auxiliars així com la maquinaria de via necessària per a la realització dels treballs i el transport amb excavadora, dumper, Vaiacar encarrilada, etc, Els treballs es realitzaran en període de tall amb intercep

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud					
2	TRAM 1		53,000				53,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000				46,000	C#*D#*E#*F#

AMIDAMENTS

4	TRAM 3					40,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1					18,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3					18,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 175,000

5 GREHU06 u

Subministrament i transport de travessa monobloc polivalent tipus PRVE, segons especificacions tècniques de FGC, amb elements de fixació tipus de carril, càrrega transport i descàrrega a lloc d'ús. Només travesses deteriorades.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Ut traveses	% substituir			
2	TRAM 1		53,000	90,000	0,100		9,000	(C#/C#)*D#*E#
3	TRAM 2		46,000	80,000	0,100		8,000	(C#/C#)*D#*E#
4	TRAM 3		40,000	70,000	0,100		7,000	(C#/C#)*D#*E#
5	Extrem tram 1		18,000	30,000	0,100		3,000	(C#/C#)*D#*E#
6	Extrem trma 3		18,000	30,000	0,100		3,000	(C#/C#)*D#*E#

TOTAL AMIDAMENT 30,000

6 GREHU07 m

Neutralització de tensions per a nou carril col·locat. El procés de neutralització de tensions es realitzarà per a una longitud de 150m. La partida inclou tots els mitjans auxiliars així com la maquinaria de via necessària per a la realització dels treballs i el transport amb excavadora, dumper, Vaiacar encarrilada, etc., Els treballs es realitzaran en període de tall amb intercepció de via i s'inclou el personals homologat per FGC tant de pilot com de responsable de treballs que sigui necessari en tota la durada de l'obra

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Núm carrils				
2	TRAM 1		53,000	2,000			106,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	2,000			92,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	2,000			80,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		150,000	2,000			300,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		150,000	2,000			300,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 878,000

7 GREHU08 u

Soldadures aluminotèrmica de carril via per col·locació de nou carril. La partida inclou kit de soldadura i tots els mitjans auxiliars així com la maquinaria de via necessària per a la realització dels treballs i el transport amb excavadora, dumper, Vaiacar encarrilada, neteja e inspecció. Els treballs es realitzaran en període de tall amb intercepció de via i s'inclou l'Encarregat de treballs homologat per FGC per la línia Lleida - La Pobla de Segur que sigui necessari en tota la durada de l'obra

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Ut, Soldadura					
2	TRAM 1		2,000				2,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		4,000				4,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		2,000				2,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 8,000

8 040401 u

Jornada de treball per al demuntatge i posterior muntatge i posada en servei de les instal·lacions de senyalització i protecció dels trens mitjançant per personal amb acreditada experiència i aprovada per tècnics de FGC on s'inclouen les feines:

- Desmuntatge, muntatge i reconnexionat de pedal existent en via afectades per les obres.
- Desmuntatge, muntatge i reconnexionat de balissa ASFA afectada per les obress

En totes les feines s'inclou la part proporcional de cablejat, connexionat nou, reposició de canaletes, i qualsevol altre medi i material necessari. Proves i posada en servei inclós. Personal homologat per FGC (responsable de treballs). Totalment acabat i en servei.
La partida inclou els treballs durant el cap de setmana del tall de circulació en horari convingut diürn o nocturn.

MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA
DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA
LLEIDA - LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

AMIDAMENTS

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Jornades					
2	Desmuntatge de Balissa i Pedal		1,000				1,000	C#*D#*E#*F#
3	Muntatge de Balissa i Pedal		1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 2,000

9 040402 m

Ripat, estintolament i protecció de cablejat d'instal·lacions a situació provisonal sobre cable d'acer sustentador, amb qualsevol herratge d'ancoratge i suspensió necessari en ubicació definidia per personal tècnic de FGC i/o Direcció Facultativa. Reposició posterior a situació definitiva.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Num movimen				
2	TRAM 1		53,000	5,000			265,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	5,000			230,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	5,000			200,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		18,000	5,000			90,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		18,000	5,000			90,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 875,000

10 TT4ZU200 m2

Manta antivibratòria sota balast, del gruix necessari per a una càrrega >225 kN per eix, amb Cstat=0,03 N/mm3 i V<=120 km/h, tipus Sylodyn DN319 o equivalent, col.locada.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Amplada				
2	Manta sobre nou taulell de via		140,000	5,000			700,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 700,000

11 G935U022 m3

Cunya de transició de base de grava-ciment de granulometria GC25 o GC20, amb ciment pòrtland amb escòria CEM II/B-S 32,5 N, elaborada a l'obra o en planta, inclòs estesa, prefisuració i compactació, segons condicions del Plec de Prescripcions Tècniques, mesurat sobre perfil teòric

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Cunaya transció extrems estructura	T	Ample	Llargada	Gruix mig	ut		
2			7,000	15,000	0,600	2,000	126,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 126,000

Obra	01	PRESUPUESTO LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2	03	ESTRUCTURES
Capítulo3	01	MICROPILOTS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ

1 MC0301A1 pa

Partida alçada per a la preparació, transport, muntatge, desmuntatge i retirada de l'equip de perforació i injecció de micropilons, incloent-hi els mitjans auxiliars necessaris, així com la part proporcional del personal especialitzat. Inclou tots els moviments de maquinaria necessaris duran l'obra.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

AMIDAMENTS

TOTAL AMIDAMENT 1,000

2 MC0301A2 m

Perforació de micropiló de Ø 280 mm vertical amb sistema de rotopercussió concèntrica tipus Mincon Spiral Flush o similar. Armat amb tuberia N-80 de 219 x 12,5 mm (fcy > 560 MPa) i unió mitjançant rosca mascle-femella de més de 100 mm, fins a 40 ml de profunditat, injecció IU o IR de beurada de ciment fins a 80 kg/ml segons les especificacions del projecte. Inclou tots els mitjans auxiliars necesaris. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells. La partida inlou la càrrega, transport i descàrrega de detritus des de lloc de perforació fins a abocador aprovat i autoritzat, inclós canon d'abocament i de manteniment d'abocador.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Profunditat	Costats de via	Núm			
2	TRAM 1		19,600	2,000	27,000		1.058,400	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		21,200	2,000	23,000		975,200	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		23,400	2,000	21,000		982,800	C#*D#*E#*F#
5	Micros amb fallida		23,400	2,000	2,000		93,600	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 3.110,000

3 MC0301A3 u

Unitat fixa per cada micropiló, independentment de la seva longitud, pel subministrament, mecanitzat i soldadura de l'anell d'arrossegament perdut (Ring Bit SF HDI219-12.7-171 o similar) i p.p. d'eines de perforació.Inlou tots els mitjans auxiliars.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T		Costats de via	Núm			
2	TRAM 1			2,000	27,000		54,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2			2,000	23,000		46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3			2,000	21,000		42,000	C#*D#*E#*F#
5	Micros amb fallida			2,000	2,000		4,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 146,000

4 MC0301A4 m

Suplement per injecció de beurada IR (amb 2 vàlvules per metre lineal de micropiló) segons el procediment del projecte.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Profunditat	Costats de via	Núm			
2	TRAM 1		19,600	2,000	27,000		1.058,400	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		21,200	2,000	23,000		975,200	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		23,400	2,000	21,000		982,800	C#*D#*E#*F#
5	Micros amb fallida		23,400	2,000	2,000		93,600	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 3.110,000

5 MC0301A5 m

Subministrament i col·locació de l'armadura del micropiló amb tuberia N-80 de 219 x 12,5 mm (f cy >560 MPa) i unió mitjançant rosca mascle-femella de més de 100 mm, amb 2 vàlvules d'injecció antiretorn cada metre, fins a 40 ml de profunditat. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Profunditat	Costats de via	Núm			
2	TRAM 1		19,600	2,000	27,000		1.058,400	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		21,200	2,000	23,000		975,200	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		23,400	2,000	21,000		982,800	C#*D#*E#*F#
5	Micros amb fallida		23,400	2,000	2,000		93,600	C#*D#*E#*F#

MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA
DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA
LLEIDA - LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

AMIDAMENTS

TOTAL AMIDAMENT 3.110,000

6 MC0301A6 m

Subministrament i injecció de ciment CEM II 42,5 N en procediment d'injecció única (IU) per al reompliment amb beurada fins a 80 kg/ml, amb dosificació A/C 0,5.La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Profunditat	Costats de via	Núm			
2	TRAM 1		19,600	2,000	27,000		1.058,400	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		21,200	2,000	23,000		975,200	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		23,400	2,000	21,000		982,800	C#*D#*E#*F#
5	Micros amb fallida		23,400	2,000	2,000		93,600	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 3.110,000

7 MC0301A7 t

Injeccions de beurada de ciment CEM II 42,5 N per al reompliment de cavitats. Ciment injectat en excés per sobre de la quantitat de kg/ml establerta en el preu del micropiló (80 kg/ml). La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Profunditat	Costats de via	Núm	%		
2	TRAM 1		19,600	2,000	27,000	0,030	31,752	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		21,200	2,000	23,000	0,030	29,256	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		23,400	2,000	21,000	0,030	29,484	C#*D#*E#*F#
5	Micros amb fallida		23,400	2,000	2,000	0,030	2,808	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 93,300

8 MC0301A8 u

Fabricació, subministrament i col·locació amb control topogràfic dels capitells descrits en els plànols del projecte (placa metàl·lica de 350 x 350 x 30 mm i 4 rigiditzadors de 20 mm de gruix). Per micropilons de 219,1x12,5mm. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T		Costats de via	Capitells			
2	TRAM 1			2,000	27,000		54,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2			2,000	23,000		46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3			2,000	21,000		42,000	C#*D#*E#*F#
5	Micros amb fallida			2,000	2,000		4,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 146,000

9 MC0301A9 u

Fabricació, subministrament i col·locació dels maniguets d'unió exterior de 244 mm x 12,5 x 500 mm, per a la connexió dels capitells.La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T		Costats de via	Capitells			
2	TRAM 1			2,000	27,000		54,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2			2,000	23,000		46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3			2,000	21,000		42,000	C#*D#*E#*F#
5	Micros amb fallida			2,000	2,000		4,000	C#*D#*E#*F#

AMIDAMENTS

TOTAL AMIDAMENT **146,000**

Obra 01 PRESUPUESTO LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1 01 01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2 03 ESTRUCTURES
Capítulo3 02 BIGUES I LLOSA ESTRUCTURAL

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ

1 G3Z1U030 m3 Formigó de 35 N/mm2 de resistència característica a la compressió (C35/45) per a regularització sota biga fonaments,pels rebliments de la zona de unió roscada, pel formigonat de la propia biga de fonamentació longitudinal i per la xapa de compressió de la llosa alveolada, inclòs la preparació de la base d'assentament, col·locació i vibrat, mitjans auxiliar, abocat amb cubilot o mitjançant bomament. Inclou tots els mitjans auxiliars.La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels treballs.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Àrea biga+sot	Núm, bigues			
2	TRAM 1		53,000	1,000	2,000		106,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	1,000	2,000		92,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	1,000	2,000		80,000	C#*D#*E#*F#
5	Subtotal	S					278,000	SUMSUBTOT
7	Xapa compressió	T	Longitud	Amplada	Gruix			
8	TRAM 1		53,000	6,770	0,100		35,881	C#*D#*E#*F#
9	TRAM 2		46,000	6,770	0,100		31,142	C#*D#*E#*F#
10	TRAM 3		40,000	6,770	0,100		27,080	C#*D#*E#*F#
11	Mermes i abocades	P	7,000				26,047	

TOTAL AMIDAMENT **398,150**

2 G4B0U030 kg Acer B 500 S en barres corrugades de límit elàstic no menor de 500 N/mm2, col·locat en fusts, capitells i llindes, bigues de fonamentació, preparat a taller i col·Locat a l'obra. Inclou soldadura quan sigui necessari.La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels treballs.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	kg/ml	Núm, bigues			
2	TRAM 1		53,000	125,000	2,000		13.250,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	125,000	2,000		11.500,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	125,000	2,000		10.000,000	C#*D#*E#*F#
6	Subtotal "A origen"	O					34.750,000	SUMORIGEN(

TOTAL AMIDAMENT **34.750,000**

3 G9Z4UC20 m2 Malla electrosoldada en acer corrugat B 500 T, de 15x15 cm i 8 mm de diàmetre, pel control de la fissuració superficial en paviment o solera

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Xapa compressió	T	Longitud	Amplada				
2	TRAM 1		53,000	6,770			358,810	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	6,770			311,420	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	6,770			270,800	C#*D#*E#*F#
5	Mermes i abocades	P	7,000				65,872	PERORIGEN(

MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA
DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA
LLEIDA - LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

AMIDAMENTS

TOTAL AMIDAMENT **1.006,902**

4 G4D0U010 m2 Encofrat i desencofrat pla en parament no vist. en fusta o meàl·lic. Inclou tots els mitjans auxiliars. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels micriopilots i els seus capitells.Inclou l'encofrat puntual quadrat o rodò per a cada cap de micropilot per tal de deixar la zona de rosca formigonada.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	M2/ml encofrat	Núm, bigues			
2	TRAM 1		53,000	3,000	2,000		318,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	3,000	2,000		276,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	3,000	2,000		240,000	C#*D#*E#*F#
5	Tapes laterals			0,900	2,000	20,000	36,000	C#*D#*E#*F#
6	Mermes i abocades	P	7,000				60,900	PERORIGEN(

TOTAL AMIDAMENT **930,900**

5 E4LVG5HU m2 Lloses alveolars de formigó pretesat de 50 cm d'alçària i 100 a 120 cm d'amplària, amb junt lateral obert superiorment, de 900 a 1200 kNm per m d'amplària de moment flector últim, per a sostre de 50+ 5 cm, col·locades sobre estructura.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Amplada				
2	TRAM 1		53,000	5,930			314,290	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	5,930			272,780	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	5,930			237,200	C#*D#*E#*F#
5	Mermes i abocades	P	7,000				57,699	PERORIGEN(

TOTAL AMIDAMENT **881,969**

6 GRH09090 m Construcció de muret guardabalast de bloc de formigó de 20 cm d'amplada i dues fileres de 20 cm d'alçada, amb els buits dels blocs reblerts de formigó i armats, inclosa perforació i fixació d'armadura amb resina epoxid en el taulell, esperes verticals Ø12 mm amb pota de 5 cm, dues per a per cada forat del bloc. Col·locació de dues barres longitudinals Ø6 mm en la filera intermèdia, formigonat i execució del remat superior amb morter. Inclou tots els mitjans auxiliars, maquinària i personal necessari, encarregat de via, càrrega, transport, anivellament, retocs finals i neteja de l'obra fins a la seva completa execució. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris per l'execució i finalització dels treballs.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1		T	Longitud	Costats				
2	TRAM 1		53,000	2,000			106,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	2,000			92,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	2,000			80,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		18,000	2,000			36,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		18,000	2,000			36,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **350,000**

Obra 01 PRESUPUESTO LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1 01 01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2 06 OBRES AUXILIARS
Capítulo3 01 IMPERMEABILITZACIÓ I DRENATGE

AMIDAMENTS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ

1 GD53U010 m Neteja i restitució de cuneta de qualsevol tipus, amb mitjans mecànics i manuals, inclòs reperfilat de bermes i talussos, càrrega i transport a l'abocador dels materials resultants, cànon d'abocament i manteniment de l'abocador

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Previsió	T	Longitud	% neteja				
2	TRAM 1		53,000	0,400			21,200	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	0,400			18,400	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	0,400			16,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		10,000	0,400			4,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		10,000	0,400			4,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **63,600**

2 GD5AR220 m Drenatge amb tub de PVC de doble paret, de diàmetre 210 mm, ranurat parcial en un arc de 108º a 220º i SN 4 kN/m2, inclòs excavació, transport a abocador, base de formigó de 15 N/mm2 de resistència característica a la compressió, amb un <= 20% del granulat gruixut reciclat, tub, geotextil i reblert de material filtrant, segons plànols

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Zona cuneta triangular	T	Longitud					
2	TRAM 1		53,000				53,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000				46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000				40,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		10,000				10,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		10,000				10,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **159,000**

3 GD57U620 m Cuneta profunda trapezoïdal executada in-situ sobre terreny compactat, d'amplades 0,2m /1,00 m i 0,50 m de fondària, amb un revestiment mínim de 15 cm de formigó de 25 N/mm2 de resistència característica a compressió, armat amb cuadrícula xarxat de 100x100mm i 6mm de diàmetre, inclòs excavació de terreny no classificat, refinat i compactat, càrrega i transport a l'abocador dels materials resultants. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Zona cuneta triangular existent	T	Longitud					
2	TRAM 1		53,000				53,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000				46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000				40,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		10,000				10,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		10,000				10,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **159,000**

4 GD57U510 m Cuneta profunda triangular executada in-situ d'1,00 m d'amplada i 0,33 m de fondària, amb un revestiment mínim de 10 cm de formigó de 20 N/mm2 de resistència característica a compressió, inclòs excavació de terreny no classificat, refinat, càrrega i transport a l'abocador dels materials resultants. La partida inclou els mitjans auxiliars necessaris i l'entibació i contenció del balast i/ o el terreny, en cas necessari, així com les excavacions i desmunts puntuals necessaris.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Zona sense cuneta costat riu	T	Longitud					

MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA
DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA
LLEIDA - LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

AMIDAMENTS

2	TRAM 1		53,000				53,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000				46,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000				40,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		10,000				10,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		10,000				10,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **159,000**

5 G781U010 m2 Impermeabilització de paraments verticals i horitzontals de formigó, amb 1,8 kg/m2 emulsió bituminosa catiònica. Impermeabilització dels taulell i les bigues longitudinals.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Zona sense cuneta costat riu	T	Longitud	Amplada				
2	TRAM 1		53,000	9,000			477,000	C#*D#*E#*F#
3	TRAM 2		46,000	9,000			414,000	C#*D#*E#*F#
4	TRAM 3		40,000	9,000			360,000	C#*D#*E#*F#
5	Extrem tram 1		1,000	9,000			9,000	C#*D#*E#*F#
6	Extrem trma 3		1,000	9,000			9,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **1.269,000**

6 GAR1U020 m Tancament exterior de 2 m d'alçària, amb malla de filferro galvanitzat i plastificat, inclòs excavació i fonament d'ancoratge

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Zona delimiatació terrenys FGC amb parcel·les costat riu		200,000				200,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **200,000**

Obra	01	PRESUPUESTO LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3
Capítulo2	06	OBRES AUXILIARS
Capítulo3	02	AUSCULTACIÓ

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ

1 JV22U110 u Desmuntatge, neteja i reinstal·lació un cop muntada la via dels sensor d'auscultació instal·lats actualment en via. Inclou les operacionsnecessaries fins a tornarlos a deixar en funcionament. El criteri d'amidament es per unitat de desmuntatge i muntatge de tots els sensors i les instal·laciions associades.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Desmuntatge		1,000				1,000	C#*D#*E#*F#
2	Muntatge		1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **2,000**

Obra	01	PRESUPUESTO LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1	02	PARTIDES ALÇADES
Capítulo2	01	PARTIDES ALÇADES ABONAMENT INTEGRE

AMIDAMENTS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	GREHI-22	pa	Partida alçada d'abonament integre estessa de balast i retirada posteriors per formació de passos transversals de maquinaria per sobre la via actual. S'inclouen les pasades de batonat amb vaicar necessaries en els punt propers als passos de maquinaria. S'inclou el transport de la maquinaria.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Pas 1		1,000				1,000	C#*D#*E#*F#
2	Pas 2		1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **2,000**

Obra 01 PRESUPUESTO LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550
Capítulo1 02 PARTIDES ALÇADES
Capítulo2 02 PARTIDES ALÇADES A JUSTIFICAR

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	XIA0070	pa	Partida alçada a justificar per la descoberta d'elements ocults sobre instal·lacions i serveis afectas soterrats i no visibles en la fase de projecte.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **1,000**

2	XPA100SS	pa	Partida alçada a justificar per la seguretat i salut a l'obra segons Estudi de Seguretat i Salut i Pla de Seguretat i Salut aprovat.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **1,000**

3	070202	pa	Partida alçada a justificar de gestió de residus (no contemplats en les partides corresponents). La partida inclou la càrrega, transport i descàrrega de detritus des de lloc d'aplec definit fins a abocador aprovat i autoritzat, inclós canon d'abocament i de manteniment d'abocador. S'iinclou els residus de l'obra i també el tractament i gestió del residu corresponent a les travesses de fusta que no s'aprofitin, tenint en compte la classificació com a residu especial.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **1,000**

4	X0000101	pa	Partida alçada a justificar per elements ocults no detectats durant la fase de redacció del projecte

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

MEMÒRIA VALORADA PER A LA MILLORA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA
DE VIA AL VOLTANT DEL PK 29+550, A GERB, DE LA LÍNIA
LLEIDA - LA POBLA DE SEGUR DELS FGC.

AMIDAMENTS

TOTAL AMIDAMENT **1,000**

RESUM DEL PRESSUPOST PER CAPÍTOLS

RESUM DE PRESSUPOST

NIVELL 4: Capítulo3			Import
Capítulo3	01.01.01.01	MOVIMENTS DE TERRES	55.446,10
Capítulo3	01.01.01.02	DEMOLICIONS I ENDERROCS	20.710,30
Capítulo2	**01.01.01**	**DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES**	**76.156,40**
Capítulo3	01.01.02.01	AIXECAMENT- REPOSICIÓ DE VIA	202.860,97
Capítulo2	**01.01.02**	**AIXECAMENT I REPOSICIÓ DE VIA**	**202.860,97**
Capítulo3	01.01.03.01	MICROPILOTS	840.680,00
Capítulo3	01.01.03.02	BIGUES I LLOSA ESTRUCTURAL	336.877,99
Capítulo2	**01.01.03**	**ESTRUCTURES**	**1.177.557,99**
Capítulo3	01.01.06.01	IMPERMEABILITZACIÓ I DRENATGE	27.106,56
Capítulo3	01.01.06.02	AUSCULTACIÓ	2.410,00
Capítulo2	**01.01.06**	**OBRES AUXILIARS**	**29.516,56**
			1.486.091,92

NIVELL 3: Capítulo2			Import
Capítulo2	01.01.01	DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES	76.156,40
Capítulo2	01.01.02	AIXECAMENT I REPOSICIÓ DE VIA	202.860,97
Capítulo2	01.01.03	ESTRUCTURES	1.177.557,99
Capítulo2	01.01.06	OBRES AUXILIARS	29.516,56
Capítulo1	**01.01**	**01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3**	**1.486.091,92**
Capítulo2	01.02.01	PARTIDES ALÇADES ABONAMENT INTEGRE	1.800,00
Capítulo2	01.02.02	PARTIDES ALÇADES A JUSTIFICAR	63.000,00
Capítulo1	**01.02**	**PARTIDES ALÇADES**	**64.800,00**
			1.550.891,92

NIVELL 2: Capítulo1			Import
Capítulo1	01.01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3	1.486.091,92
Capítulo1	01.02	PARTIDES ALÇADES	64.800,00
Obra	**01**	**Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550**	**1.550.891,92**
			1.550.891,92

NIVELL 1: Obra			Import
Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550	1.550.891,92
			1.550.891,92

RESUM DE PRESSUPOST

NIVELL 4: Capítulo3			%
Capítulo3	01.01.01.01	MOVIMENTS DE TERRES	3,58
Capítulo3	01.01.01.02	DEMOLICIONS I ENDERROCS	1,34
Capítulo2	**01.01.01**	**DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES**	**4,91**
Capítulo3	01.01.02.01	AIXECAMENT- REPOSICIÓ DE VIA	13,08
Capítulo2	**01.01.02**	**AIXECAMENT I REPOSICIÓ DE VIA**	**13,08**
Capítulo3	01.01.03.01	MICROPILOTS	54,21
Capítulo3	01.01.03.02	BIGUES I LLOSA ESTRUCTURAL	21,72
Capítulo2	**01.01.03**	**ESTRUCTURES**	**75,93**
Capítulo3	01.01.06.01	IMPERMEABILITZACIÓ I DRENATGE	1,75
Capítulo3	01.01.06.02	AUSCULTACIÓ	0,16
Capítulo2	**01.01.06**	**OBRES AUXILIARS**	**1,90**
			95,82

NIVELL 3: Capítulo2			%
Capítulo2	01.01.01	DEMOLICIONS, MOVIMENT DE TERRES	4,91
Capítulo2	01.01.02	AIXECAMENT I REPOSICIÓ DE VIA	13,08
Capítulo2	01.01.03	ESTRUCTURES	75,93
Capítulo2	01.01.06	OBRES AUXILIARS	1,90
Capítulo1	**01.01**	**01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3**	**95,82**
Capítulo2	01.02.01	PARTIDES ALÇADES ABONAMENT INTEGRE	0,12
Capítulo2	01.02.02	PARTIDES ALÇADES A JUSTIFICAR	4,06
Capítulo1	**01.02**	**PARTIDES ALÇADES**	**4,18**
			100,00

NIVELL 2: Capítulo1			%
Capítulo1	01.01	01_TRAM 1- TRAM 2- TRAM 3	95,82
Capítulo1	01.02	PARTIDES ALÇADES	4,18
Obra	**01**	**Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550**	**100,00**
			100,00

NIVELL 1: Obra			%
Obra	01	Presupuesto LPS_GB_INF_MV_23_240_PK 29+550	100,00
			100,00

PRESSUPOST PER CONTRACTE

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL.....	1.550.891,92
13 % DESPESES GENERALS SOBRE 1.550.891,92.....	201.615,95
6 % BENEFICI INDUSTRIAL SOBRE 1.550.891,92.....	93.053,52

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE 1.845.561,39

21 % IVA SOBRE 1.845.561,39.....	387.567,89

TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE AMB IVA INCLÒS 2.233.129,28

Aquest pressupost d'execució per contracte (IVA inclòs) puja a

dos milions dos-cents trenta-tres mil cent vint-i-nou euros amb vint-i-vuit cèntims

---

Barcelona, Juliol de 2024

L´autor del projecte

Jordi Torrelles Rico
Enginyer Camins, Canals i Ports
Núm.col. 19189