

**PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS QUE REGIRAN
LA LICITACIÓ PER A LA CONTRACTACIÓ DE LES OBRES
D'EXECUCIÓ D'UNA BARRERA PER AL SISTEMA ASPA-FLETXA AL
VESSANT 04 A LA LÍNIA LLEIDA - LA POBLA DE SEGUR DE
FERROCARRILS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA**

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	3
2. ANTECEDENTS.....	4
3. DESCRIPCIÓ DEL LES ACTUACIONS A REALITZAR	5
4. EXECUCIÓ DELS TREBALLS.....	7
5. ASPECTES GENERALS.....	9
5.1 Prescripcions generals.....	9
5.2 Normativa Aplicable	9
5.3 Equip responsable per part del contractista.....	9
5.4 Seguretat i Salut en el treball.....	10
5.5 Control de qualitat i certificats dels materials.....	12
5.6 Garantia.....	12
6. PLANIFICACIÓ	12
7. DELEGAT D'OBRA.....	12
8. AMIDAMENTS I PRESSUPOST.....	13
9. ANNEXES	14
ANNEX núm. 1	15
ANNEX núm. 2	16

1. INTRODUCCIÓ

L'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya realitza inspeccions semestrals als talussos i vessants de la línia de Lleida – La Pobla de Segur.

Dels estudis realitzats després de les inspeccions realitzades el 2024, el ICGC recomana la instal·lació d'un sistema de protecció contra desprendiments provinents del vessant 4 de la línia Lleida – La Pobla de Segur.

El present Plec de Prescripcions Tècniques Particulars té com a objectiu definir les operacions necessàries per a la contractació de l'execució de les obres d'execució d'una barrera per al sistema aspa-fletxa al Vessant 04 a la línia Lleida - La Pobla de Segur d'FGC.

En tot el què no s'especifica al present Plec de Prescripcions Tècniques Particulars, el contractista haurà d'acomplir allò especificat en les normatives d'obligat compliment, en especial, aquelles relatives a la Prevenció de Riscos Laborals i Reial Decret 1627/1997.

Per treballar a les instal·lacions d'FGC és obligatori que les empreses hagin realitzat, previ a l'inici de les obres, la corresponent Coordinació d'Activitats Empresarials.

2. ANTECEDENTS

El 30/10/2024 va caure un bloc a la via de la línia Lleida – La Pobla de Segur, al pk 46+800, procedent del vessant 4.

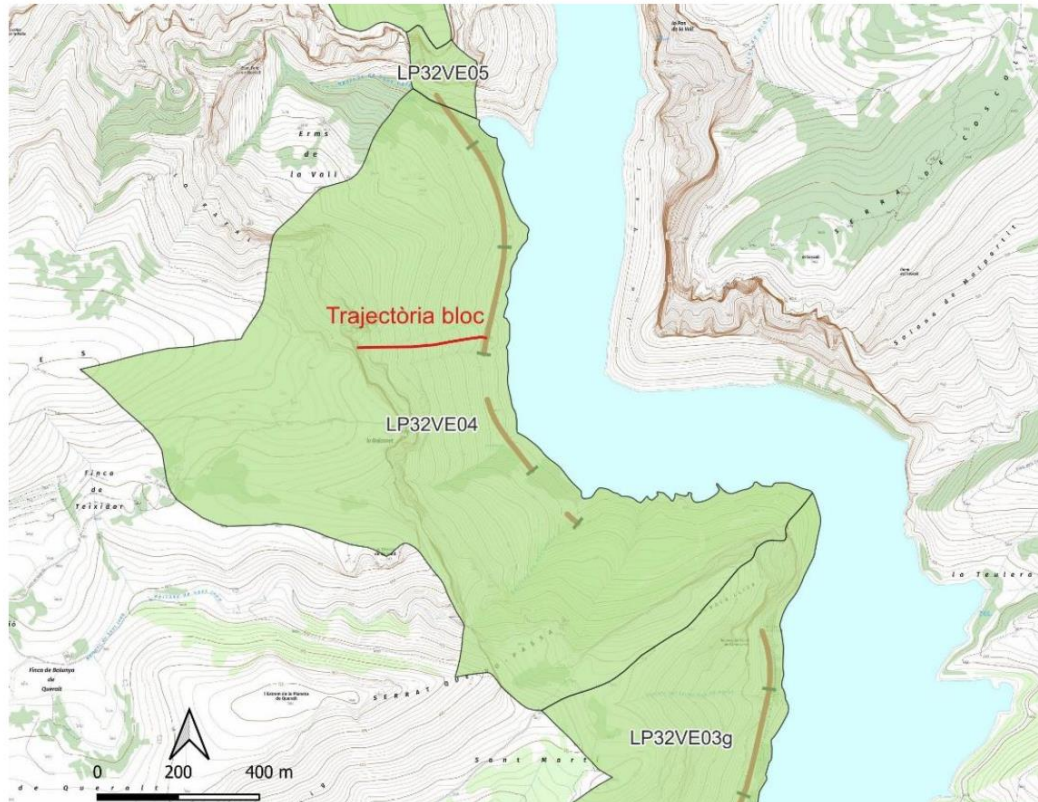


Figura 1. Situació del vessant LP32VE04 i trajectòria del bloc després.



Figura 2. Detall dels blocs despresos i danys en una de les travesses.

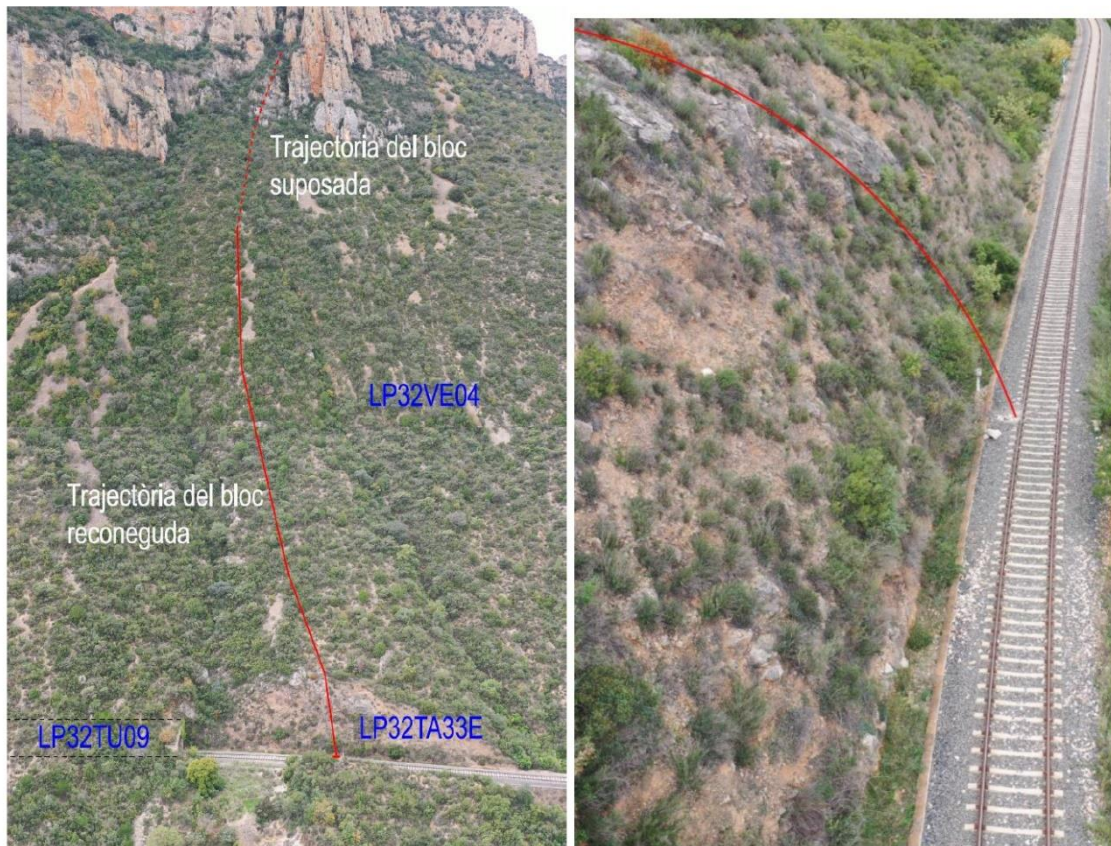


Figura 3. Trajectòria del bloc al llarg del vessant.

Arran del despreniment, el ICGC va redactar el document “*Estudi de perillositat i tramificació en funció del risc geològic del vessant LP32VE04 de la línia Lleida – La Pobla de Segur de FGC*” que es pot consultar a l’annex 2.

El document conclou com a primera fase i prioritària: Instal·lació de 360 m de tanca tipus aspa-fletxa amb sensorització per a la detecció d’impactes i emissió d’alertes.

Aquest plec tècnic descriu les actuacions per executar la barrera on s’instal·larà el nou sistema aspa-fletxa.

3. DESCRIPCIÓ DEL LES ACTUACIONS A REALITZAR

El vessant 4 es troba passada l’estació de Santa Linya en direcció La Pobla de Segur.

L’estació de FGC Santa Linya està situada al pk 44+875.

La nova barrera estàtica del vessant 4 s’instal·larà en 4 trams, amb un total de 360m. Els trams estan descrits a la següent taula:

Ubicació de les tanques tipus aspa-fletxa vessant LP32VE04.

Tanca AF	Longitud	PKs
AF-01	90 m	46+432 – 46+522
AF-02	100 m	46+543 – 46+643
AF-03	100 m	46+757 – 46+643
AF-04	70 m	46+850 – 46+920

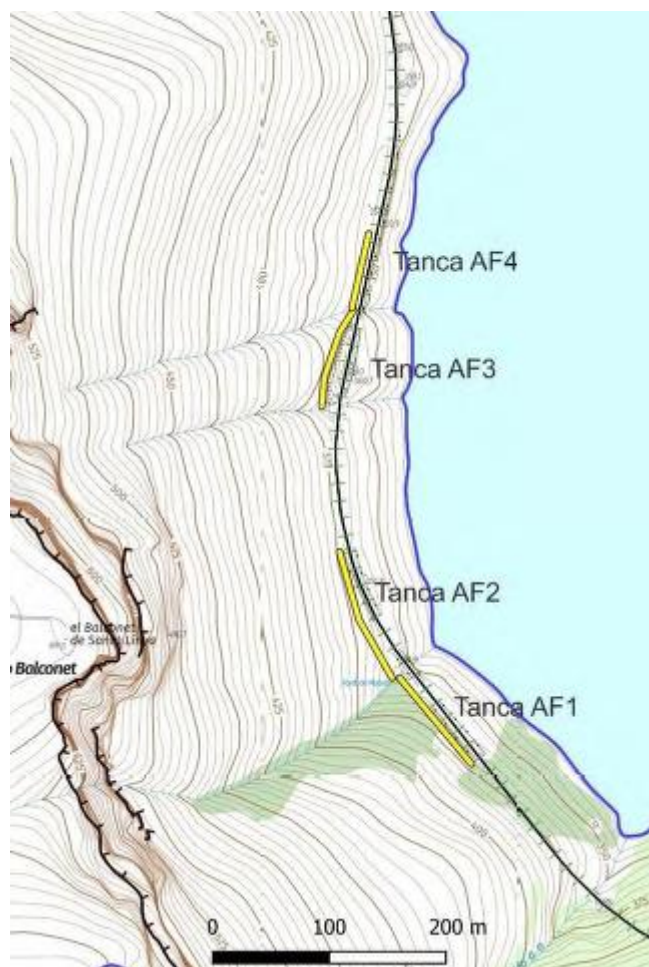


Figura 4. Plànol ubicació trams barrera aspa fletxa

La barrera estàtica serà de 2 metres d'alçada útil, formada per barres Gewi diàmetre 32mm de 3m de longitud (2m útil alçada i 1m ancorat al terreny), amb separació entre 3 i 5m depenent de la orografia del terreny i pintades amb color gris galvanitzat. Tancament format per malla triple torsió 50x70, cables d'acer inferior i superior galvanitzat de diàmetre 12mm, ancoratges de cable de 16mm de 1m de longitud als extrems, i un vent de muntanya entre cada suport de barrera. Fins i tot subministrament de material, pp de fonaments, fixacions, posada en tensió del conjunt i mitjans auxiliars per a la seva execució. Inclou tots els treballs per deixar el sistema totalment acabat.

La barrera s'instal·larà a la capçalera del talús.

Per poder instal·lar la barrera, es realitzarà una desbrossada de mínim 3m d'amplada, de la vegetació i matolls ubicats a la zona.



Figura 5. Exemple de barrera situada al vessant 13

4. EXECUCIÓ DELS TREBALLS

Per a la realització dels treballs objecte del present contracte es tindran en compte els següents aspectes:

El contractista proposarà en el termini de dues setmanes el pla d'obra desenvolupat, el qual haurà d'ésser aprovat per FGC.

El contractista proposarà, en el termini de dues setmanes des de l'adjudicació del contracte, la maquinària a homologar i farà tots els tràmits perquè es faci efectiva aquesta homologació. Tots els costos associats a l'homologació de maquinària aniran a càrrec del contractista.

El contractista proposarà, en el termini de dues setmanes des de l'adjudicació del contracte, els accessos, abassegaments i altres zones de treball que preveu utilitzar durant l'obra. Aquests seran consensuats amb FGC.

Es consideren inclosos en el pressupost de licitació de l'obra els costos associats als següents aspectes:

- Topografia i replanteig de l'obra.
- Preparació, manteniment i reposició final d'accessos, zones d'abassegament, i altres zones de treball que es preveu utilitzar durant les obres.
- Taxes per obtenir els permisos necessaris per part d'Administracions i/o propietaris privats.

- Subministraments d'aigua i energia.
- Control de qualitat i assajos

L'Adjudicatari haurà d'obtenir pel seu compte i càrrec les autoritzacions que siguin preceptives segons la normativa de prevenció d'incendis forestals per a l'execució dels treballs, i serà el responsable de complir les mesures i condicions que s'estableixin en les esmentades autoritzacions i en la normativa vigent aplicable en la matèria.

FGC podrà sol·licitar a l'Adjudicatari en qualsevol moment acreditació de l'obtenció de les esmentades autoritzacions.

No serà objecte de reclamació de cap tipus la demora en l'inici de les obres ni l'aturada de les obres per causes alienes a FGC.

En el cas d'haver-hi treballs en zona de via, es donarà compliment a la instrucció de circulació de FGC vigent.

El contractista haurà d'utilitzar tots els elements de senyalització i seguretat per treballs en zona de via indicats per FGC i/o el Coordinador de Seguretat i Salut.

El personal del contractista tindrà les qualificacions i homologacions necessàries per poder realitzar les tasques assignades.

El contractista serà responsable de qualsevol afectació a serveis i/o instal·lacions tant de FGC com de tercers.

El contractista redactarà les cartes de maniobres per programar els treballs en zona de via i les aportarà a FGC amb antelació suficient. Aquestes cartes hauran de tenir el vistiplau de la Direcció d'Obra i del Coordinador de Seguretat i Salut.

No serà objecte de reclamació de cap tipus qualsevol impediment als treballs derivats de la compatibilització en espai o temps de les tasques a realitzar amb les d'altres contractistes o del propi personal de FGC que puguin estar treballant a la zona, bé sigui per obres de FGC o d'Administracions competents.

El contractista serà responsable de mantenir l'obra en un estat d'ordre i neteja correctes.

El Delegat d'Obra haurà d'assistir a les visites d'obra que s'estableixin i disposar a obra dels mitjans auxiliars necessaris per realitzar amidaments, comprovacions, etc.

El contractista haurà de minimitzar les afectacions produïdes per l'obra a tercers i haurà de tenir en compte allò que indiqui FGC o altres Administracions competents al respecte, prenent les mesures corresponents sense que això pugui donar lloc a cap tipus de reclamació econòmica.

El contractista garantirà que els treballs i materials no tinguin defectes ni d'instal·lació ni de construcció i en garantirà la qualitat.

El contractista serà responsable d'entregar l'obra neta i ordenada.

Els costos derivats de treballar en horari nocturn i/o reduït es consideren inclosos en els preus de projecte.

Serà obligatori per part del contractista, facilitar a la Direcció d'Obra tota la documentació de l'obra necessària per a poder redactar el Projecte d'Obra Executada.

5. ASPECTES GENERALS

5.1 Prescripcions generals

En tot allò que no s'especifica en aquest Plec de Prescripcions, el Contractista adjudicatari haurà de complir el que especifica els Requeriments Tècnics Generals i Particulars d'FGC, així com en les Normatives d'obligat compliment, especialment aquelles relatives a la prevenció de riscos Laborals i Reial Decret 1627/1997.

Per aquest motiu, l'adjudicatari comunicarà al Coordinador de Seguretat i Salut designat per FGC per a les Obres (qui actuarà com a representant d'FGC), els seus riscos i mesures preventives inherents a la seva activitat.

Per poder treballar a les instal·lacions d'FGC és obligatori que les empreses hagin realitzat, previ a l'inici de les obres, la corresponent Coordinació d'Activitats Empresarials.

5.2 Normativa Aplicable

El Contractista executarà les obres objecte del present Plec d'acord amb les versions més actuals dels reglaments, codis i normes de la Normativa Espanyola i Europea d'obligat compliment per a tots els àmbits del present Plec, actualitzats en data d'inici dels treballs.

En aquells aspectes que no hi hagi una reglamentació, o quan hi hagi conflicte, el Contractista presentarà una proposta a FGC, que serà el responsable de donar el vistiplau.

5.3 Equip responsable per part del contractista

El Contractista està obligat al compliment del que s'estableix en:

- Llei sobre Contractes, reglamentacions de Treball i Disposicions reguladores dels subsidis i assegurances socials vigents.
- Llei de la Seguretat Social vigent en el moment de realitzar l'obra.
- Els reglaments i disposicions dictats per a la seva aplicació i qualsevol altra classe de normes legals sobre aquesta matèria que es dicti en el futur.

El Contractista haurà d'estar representat a l'obra per persona o persones amb la suficient autoritat per decidir sobre totes les qüestions relatives a ella.

Així mateix el Contractista sempre ha de disposar, a l'obra, de l'equip tècnic adequat, el qual estarà integrat per personal directiu, tècnic, auxiliar i operaris, així com en el seu programa de treballs que estarà dirigit per un enginyer competent, a definir a l'oferta, amb experiència en obres similars i que assumirà la direcció dels treballs per part del Contractista.

El Contractista és el responsable de la total coordinació i execució dels detalls de les interfícies entre els diversos sistemes i els equipaments proporcionats per altres parts. També proporcionarà la informació necessària en la documentació del present Plec, incloent els plànols i càlculs necessaris.

5.4 Seguretat i Salut en el 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 8 de novembre, de Prevenció de Riscs Laboral
- El Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre (BOE 25/10/97), pel qual s'estableixen Disposicions mínimes de Seguretat i de Salut en les Obres de construcció

D'acord amb l'article 7 de l'esmentat Reial Decret el Contractista haurà d'elaborar un "Document de Gestió Preventiva en Obra", el qual haurà de ser coherent amb el contingut de l'obra i recollir les mesures preventives adequades als riscos que comporta la realització de l'obra.

El Contractista en el seu Document de gestió preventiva 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 aquesta Documentació .

Aquest serà elaborat pel contractista de l'obra en cooperació amb les empreses subcontractistes i treballadors autònoms i tindrà la finalitat de planificar, organitzar, coordinar i controlar l'obra.

El Document de Gestió Preventiva en Obra haurà de ser aprovat pel Coordinador de Seguretat i Salut de l'obra, designat per part d'FGC abans del inici de les obres.

A l'obra existirà, adequadament protocolitzat, el document oficial "Llibre d'incidències", facilitat pel Col·legi Professional corresponent al qual pertanyi el Coordinador de Seguretat i Salut de l'obra.

El contractista haurà d'habilitar el "Llibre de subcontractació" de l'obra segons Real Decreto 1109/2007.

Segons l'article 13 del Real Decret 1627/97 de 24 d'Octubre, modificat pel RD 1109/2007, aquest llibre haurà d'estar permanentment a l'obra, en poder del coordinador de seguretat i salut, i a la disposició de la direcció d'obra o direcció facultativa, contractistes, subcontractistes i treballadors autònoms, les persones o òrgans amb responsabilitat en matèria de prevenció de les empreses que intervinguin en l'obra, tècnics dels òrgans especialitzats en matèria de seguretat i salut en el treball de les Administracions públiques competents, o en el seu cas, del representant dels treballadors, els quals podran realitzar les anotacions que considerin adequades respecte a les desviacions en el compliment del Document de gestió preventiva.

Quan es realitzi una anotació en el llibre d'incidències, el coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució de l'obra, la notificarà al contractista afectat i als representants dels treballadors d'aquest i només en el cas que l'anotació es refereixi a qualsevol incompliment dels advertiments o observacions prèviament anotades en aquest llibre així com en el supòsit de paralització dels treballs, s'haurà de remetre una còpia a la Inspecció de Treball i Seguretat Social en el termini de vint-i-quatre hores i s'especificarà si l'anotació efectuada suposa una reiteració d'una advertència o observació anterior o si, per contra, es tracta d'una nova observació.

Durant tot el procés de construcció, el Contractista garantirà la seguretat de l'àrea de Treball d'acord amb l'establert al Document de Gestió Preventiva en Obra de l'obra. Per a la supervisió de la correcta aplicació d'aquest, s'implementarà un Sistema de Gestió de Prevenció de Riscs Laborals (SGPRL), tal com s'especifica a continuació.

1. El Contractista està obligat a establir, mantenir i implementar un Sistema de Gestió de Prevenció de Riscs Laborals (SGPRL), basant-se en la legislació nacional i comunitària aplicables, adequant aquest SGPRL a eventuais canvis o substitucions d'aquesta Legislació que succeeixin durant la vigència d'aquest contracte. Aquest SGPRL ha de tenir en compte com a mínim, allò exigible legalment, incloent el Document de Gestió Preventiva de l'Obra.
2. Sense perjudici de l'esmentat anteriorment, el Contractista haurà d'enviar a FGC o al Coordinador de Seguretat i Salut de l'obra, segons s'indiqui, per a ser aprovat, tota la documentació exigible en matèria de seguretat i salut (principalment i depenent de l'activitat en qüestió, com són l'Avís Previ, Document de Gestió Preventiva en Obra, llibre de subcontractació, procediments d'Inspecció i Prevenció, etc.). Un cop aprovada, la documentació s'enviarà a FGC.
3. FGC es reserva el dret d'auditar o enviar auditar el sistema de Seguretat i Salut en el Treball del Contractista en qualsevol moment, correspon al Contractista corregir les no conformitats detectades en el termini d'un mes, si no s'ha acordat un altre termini. FGC podrà també, participar en les auditories promogudes pel Contractista en el seu SGPRL o a les dels seus subcontractistes.
4. FGC es reserva el dret de, en qualsevol moment o causa del resultat d'auditories, reformular qualsevol aspecte del Sistema de Seguretat i Salut en el Treball, incloent la creació de nous registres de la qualitat o la redefinició de l'àmbit i expansió de la traçabilitat. Aquesta reformulació s'ha de fer en el termini d'un mes, en el supòsit que no s'arribés a un acord diferent respecte a l'altre termini.
5. El Contractista nomenarà el recurs preventiu dins de la seva organització en matèria de Seguretat i Salut, assumint aquest el compromís de complir i fer complir totes les obligacions previstes en la normativa vigent i a la resta de la legislació aplicable, sempre d'acord amb la Direcció d'Obra i Coordinació de Seguretat i Salut per a aquesta obra nomenada per FGC.
6. Sense perjudici de les obligacions legals dels coordinadors de seguretat i salut i dels empleats, FGC es reserva el dret, en qualsevol moment, de no acceptar el contingut del document del SGPRL que presenti deficiències o insuficiències. Si fos així, correspondrà al Contractista corregir aquests documents fins a la seva acceptació per part d'FGC.
7. FGC tindrà, en qualsevol moment, el dret d'accedir a tota la documentació i registres de seguretat i salut (del Contractista i dels seus subcontractistes), incloent informes efectuats per les auditories, podent sol·licitar còpies d'aquesta documentació i registres, en la totalitat o parcialment, en Suport paper i / o informàtic. Aquesta informació haurà de facilitar, sempre que sigui possible, en el moment de la seva sol·licitud o en el termini màxim d'una setmana, quan es tracti de volums d'informació que requereixin més temps. Aquest termini es pot acordar en alguns casos degudament justificats.
8. El Contractista es responsabilitzarà de que el seu personal d'obra rebí la formació necessària tant pel que es referís a Normatives de Seguretat de general aplicació i segons conveni col·lectiu com a les particulars d'FGC. FGC farà lliurament d'un recull de les Normatives Particulars per al coneixement de tots els implicats en els Treballs.
9. El Contractista haurà d'assegurar que el seu personal compleixi en tot moment amb les Normatives vigents, en especial aquelles relatives a la Prevenció de Riscs Laborals, les incloses en la recopilació de Normatives d'FGC.

10. El Contractista està obligat a utilitzar, pel seu compte, tots els mitjans materials i humans necessaris per a una efectiva i correcta implantació de tot el que estipula el SGPRL en vigor en qualsevol moment de la vigència d'aquest contracte. FGC podrà exigir, a càrrec del Contractista, l'aplicació de qualsevol equipament de protecció col·lectiva o individual que es consideri necessària per a la millora de la Seguretat en el Treball.

5.5 Control de qualitat i certificats dels materials

El Contractista serà responsable de mantenir un control estricte sobre tots els aspectes del disseny i de l'execució dels Treballs.

El Contractista presentarà junt amb l'oferta, el Pla d'Autocontrol de la Qualitat (PAQ), on hauran de quedar reflectides les disposicions i mesures a prendre, per assegurar que el sistema objecte d'aquest encàrrec compleixi amb els requeriments i especificacions exigides.

El control de qualitat dels materials i de la seva posada en execució serà l'especificat segons normativa oficial vigent. El preu d'aquests assajos queda inclòs en el preu unitari dels materials.

El contractista garantirà la qualitat dels treballs i dels materials, tant de les instal·lacions com de la construcció.

El contractista presentarà els certificats de qualitat dels diferents materials i elements que seran subministrats i utilitzats a l'obra.

El Pla de Control de Qualitat inclourà:

- Proves i assajos de materials i unitats d'obra executada.
- Certificats de materials.

5.6 Garantia

Els materials i treballs inclosos dins de l'abast del present Plec tindran una garantia de 1 any a comptar a partir de la data de recepció del sistema.

Durant el període de garantia, el Contractista estarà obligat a substituir a satisfacció d'FGC materials i peces defectuoses, realitzant tot allò esmentat al seu càrrec. Les substitucions o reparacions s'hauran de realitzar amb la màxima rapidesa possible per restablir ràpidament el funcionament normal de la línia.

6. PLANIFICACIÓ

El termini d'execució de l'obra serà de 8 setmanes a comptar a partir de l'Acta de replanteig.

7. DELEGAT D'OBRA

El contractista nomenarà un/a Delegat/da d'Obra que serà l'interlocutor/a amb FGC.

Aquest Delegat/da, en cas de ser Enginyer/a de Camins, Canals i Ports haurà de visar la seva actuació com a tal al col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Catalunya.

Serà obligatori que el/la Delegat/da d'Obra o bé el/la Cap d'obra tinguin signatura digital per tal realitzar els tràmits de forma telemàtica.

8. AMIDAMENTS I PRESSUPOST

L'abonament es realitzarà per certificacions mensuals, corresponent a les actuacions acabades.

Per a cada actuació es contempla un amidament detallat de materials. L'amidament de les partides de materials final a certificar serà el real executat, d'acord amb els preus unitaris oferts per part de l'adjudicatari.

PRESSUPOST Barrera VE4

1. Conceptes generals

UNITAT	DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	PREU	IMPORT
UT	Partida d'abonament íntegre per a la mobilització i transport de maquinària i equips, instal·lació a l'obra i posada en marxa. Inclou el trasllat de la maquinària, material i equips en el tram a actuar. També inclou la retirada de materials i neteja de l'obra. Inclou totes les operacions. Inclou l'ajust de la planificació de l'obra als condicionants d'explotació ferroviària.	1,00	3.500,00	3.500,00
PA	Partida alçada a justificar per la Seguretat i Salut a l'obra	1,00	985,00	985,00

2. Barrera

UNITAT	DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	PREU	IMPORT
M2	Desbrossada de vegetació, arbustos i petits arbres de la superfície d'actuació per instal·lació de les barreres, amb una amplada mitja de 3 metres. Inclou trituració o retirada a abocador de les restes vegetals.	1.080,00	2,56	2.764,80
ML	Subministrament i instal·lació de barrera estàtica de 2 metres d'alçada útil, formada per barres Gewi diàmetre 32mm de 3m de longitud (2m útil alçada i 1m ancorat al terreny), amb separació entre 3 i 5m depenent de la orografia del terreny i pintades amb color gris galvanitzat. Tancament format per malla triple torsió 50x70, cables d'acer inferior i superior galvanitzat de diàmetre 12mm, ancoratges de cable de 16mm de 1m de longitud als extrems, i un vent de muntanya entre cada suport de barrera. Inclou la disposició d'obertures cada 50-60 ml. Fins i tot subministrament de material, pp de fonaments, fixacions, posada en tensió del conjunt i mitjans auxiliars per a la seva execució. Inclou tots els treballs per deixar el sistema totalment acabat.	360,00	144,82	52.135,20
TOTAL PEM				59.385,00
13% DESPESES GENERALES				7.720,05
6% BENEFICI INDUSTRIAL				3.563,10
TOTAL PEC				70.668,15

9. ANNEXES

S'adjunta la següent documentació tècnica, complementària a aquest Plec:

ANNEX NÚM. 1: “Estudi de perillositat i tramificació en funció del risc geològic del vessant LP32VE04 de la línia Lleida – La Pobla de Segur de FGC.”

ANNEX NÚM. 2: “Guia per a la redacció del Pla de prevenció del consum d'alcohol i drogues en el treball per a empreses que treballen per FGC a Xarxa Ferroviària.”

Xarxa Ferroviària i Projectes

Clau

LPS_SN-AR_INF_IT_25_357

Títol

Estudi de perillositat i tramificació en funció del risc geològic del vessant LP32VE04 de la línia Lleida – La Pobla de Segur de FGC. ICGC.AP-0010/25

Data de redacció

Juny de 2025

Àmbit

Línia Lleida – La Pobla de Segur

Punt quilomètric

45+380 al 46+300

Empresa consultora

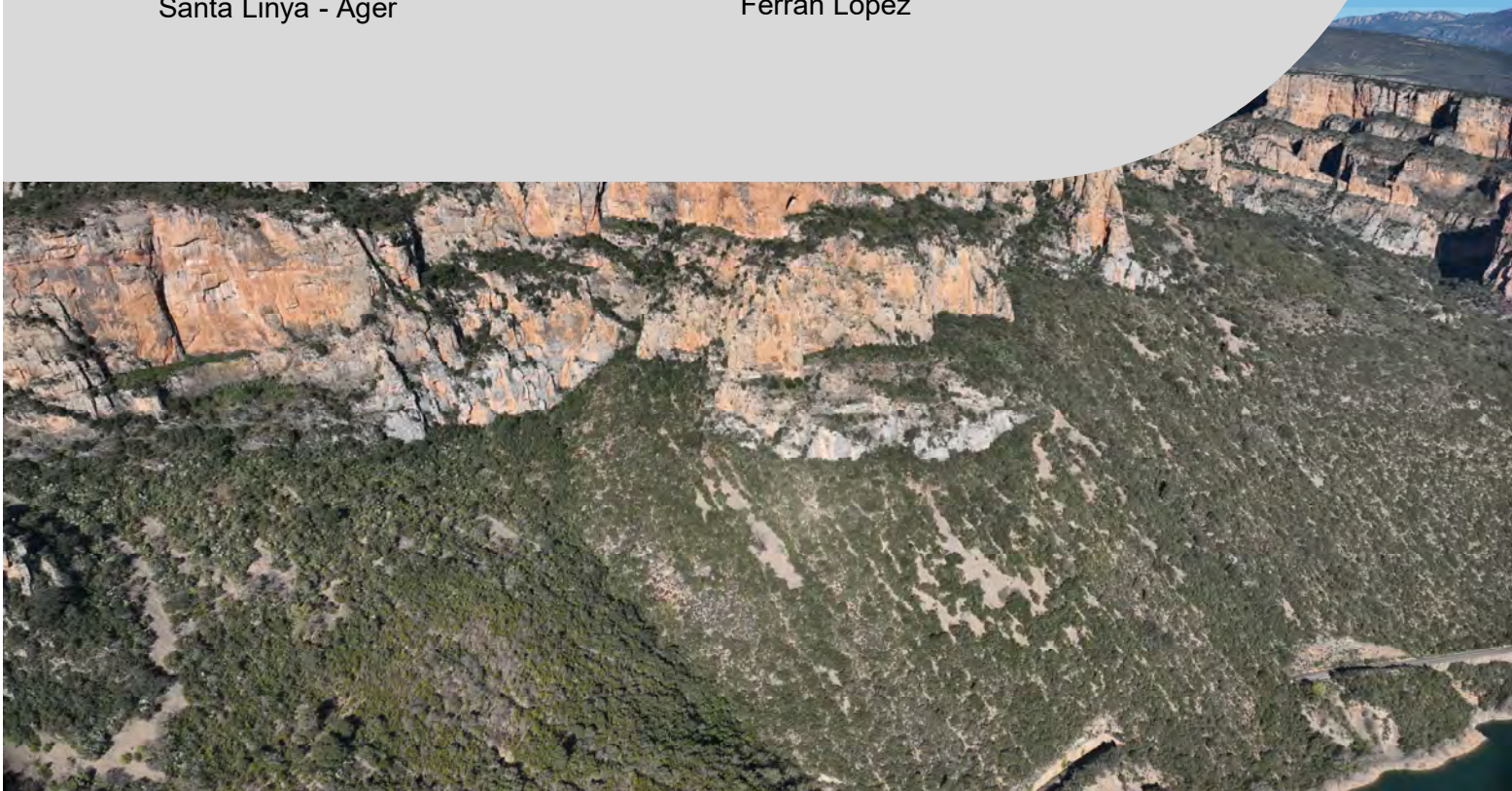
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Tram / Estació

Santa Linya - Àger

Autors/es

Ferran López



ÍNDEX

1.- INTRODUCCIÓ	1
1.1.- Antecedents	1
1.2.- Objectius	1
2.- DESCRIPCIÓ DEL VESSANT	2
2.1.- Situació.....	2
2.2.- Context geològic.....	3
2.3.- Descripció geomorfològica	4
2.4.- Dinàmica de vessant	7
2.5.- Estructura del massís	8
2.6.- Indicadors d'activitat.....	10
2.7.- Indicadors geomorfològics.....	11
3.- SIMULACIÓ NUMÈRICA DE CAIGUDA DE BLOCS	12
3.1.- Simulació amb el model numèric Rockfor3D	12
3.1.1.- Descripció del programa.....	12
3.1.2.- Cartografia del terreny	13
3.1.3.- Modelització de trajectòries.....	14
3.2.- Simulació amb el model numèric RocFall 2D	16
3.2.1.- Descripció del programa.....	16
3.2.2.- Característiques del terreny	16
3.2.3.- Modelització de trajectòries.....	17
4.- ZONIFICACIÓ DEL PERILL	18
4.1.- Valoració del perill.....	18
4.2.- Zonificació del vessant	19
4.3.- Tramificació del perill.....	21
5.- PROPOSTA DE MESURES DE MITIGACIÓ DEL RISC	23
5.1.- Alternatives de protecció.....	23
5.2.- Metodologia de dimensionament de les barreres.....	24
5.3.- Proposta de mesures de mitigació al vessant	24
6.- CONCLUSIONS	27

Plànols

ESTUDI DE PERILLOSITAT I TRAMIFICACIÓ EN FUNCIÓ DEL RISC GEOLÒGIC DEL VESSANT LP32VE04 DE LA

LÍNIA LLEIDA – LA POBLA DE SEGUR

Clau: LPS_SN-AR_INF_IT_25_357

MEMÒRIA

1.- INTRODUCCIÓ

1.1.- ANTECEDENTS

Des de l'any 2005, FGC i ICGC mantenen un conveni per al seguiment geològic de la Línia de ferrocarril Lleida - La Pobla de Segur, en el qual es programen les actuacions en matèria de seguretat enfront a risc geològic (mitigació de riscos naturals) i millora de la infraestructura (talussos, vessants i túnels). Com a resultat d'aquest seguiment se'n deriven els següents documents:

- Catàleg de Talussos de la línia Lleida–La Pobla de Segur.
- Inventari de Túnels de la línia Lleida–La Pobla de Segur, any 2005.
- Catàleg de Vessants de la Línia Lleida–La Pobla de Segur Pk 35+900–Pk 89+800.

En el cas de l'inventari de vessants, en la darrera revisió es van inventariar un total de 41 vessants de característiques variades que han estat classificats en quatre categories en funció del risc que representen sobre la traça, el grau de vigilància i prioritat d'estudi o obra de protecció.

El dia 30 d'octubre del 2024, es va produir el despreniment d'un bloc de 0.2 m³ provinent de la part mitjana-alta del vessant que va arribar a impactar i ocupar la via en el PK 46+800. Com a conseqüència de l'esdeveniment, es va establir una reducció de la velocitat de circulació en els tram PKs 46+432 – 47+000 i es va engegar els tràmits per a la instal·lació d'un monitoratge d'incidències i l'emissió d'avisos d'alarma de despreniments tipus Aspa – Fletxa.

Adicionalment, es va recomanar la redacció d'un estudi que caracteritzi el risc associat a la dinàmica de caiguda de roques, establint en detall el grau de perillositat i tramificació del vessant en funció del grau de perillositat amb l'objectiu de facilitar la planificació dels projectes i obres de protecció del traçat.

1.2.- OBJECTIUS

L'objectiu de l'estudi és la caracterització del risc associat a la dinàmica de caiguda de roques i establir la valoració del grau de perillositat geològica a partir de la simulació numèrica dels despreniments de blocs i les seves trajectòries, determinant-se els valors de l'energia de caiguda dels blocs, alçària de rebot i velocitat dels mateixos. El resultat final és una zonificació del vessant en funció del grau de perillositat existent per tal de facilitar la planificació dels futurs projectes que han de conduir a definir les actuacions de defensa adequades.

2.- DESCRIPCIÓ DEL VESSANT

2.1.- SITUACIÓ

El vessant LP32VE04 es localitza en el terme municipal de les Avellanes i Santa Linya, a la comarca de la Noguera. Forma part dels relleus que transcorren entre el sud-ests de Lo Rafal i Erms de la vall i els contraforts nord-est de la Serrat Que no passa, a la riba dreta del pantà de Camarasa.

En relació al ferrocarril, es localitza entre els PK 46+261 (a 150m de la boca sud del túnel LP32TU07) i el PK 47+453 (boca sud túnel LP32TU10), al nord de l'Estació de Santa Linya.

El vessant presenta una extensió aproximada de 104 Ha, amb una afectació a uns 1190 m de via sense túnel. Presenta un desnivell màxim des de la part més elevada del vessant fins a la via d'aproximadament 245 m (Figura 1).

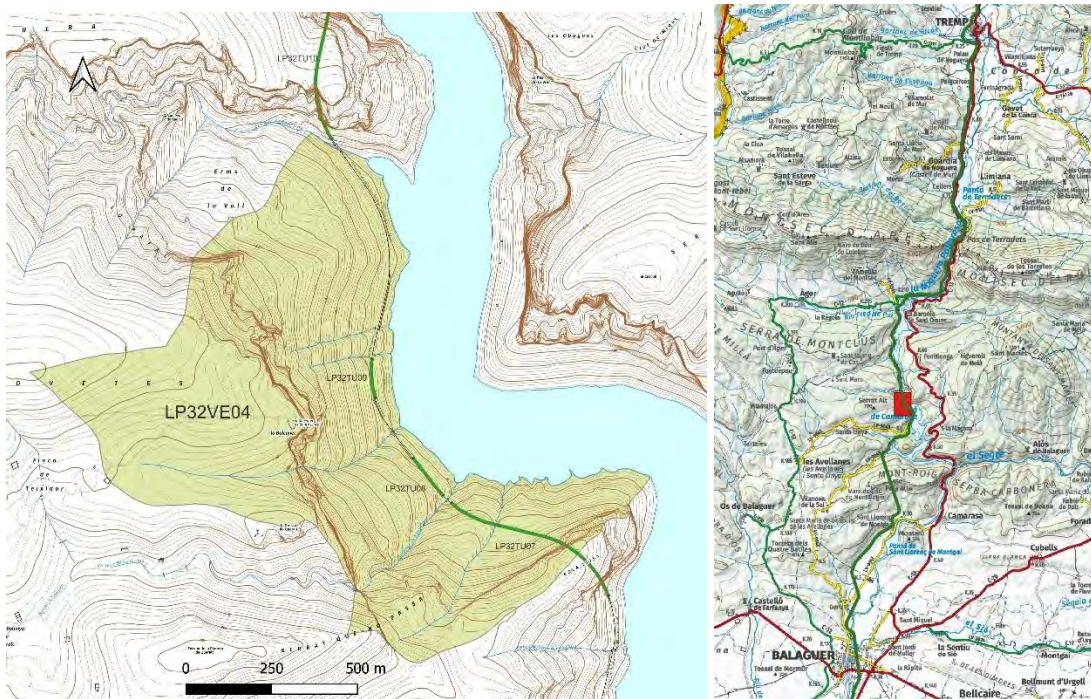


Figura 1. Situació del vessant d'estudi LP32VE04.

En el darrer seguiment geològic i geotècnic dels talussos i vessants de la Línia Lleida – La Pobla de Segur del FGC realitzat el 2024 per l'ICGC, el vessant LP32VE04 va quedar catalogat com a vessant de categoria 3. Aquesta categoria ve determinada per un risc geològic i un grau de protecció actual baix. Aquesta categoria implica un nivell de vigilància també baix, una prioritat d'estudi mitjana i una prioritat d'actuació a mitjà-llarg termini.

2.2.- CONTEXT GEOLÒGIC

A nivell regional, la zona estudiada se situa a l'extrem sud de la unitat geològica anomenada Prepirineu. A pocs quilòmetres de l'àrea d'estudi, aquesta unitat limita amb la depressió Central Catalana.

El Prepirineu consisteix en una faixa de serres d'orientació est-oest on hi afloren roques del Mesozoic i del Terciari. Aquestes van patir diverses fases de plegament durant les quals es van emplaçar grans mantells de corriment amb fort desplaçament en sentit nord-sud (encavalcaments de Cotiella-Montsec i de Gavarnie).

A l'extrem sud se situa el front de l'encavalcament de Gavarnie que forma les serres exteriors en aquest sector (Serres de Mont-roig, Montclús, Carbonera i Sant Mamet). Aquestes serres estan constituïdes per roques mesozoïques amb recobriment parcial de materials paleògens deformats. La sèrie mesozoica està representada per materials del Triàsic i Juràssic fossilitzats per materials cretácis a partir d'un contacte discordant. El límit septentrional de la làmina ve donat per l'encavalcament del Montsec i l'estructura delimitant meridional és l'anticlinal de Balaguer que dona pas a la conca d'avantpaís de l'Ebre.

Els materials que afloren als vessants d'estudi corresponen a les següents unitats del Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Figura 2.

- Unitat CSCMcb: Formada per calcàries bioclàstiques i calcarenites grises, ocre i rosades. Present en els relleus més marcats del vessant en forma de parets i escarpaments rocosos.
- Unitat QPte: Es tracta de tarteres de clasts angulosos de calcària, que es poden presentar cimentats en les parts baixes del vessant esdevenint bretxes i que inclouen una certa quantitat de matriu fina d'argiles i llims.
- Unitat CSSCga: Gresos i graves de quars blanquinoses, ocre i violàcies, lutites roges, grogues i grises i, puntualment, calcàries ocre. Forma la part més baixa del vessant inferiorment al traçat del ferrocarril i la base del pantà.
- Unitat CSMag: Formada per lutites vermelles i gresos (g) i que se situa en la part alta del vessant de l'extrem sud a on el relleu es suavitza.
- Unitat CSMcg: Formada per calcàries micrítiques gris fosques i present a l'extrem sud del vessant formant juntament amb la unitat CSCMcb els relleus més marcats del vessant.

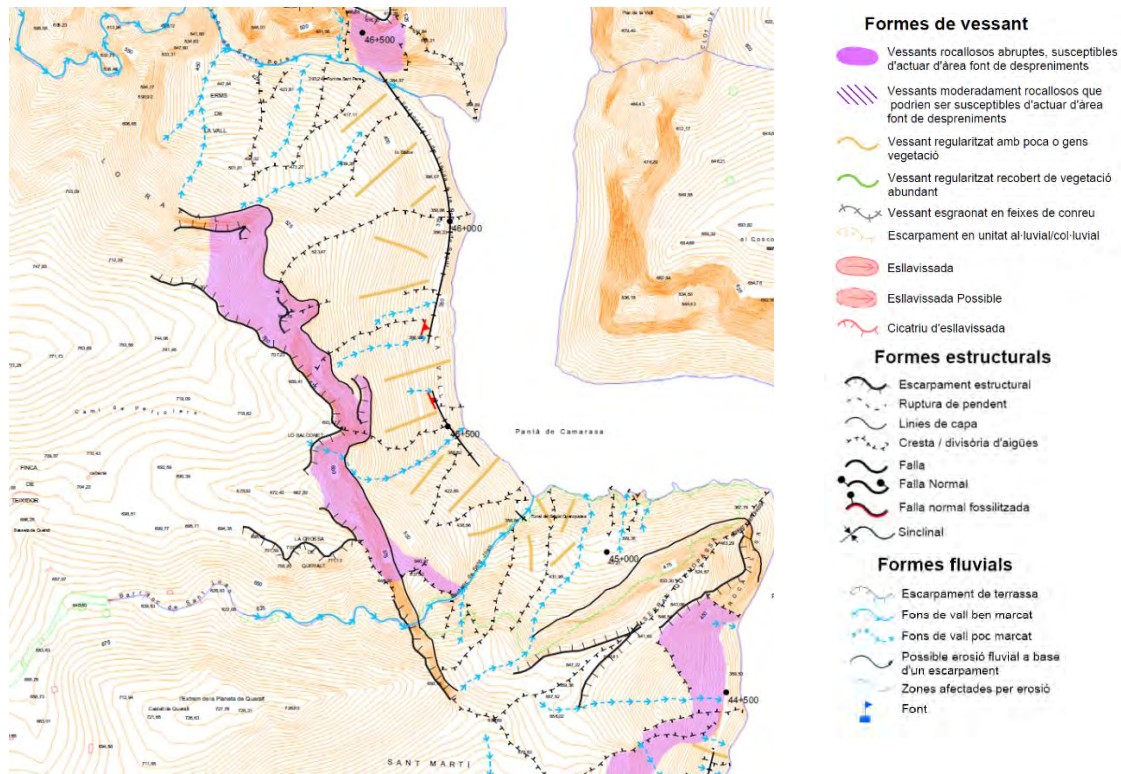


Figura 3. Mapa geomorfològic de l'àmbit del vessant LP32VE04.

Mitjançant eines SIG i d'anàlisi estadística s'obté l'histograma de distribució del pendent (SAD, slope angle distribution) de la zona d'estudi on s'hi identifiquen les unitats de relleu amb una interpretació geomorfològica diferenciada. La SAD obtinguda del relleu es pot descompondre en la suma de les diferents unitats morfològiques, que a la vegada s'identifiquen per una distribució gaussiana del pendent (GDMU, Gaussian distribution of morphological unit). L'anàlisi morfomètrica busca el millor ajust d'un conjunt de GDMU a la SAD per mitjà de minimització del error quadràtic (Loye.A et al., 2009).

A la Figura 4, es mostra la gràfica de distribució del pendent, on s'han distingit cinc unitats geomorfològiques:

- **Vessant amb pendent molt suau (A):** Correspon a àrees dels vessants amb pendents suaus i molt suaus (0-4°). No s'observen indicis de moviment de vessant i no es consideren àrees susceptibles a generar desprendiments.
- **Vessant amb pendent baix (B):** Correspon a àrees del vessant amb un cert pendent (9-27°) però que difícilment poden funcionar com a zona de sortida significativa. Malgrat que aquestes zones poden incloure petits ressalts rocósos que generin desprendiments, no es considera una potencial zona de sortida.
- **Vessant de pendent moderat (C):** Correspon a àrees del vessant amb un pendent moderat a fort (27-44°) on aflora de forma discontinua material rocós formant petits ressalts. Es tracta de zones amb una susceptibilitat baixa a generar desprendiments, però pot funcionar com a zona de sortida amb una freqüència baixa relacionat especialment amb processos de desfalcamet per pèrdua de fins en episodis de pluja.

- **Vessant rocós amb pendent fort (D):** Són zones de pendent fort (44-65°), amb alçada suficient i contínues per representar-se cartogràfica en forma de polígon. Es considera que el vessant en aquests punts pot funcionar com a zona de sortida.
- **Vessant rocós amb pendent molt fort (E):** Són zones de pendent molt fort (65-90°) que en termes generals en els tres vessants es disposen de forma discontinua i poc extensa. Es consideren àrees que poden funcionar com a zona de sortida.

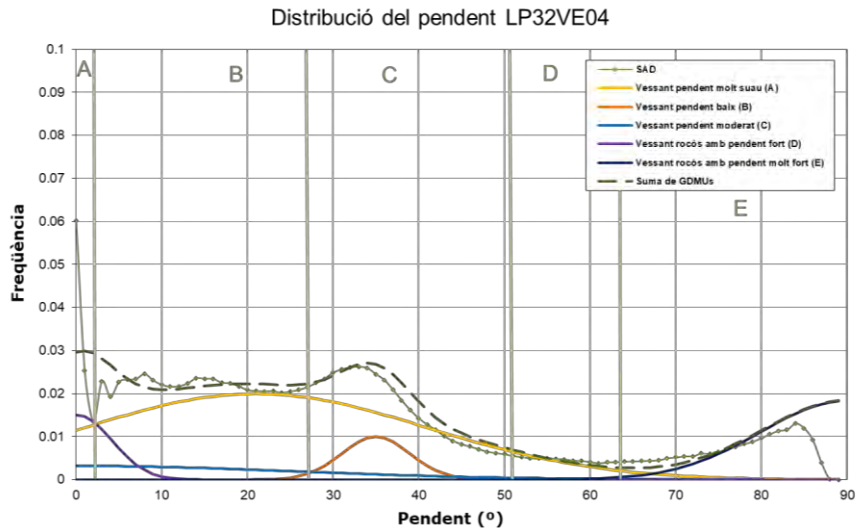


Figura 4. Gràfica de la distribució del pendent dels vessants considerant un MET de 2x2.

A partir d'aquesta anàlisi morfomètrica s'han determinat els intervals de pendent que caracteritzen cada morfologia de relleu. S'han considerat com a zones potencials de sortida els vessants rocósos amb un pendent superior a 44°, Taula 1 i representat a la Figura 5.

Taula 1. Intervals de pendent que caracteritzen la morfologia dels vessants

Vessant amb pendent molt suau (A)	Vessant amb pendent suau (B)	Vessant amb pendent moderat (C)	Vessant rocós amb pendent fort (D)	Vessant rocós amb pendent molt fort (D)
< 4°	4° - 27°	27° - 44°	44 - 65°	> 65°

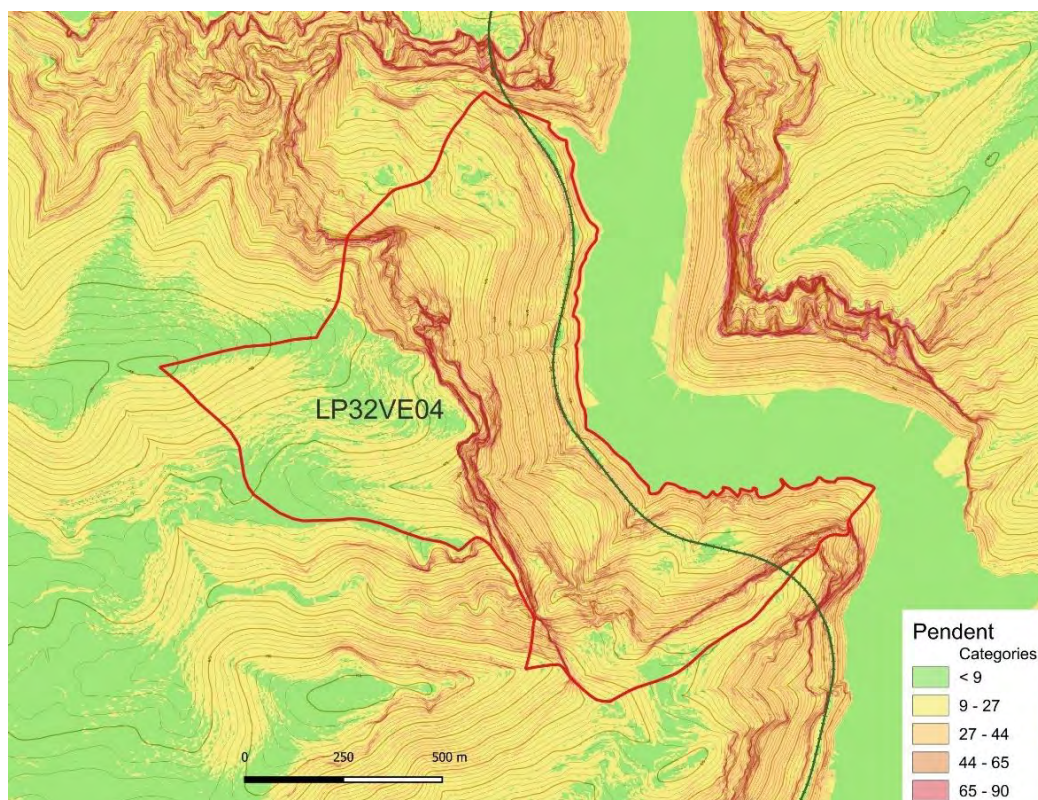


Figura 5. Representació del pendent del vessant

2.4.- DINÀMICA DE VESSANT

Usualment, els massissos muntanyosos amb importants relleus estan subjectes a una dinàmica d'evolució natural del relleu que inclou un conjunt de processos erosius de destrucció de les formes existents i la constitució de nous dipòsits de materials. Aquests processos geomorfològics relacionats amb escarpaments i vessants de pendents elevats, afavoreixen la formació de moviments de massa de tipus despreniment i lliscament de roques i sòls, que són una font de perillositat que genera risc per a les activitats humanes.

Són objecte de la protecció de la línia de tren els despreniments de roques, que corresponen a moviments de massa rocosos que es caracteritzen per tenir una component principal vertical o quasi vertical. També s'ha englobat en aquest apartat aquells lliscaments translacionals en què la component vertical posterior al desenganxament és més important que l'horitzontal.

En el conjunt de l'àrea d'estudi s'observen nombrosos indicadors de moviments de massa; essencialment despreniments (cicatrus a les parets, blocs a mig vessant...) i, en menor grau, lliscaments i fluxos en terrenys cohesius. El primer tipus de moviment, configura el principal fenomen geodinàmic en el cas de vessants muntanyosos essencialment rocosos amb pendents superiors elevats.

Lliscaments translacionals

Són moviments de masses de roca que llisquen per superfícies de debilitat o de contrast de competència, movent-se relativament respecte el substrat, existint un moviment associat a esforços de tall al llarg d'una o diverses superfícies o una banda d'un cert gruix, generalment estret. El moviment es pot produir al llarg d'una superfície plana (trencada plana) o de dues (trencada en falca).

S'ha considerat únicament com a lliscaments aquells que tenen una component vertical poc important respecte l'horitzontal.

La massa es desplaça generalment en conjunt, comportant-se com una unitat. Les masses poden ser també blocs rectangulars prèviament independitzats per discontinuïtats o per esquerdes de tracció. La velocitat pot ser molt variable però solen ser moviments ràpids i involucrant grans volum de material.

Sostres o sobreploms

Corresponen a sortints, de baix a dalt, d'una paret rocosa. Quan són horitzontals i plans reben el nom de sostres. Generalment, es troben als escarpaments i solen ser conseqüència d'anteriors desprendiments o lliscaments. La perillositat d'aquests sobreploms, òbviament és de desprendiment de blocs, alguns dels quals poden tenir dimensions notables.

Blocs amb indicis d'inestabilitat

Corresponen a aquells blocs en què s'ha identificat indicis d'inestabilitat (diàclasis obertes i/o amb inclinacions desfavorables...) i que es podrien trobar en una situació d'estabilitat precària.

En aquest apartat s'inclouen tant aquells blocs individualitzats per diàclasis però que formen part de la mateixa roca com blocs caiguts, ja despresos anteriorment. El factor de seguretat enfront a desprendiment de cada bloc en concret ha de ser determinat en estudis de detall.

Blocs caiguts

S'inclouen en aquest apartat tots aquells blocs que han sofert un transport gravitacional, sense discriminar el procés. Si bé, és probable que alguns d'aquests blocs puguin no tenir un origen relacionat amb cap tipus de moviment de massa, si que en el seu conjunt constitueixen un indicatiu d'inestabilitat i poden indicar la mida i l'abast dels moviments.

2.5.- ESTRUCTURA DEL MASSÍS

El coneixement de l'estructura del massís rocós permet tenir dades sobre el seu estat i qualitat, predir el seu comportament geomecànic i obtenir variables per al disseny de proteccions contra desprendiments.

El comportament geomecànic del massís rocós ve condicionat, en gran mesura, per les discontinuïtats governants i no tant per la matriu rocosa. En aquest sentit és important determinar les característiques de les famílies de discontinuïtats que defineixen el massís d'estudi.

Per tal de valorar el comportament geomecànic del massís s'han d'establir estacions geomecàniques al llarg de fronts rocosos prèviament seleccionats. La metodologia emprada per a la realització d'estacions geomecàniques ha estat RMR (Rock Mass Rating), que permet relacionar

l'índex de qualitat de la roca amb paràmetres geotècnics, com la resistència a la compressió uniaxial de la matriu rocosa, el grau de fracturació (RQD), l'espaiat, la longitud, l'obertura, la rugositat, el reblert i l'alteració de les discontinuïtats, així com la presència o absència d'aigua freàtica.

S'ha realitzat un estudi geomecànic a partir del model 3D realitzat amb tecnologia RPAS mitjançant el software CloudCompare. Amb aquesta metodologia s'ha calculat la orientació dels plans de discontinuïtat més destacables i la separació entre discontinuïtats. La resta de paràmetres s'ha extrapolat amb les dades obtingudes en altres punts del massís del *Serrat que - no -passa*.

A partir d'aquest anàlisi a la Taula 2 es mostren els índex de referència de valoració de les característiques geomecàniques del massís rocós.

Taula 2. Valoració de les variables geomecàniques associades al massís del LP32VE04.

Índex RMR bàsic	Valoració	Índex Q de Barton	Valoració
Valoració de la resistència de la roca matriu	12	Jn Índex de diaclasat	4
Valoració RQD	17	Ja Índex d'alteració	2
Valoració de la separació entre diàclasis	15	Jw Coeficient reductor per la presència d'aigua	1
Valoració estat de les diàclasis	19	Jr Índex de rugositat	3
Valoració efecte de l'aigua	15	Paràmetre SRF	2.5
RMR_{bàsic}	78	Índex Q	13.5
Qualitat de la roca segons RMR	Roca molt bona	Qualitat de la roca segons Q	Roca molt bona

Es tracta d'una roca de molt bona qualitat amb una resistència de la roca matriu mitjana-alta i un grau de fracturació baix. Presenta tres famílies de discontinuïtats principals corresponents a l'estratificació i dos plans de diàclasis.

L'estratificació té un cabussament d'uns 35° en direcció SE i presenta un espaiat variable entre 1 i 2,5 m amb una obertura inferior a 1 mm i una forta continuïtat. Les juntes són molt rugoses i no presenten rebliment.

Les dues famílies de diàclasis tenen un cabussament fort (80°) amb una orientació pràcticament perpendicular entre elles. L'espaiat de la família D1 és de 0,8 a 1,0 m amb una forta continuïtat, mentre que de la família D2 té un espaiat d'entre 0,3 i 0,8 m i una continuïtat de fins a 3 m. Les juntes són rugoses amb un rebliment dur de pocs mil·límetres.

No s'ha observat la presència de circulació d'aigua a les juntes, i per tant, no hi haurà un flux d'aigua continuat que afavoreixi l'obertura de les discontinuïtats. No obstant són presents en la superfície de la paret, processos de carbonatació amb la formació de banderes i cavitats càrstiques.

Malgrat que un potencial despreniment pot ser de grans dimensions, la morfologia del vessant afavoreix la seva fragmentació en blocs individualitzats per les zones de debilitat corresponents a les discontinuïtats. La fragmentació de la roca donaria lloc a blocs individualitzats amb una morfologia tabular i una volumetria que pot variar entre els 0,4 i els 2 m³.

2.6.- INDICADORS D'ACTIVITAT

Des de que es realitza el seguiment geològic de la Línia de ferrocarril Lleida - La Pobla de Segur per part de l'ICGC (any 2005) només es té constància d'un esdeveniment relacionat amb moviment del terreny provinent del LP32VE04 amb afectació a la infraestructura del ferrocarril.

Es tracta de la incidència esdevinguda a l'octubre del 2024, quan un bloc de 500 Kg va impactar contra el traçat al PK 46+800 provocant una lleugera l'afectació del servei ferroviari fins que va ser retirat, Figura 6.



Figura 6. Detall dels blocs despresos i danys en una de les travesses.

La massa despresada va iniciar la trajectòria en la part alta - mitjana del vessant i amb un recorregut per rodolament, el bloc va sobrepassar la capçalera del talús LP32TA33E i en una trajectòria parabòlica, va arribar a la zona de via impactant contra una de les travesses, el que li va provocar la seva fragmentació en blocs d'entre 0.15 m³ i 0.05 m³, Figura 7.

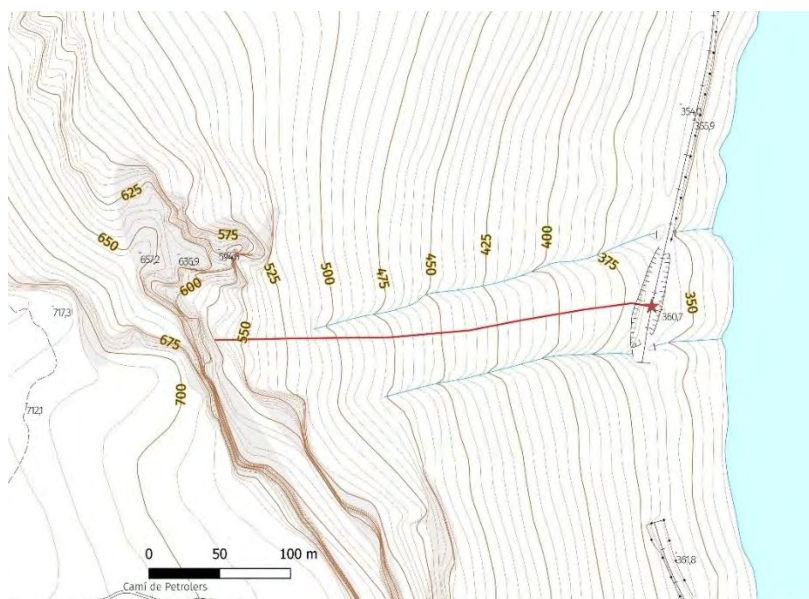


Figura 7. Localització la incidència ocorreguda l'octubre de 2024.

2.7.- INDICADORS GEOMORFOLÒGICS

La interpretació d'indicadors geomorfològics de desprendiments potencials permet estimar la susceptibilitat dels blocs a desprendre's i caracteritzar qualitativament el grau d'activitat present al sector.

En funció de la interpretació de les característiques geomorfològiques així com del reconeixement dels indicadors d'activitat es defineixen les zones més susceptibles a que es produeixi un desprendiments i es valora la freqüència de sortida.

Els principals indicadors d'activitat es poden valorar en funció del color de la roca vista, les cavitats o sostres, els blocs caiguts o els blocs susceptibles a desprendre's.

A les zones de sortida anomenades com a sector 1 (Figura 8), s'identifica un nivell amb masses individualitzades situades a la part alta del vessant i altres masses disperses de morfologia en agulles que poden involucrar una elevada volumetria. En aquest sector, les inestabilitats es produeixen per l'erosió d'un nivell més tou i massiu situat a la base de l'escarpament, deixant sostres i blocs tabulats individualitzats en el nivell superior de l'escarpament. Els blocs són de dimensions decimètriques a mètriques.



Figura 8. Escarpament del sector 1 del vessant on es representa el nivell amb indicadors d'activitat.

En altres zones de sortida, que identificarem com a sector 2, s'observa l'aflorament d'una litologia de caràcter més massiu. Tot i la presència de blocs potencialment inestables de grans dimensions, la major part de les masses amb possibilitat de desprendiment presenten una volumetria intermèdia.

S'han identificat un seguit d'aquestes masses individualitzades per tal de valorar la freqüència de sortida, Figura 9.

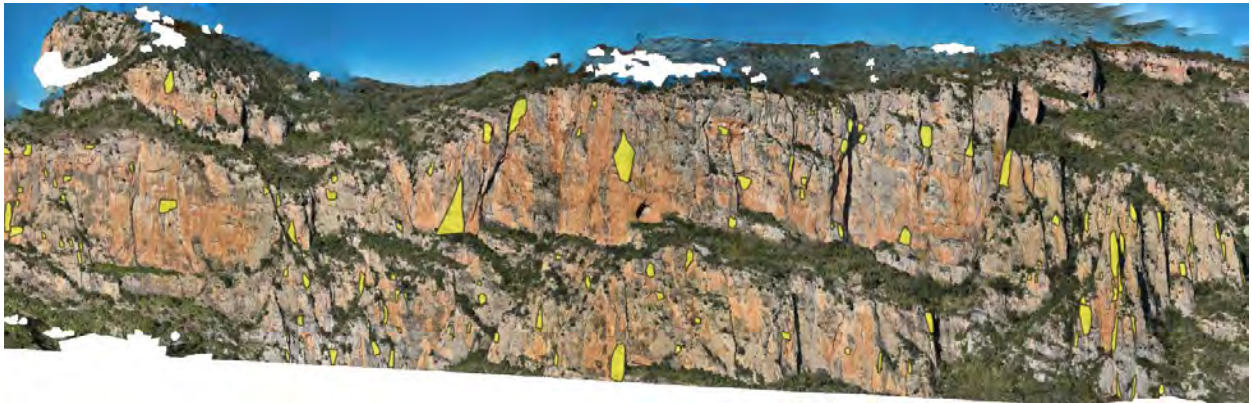


Figura 9. Escarpament del sector 2 del vessant on es representa les masses inestables identificades més significatives.

3.- SIMULACIÓ NUMÈRICA DE CAIGUDA DE BLOCS

S'ha realitzat una modelització de desprendiments mitjançant els models numèrics Rockyfor3D i RocFall (2D) amb l'objectiu de determinar la probabilitat d'abast dels potencials desprendiments i la intensitat dels impactes.

El comportament mecànic del bloc durant la seva trajectòria de caiguda està definit per la morfologia del vessant, les característiques del terreny i les pròpies característiques del bloc.

3.1.- SIMULACIÓ AMB EL MODEL NUMÈRIC ROCKFOR3D

3.1.1.- Descripció del programa

El programa informàtic Rockyfor3D és un simulador de trajectòries de desprendiments individuals de roques en tres dimensions basat en l'anàlisi probabilístic.

El software Rockyfor3D s'utilitza contínuament en projectes de recerca per intentar, potencialment conduir a la millora dels algoritmes del model (cf. Bourrier et al. 2009). No obstant, per obtenir bons resultats, es requereixen dades d'entrada coherents que representin adequadament la realitat en el terreny i que corresponguin a l'escala d'anàlisi, adaptades a l'objectiu de l'estudi de trajectòries de desprendiments de roques (escala regional, escala local o anàlisi detallada d'un únic vessant).

El model simula les trajectòries de caiguda dels blocs com a dades vectorials en tres dimensions calculant seqüències de caiguda lliure parabòlica considerant els salts i els rebots a la superfície del terreny i els impactes amb la vegetació, si s'escau. El rodolament dels blocs es representa per una seqüència de rebots de curta distància, mentre que no es modelitza el lliscament.

El programa requereix com a dades d'entrada la següents informació en format *ràster* referits a la topografia, el terreny, el bloc de sortida i la vegetació:

- Model digital del terreny
- Densitat i morfologia del bloc de sortida
- Tipologia, recobriment i rugositat del terreny
- Densitat, dimensions i característiques de la vegetació

El model de simulació extrau els resultats en fitxers *ràster* amb la mateixa extensió, mida de cel·la i format que els *rasters* d'entrada amb dades nombre de blocs que passen per cada cel·la, energia màxima, alçada de pas, etc.

3.1.2.- Cartografia del terreny

S'ha elaborat una cartografia del terreny del vessant estudiat segons el seu comportament davant desprendiments rocosos, a partir de la base ortofotogramètrica 1:2.500 de l'ICGC, l'ortofotogrametria elaborada mitjançant tecnologia RPAS i completat amb dades de camp. La diferenciació del terreny s'ha realitzat en relació a la tipologia del material aflorant i la seva potència, la rugositat del terreny i la vegetació actual.

*Taula 3. Característiques del terreny segons el comportament davant un desprendiment.
 (* Alçada de la rugositat segons el percentatge que ocupa del terreny).*

Terreny	Rugositat (70% / 20% / 10%) *	Tipologia del terreny	Densitat d'arbres	Diàmetre dels arbres
Bosc	0,02 / 0,1 / 0,25	Sòl poc profund	500 u/Ha	30 cm ± 10 cm
Prat amb matoll	0,02 / 0,1 / 0,25	Sòl poc profund	2000 u/Ha	5 cm ± 3 cm
Tartera	0,2 / 0,4 / 0,5	Sòl amb blocs	-	-
Vessant rocós	0,05 / 0,4 / 0,8	Roca coberta	500 u/Ha	5 cm ± 3 cm
Roca	0,01 / 0,2 / 0,5	Roca	-	-

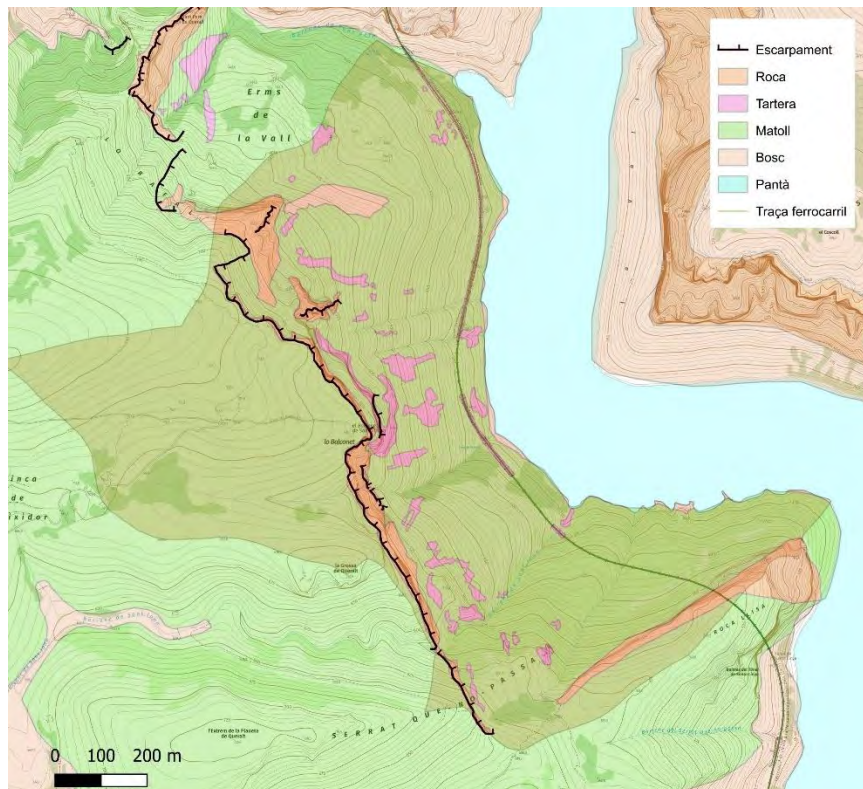


Figura 10. Cartografia del vessant segons el comportament del terreny davant desprendiments de roques.

3.1.3.- Modelització de trajectòries

S'ha realitzat una anàlisi dels potencials desprendiments del vessant mitjançant la modelització de trajectòries amb els models numèrics Rockyfor3D amb l'objectiu de determinar la probabilitat d'abast dels potencials desprendiments i la intensitat dels possibles impactes.

S'ha procedit a la sectorització de les zones potencials de sortida establertes en el punt 2.5, en funció de les seves característiques geomecàniques, amb l'objectiu de distingir dues àrees amb volumetries diferenciades, considerant el bloc de major dimensió resultant un cop produïda la fragmentació.

Taula 4. Característiques dels blocs modelitzats segons el terreny de la zona de sortida.

Terreny zona sortida	Densitat	Morfologia	Volum	Dimensions
Sector 1. Calcarenites i calcàries	2.500 kg/m ³	Rectangular	1 m ³	1,3 x 1,0 x 0,8 m
Sector 2. Calcàries	2.500 kg/m ³	Rectangular	2 m ³	1,5 x 1,2 x 1,1 m

En el resultat de la modelització s'observen diferents comportaments de les trajectòries dels potencials desprendiments al llarg del vessant, Figura 11 i Figura 12.

- En el primer tram del vessant, entre el PK 45+861 i 46+440, les trajectòries tenen un comportament rectilini, i la major part dels potencials desprendiments queden retinguts a la part alta del vessant per sobre de la cota 425 m, tot i que alguns poden canalitzar-se pel Barranc de Sant Joan però sense presentar grans recorreguts.
- Entre el PK 46+440 i 46+643, les trajectòries tenen un comportament entre rectilini i lleugerament curvilini amb una certa canalització buscant les zones més deprimides del peu de les parets com el barranc que desemboca a la Font del Potxó. A diferència del primer tram, l'abast dels desprendiments assoleix en bona part dels casos el traçat del ferrocarril a on queden aturats o la sobrepassa amb energies inferiors als 1.500 kJ.
- Entre els PK 46+643 i 46+767, les trajectòries mostren recorreguts força rectilinis, amb una elevada concentració de blocs a l'altura del PK 46+689. La major part d'aquests blocs creuen la traça ferroviària amb energies inferiors als 1.500 kJ. En aquest sector, la línia està protegida pel túnel LP32TU08.
- Entre els PK 46+767 i 46+795, les trajectòries es canalitzen pels barrancs situats als PKs 46+767 i 46+847. Al primer barranc, la majoria dels blocs s'aturen en la confluència amb la boca nord del túnel LP32TU08, tot i que alguns aconseguen travessar-la amb energies inferiors a 1.000 kJ. Al segon, la majoria de blocs s'aturen a la zona de drenatge, no obstant, alguns arriben a creuar les vies amb energies inferiors a 800 kJ.
- Per últim, entre el PKs 46+795 i 46+920, les trajectòries tenen un comportament rectilini, i queden restringides a la part alta del vessant per sobre de la cota 440 m.

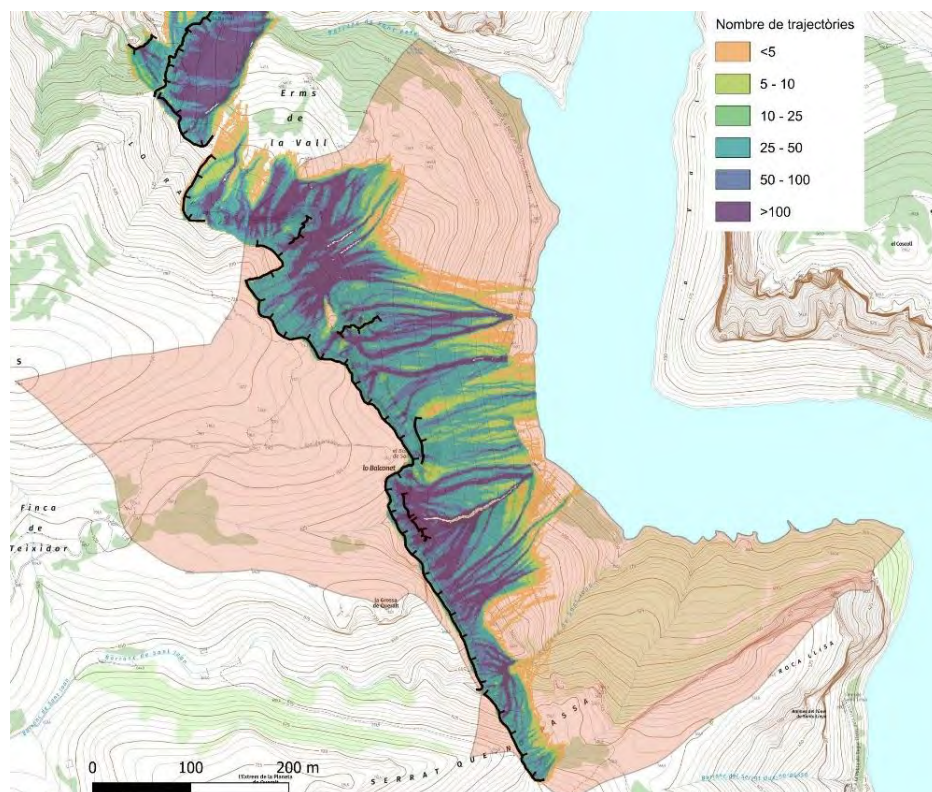


Figura 11. Representació de les trajectòries obtingudes en la modelització.

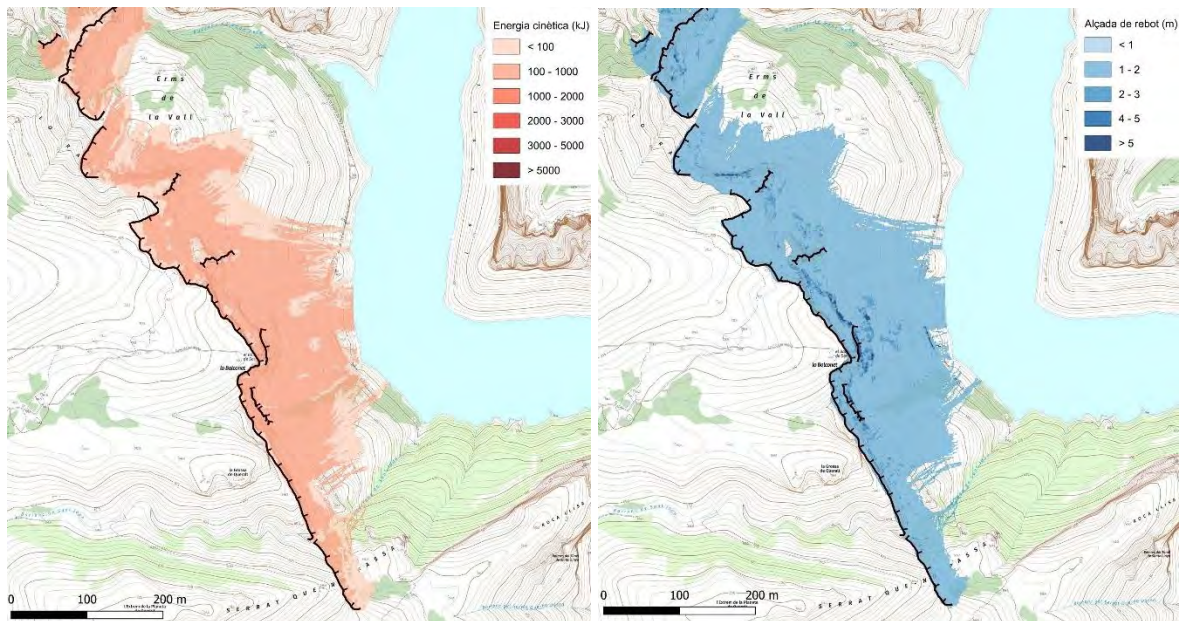


Figura 12. Valors d'energia i d'alçada de rebots de les trajectòries modelitzades.

3.2.- SIMULACIÓ AMB EL MODEL NUMÈRIC ROCFALL 2D

3.2.1.- Descripció del programa

El model comercial RocFall v6.0 (Rocscience) és un software en 2D que permet obtenir la distribució estadística de les velocitats (translacional i rotacional), energies (translacional i rotacional) i alçades en un punt definit del perfil de caiguda.

Aquest programa utilitza el mètode d'anàlisi del cos rígid que té en compte la geometria del vessant, les característiques dels materials que conformen la superfície, la presència de vegetació i les característiques dels blocs que es desprenen.

Les variables d'entrada del programa són el punt de sortida dels blocs, la seva massa i morfologia, la velocitats horitzontal, vertical i translacional inicials i la posició angular inicial del bloc. Els paràmetres del terreny que condicionen el moviment del cos són el coeficients de restitució i de fricció i la densitat i alçada de la vegetació. El programa concep aquestes variables de forma probabilística, amb una distribució estadística, de manera que de cada valor se n'introdueix el seu valor mitjà i la desviació estàndard.

3.2.2.- Característiques del terreny

Per cada perfil s'han definit quatre tipus de terreny en funció del seu comportament davant desprendiments rocosos:

- **Roca:** Zones de vessant d'afloraments rocosos de pendent fort sense vegetació
- **Vessant rocós:** Zones de vessant amb aflorament rocosos parcialment recoberts per materials col·luvials

- **Bosc / Matoll:** Zones de vessant formats per dipòsits col·luvials amb presència dispersa d'arbres i matolls.
- **Balast:** Plataforma de la via del ferrocarril.

A la Taula 5 es mostren els paràmetres del terreny utilitzats per a les simulacions numèriques realitzades.

Taula 5. Paràmetres de càlcul utilitzats en les simulacions 2D.

Terreny	Rest. Normal (Rn) / Desv. Est (σ)	Rest. Tangencial (Rt) / Desv. Est (σ)	Fricció dinàmica / σ	Fricció rodant / σ	Vegetació	
					Alçada (m)	Coefficient de densitat (kg/s)
Roca	0,72/0,01	0,85/0,01	0,85/0,01	0,78/0,01	--	--
Matoll	0,54/0,01	0,73/0,01	0,60/0,01	0,66/0,01	0,75	250
Bosc	0,54/0,01	0,73/0,01	0,60/0,01	0,66/0,01	0,75	400
Tartera	0,68/0,01	0,74/0,01	0,65/0,01	0,60/0,01	--	--

3.2.3.- Modelització de trajectòries

S'ha realitzat una modelització de 7 perfils representatius de tot el vessant (Figura 13). Tots els perfils presenten trajectòries força rectilínies sense una canalització molt marcada. El perfil del terreny s'ha realitzat a partir del model digital del terreny 2x2, modificant-lo amb les observacions de camp.

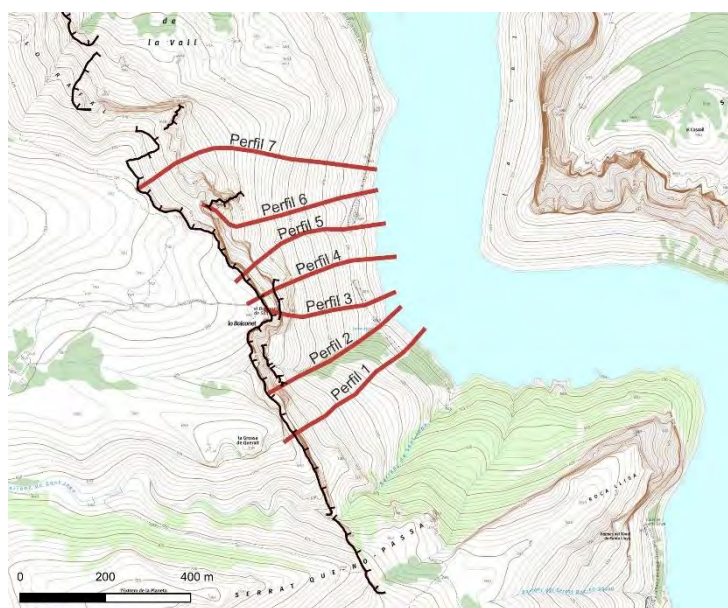


Figura 13. Trajectòries seleccionades per realitzar l'anàlisi 2D.

S'ha realitzat la simulació amb dues tipologies de blocs en funció de quin sector del vessant a on es localitza la zona de sortida. S'han considerat les mateixes característiques del bloc de sortida que a la modelització amb Rockyfor.

Taula 6. Característiques dels blocs modelitzats segons el terreny de la zona de sortida.

Terreny zona sortida	Densitat	Morfologia	Volum
Sector 1. Calcarenites i calcàries	2.500 kg/m ³	Tabular 5:6	1 m ³
Sector 2. Calcàries	2.500 kg/m ³	Tabular 5:6	2 m ³

A cadascun dels perfils s'ha definit un col·lector de dades localitzat al marge de la plataforma de vies. A la Taula 7 es mostren els resultats de percentatges d'arribada de blocs i energies màximes a la zona de vies de la modelització numèrica realitzada sobre les trajectòries representatives del vessant.

Taula 7. Resultats de la modelització realitzada amb RocFall 2D.

Perfil	Percentatge d'arribada	Energia d'arribada
Perfil 1	5%	526 kJ
Perfil 2	9%	300 KJ
Perfil 3	21%	924 KJ
Perfil 4	17%	820 KJ
Perfil 5	14%	412 kJ
Perfil 6	1.5%	20 kJ
Perfil 7	0%	-

4.- ZONIFICACIÓ DEL PERILL

4.1.- VALORACIÓ DEL PERILL

La perillositat es defineix com la valoració de la problemàtica potencial d'una àrea en relació a un tipus de fenomen que pugui afectar la seguretat i el benestar de les persones. La determinació del grau de perillositat depèn de la combinació de les seves dues variables, la magnitud del potencial fenomen en termes del seu potencial destructiu, i de la freqüència amb la que es puguin produir.

L'afectació puntual d'un cert esdeveniment correspon al perill que pot representar un fenomen categoritzat amb un grau de perillositat. El perill es determina a partir de la intensitat del fenomen en aquest punt i la seva probabilitat d'arribada.

Per caracteritzar la intensitat d'arribada de manera qualitativa s'han diferenciat tres graus d'intensitat correlacionats amb els següents intervals d'energia:

Taula 8. Relació entre els graus d'intensitat i els valors d'energia.

Intensitat	Energia (kJ)
Alta	> 2.000
Mitjana	300 - 2.000
Baixa	< 300

La probabilitat d'arribada de l'esdeveniment es determina a partir dels indicadors d'activitat observats en el vessant i es valora numèricament amb un període de retorn. Es valora un període de retorn inicial segons els indicadors activitat detectats a l'escarpament. Aquest període de retorn inicial va disminuint proporcionalment al percentatge de blocs que queden aturats en el vessant. La probabilitat d'arribada s'ha valorat qualitativament considerant els següents intervals de període de retorn (Taula 9):

Taula 9. Relació entre la probabilitat d'arribada i el període de retorn.

Probabilitat	Període de retorn (T) (anys)
Alta	<10
Mitjana	10-100
Baixa	>100

La valoració del perill s'efectua en base a la intensitat puntual de l'esdeveniment i a la probabilitat d'afectació amb la següent relació (Taula 10):

Taula 10. Valoració del perill segons la intensitat i la probabilitat.

Perill		Probabilitat d'arribada		
		Alta	Mitjana	Baixa
Intensitat	Alta	Alt	Alt	Mitjà
	Mitjana	Mitjà	Mitjà	Baix
	Baixa	Baix	Baix	Baix

4.2.- ZONIFICACIÓ DEL VESSANT

S'ha elaborat una zonificació del perill del conjunt del vessant orientada a realitzar una tramificació del perill sobre la infraestructura lineal de la línia Lleida – La pobla. En conseqüència, la zonificació del vessant només és aplicable a la via i no es pot utilitzar per altres usos.

En primer lloc s'ha realitzat una valoració del perill associat a desprendiments rocosos a partir de la modelització en 3D. S'ha valorat a partir de la intensitat puntual dels potencials desprendiments i el nombre de trajectòries que passen per cada punt del vessant (probabilitat d'arribada) considerant una freqüència de sortida mitjana-alta, amb un període de retorn de 10 anys.

Posteriorment, s'ha realitzat una valoració del perill en els perfils representatius de la modelització 2D. S'ha valorat a partir de la intensitat puntual i del número de trajectòries que arriben a cada punt del vessant considerant intervals de 5 metres de longitud.

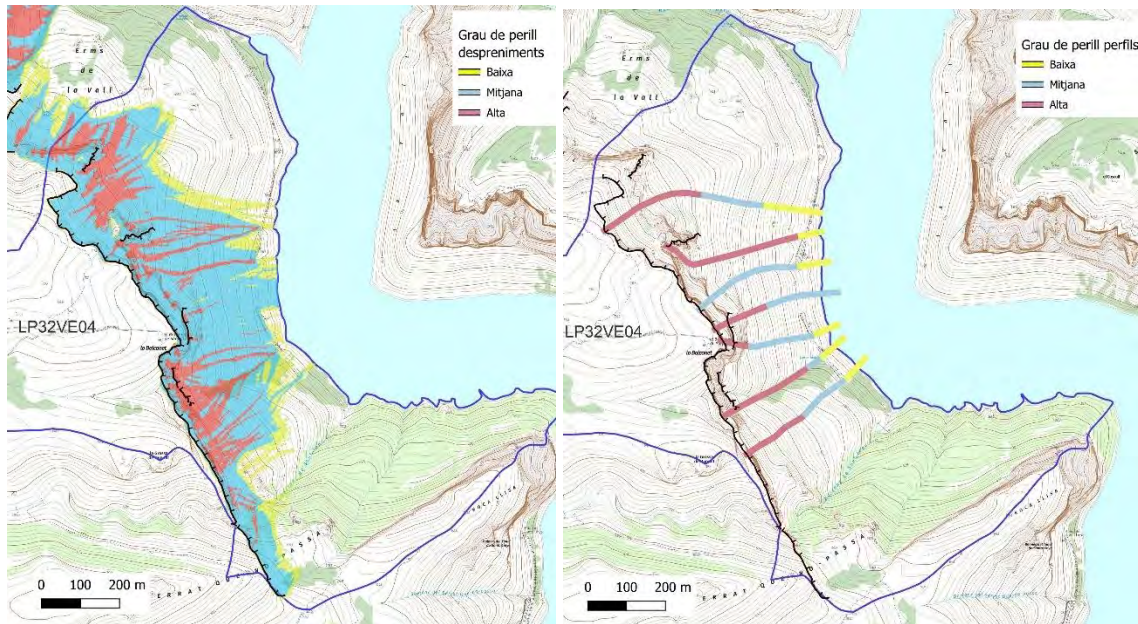


Figura 14. Zonificació del perill de desprendiments a partir de la modelització 3D i 2D.

A partir de les dues valoracions del grau de perill en el vessant, s'ha realitzat una superposició i s'ha ajustat una zonificació del perill representativa de tot el vessant, Figura 15.

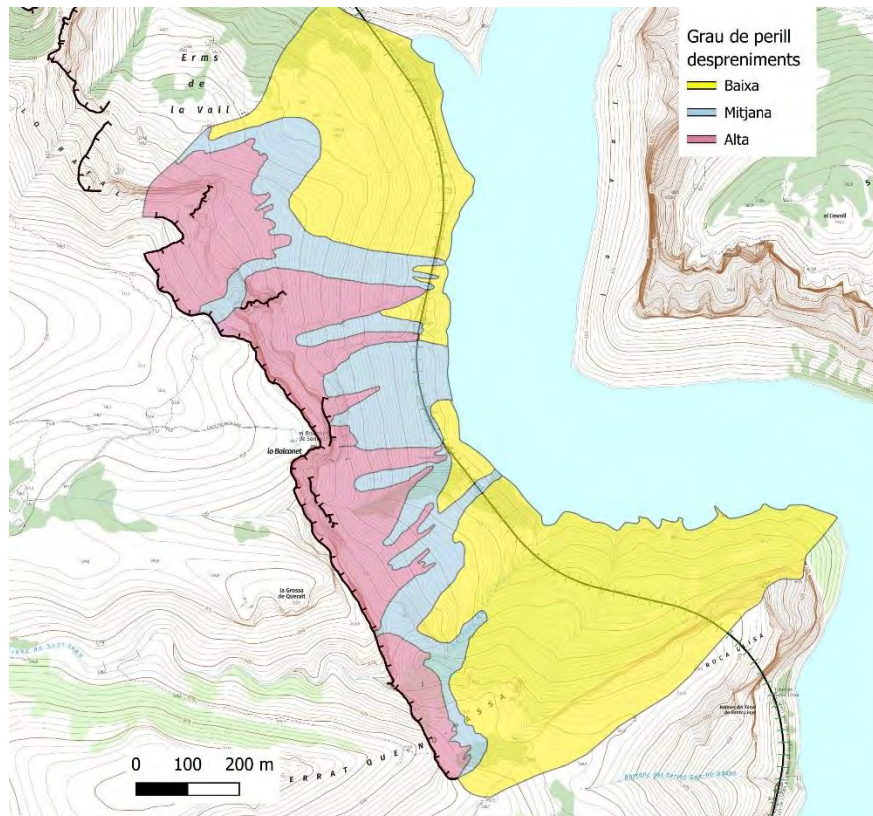


Figura 15. Zonificació del perill davant desprendiments de roques en el vessant LP32VE04.

4.3.- TRAMIFICACIÓ DEL PERILL

Per tal de prioritzar les actuacions de mitigació del risc de desprendiments al vessant, s'ha realitzat una tramificació del perill de la línia de ferrocarril al seu pas pel vessant LP32VE04, Figura 16.

Els trams amb un predomini de perill Mitjà, s'ha catalogat amb actuacions de prioritat P3a, els trams amb predomini de perill Mitjà-Baix, amb una prioritat P3b i els trams de perill Baix, amb una prioritat P4, Taula 11.

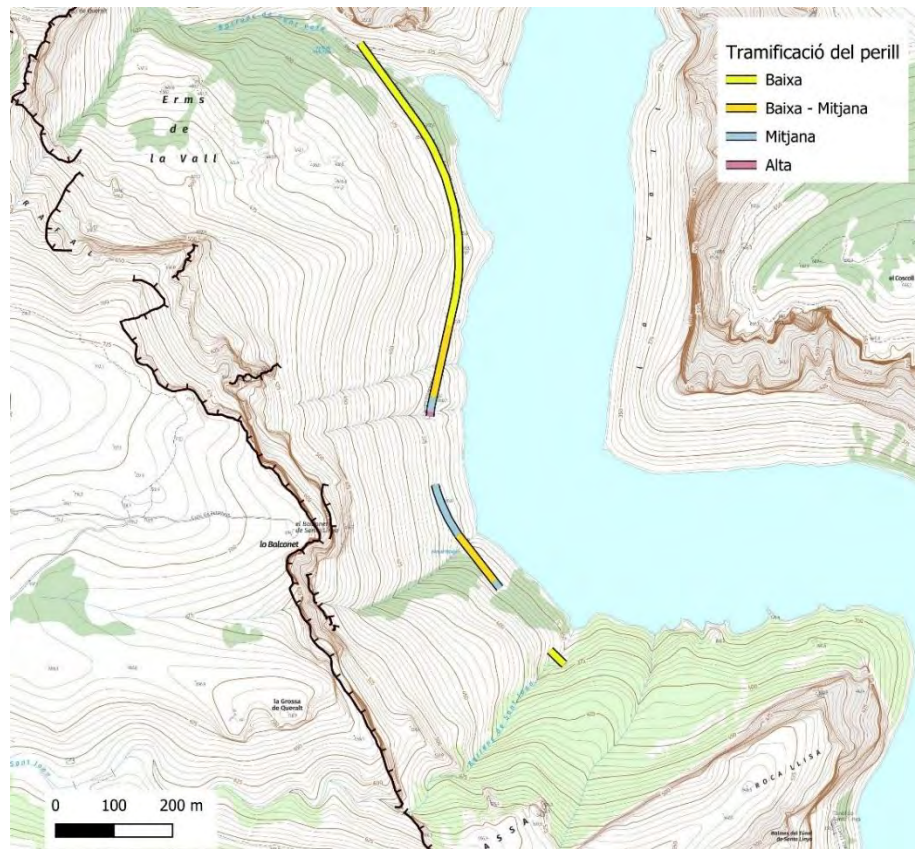


Figura 16. Tramificació del perill davant desprendiments de roques en el ferrocarril al pas pel vessant LP32VE04.

Taula 11. Tramificació del perill al tram de línia Lleida – La Pobla al seu pas pel vessant LP32VE04.

<i>Tram</i>	<i>Longitud del tram (m)</i>	<i>Perill davant desprendiments</i>	<i>Prioritat d'actuació</i>
46+261 - 46+295	34	Baix	P4
46+432 - 46+450	18	Mitjà	P3a
46+450 - 46+550	100	Baix - Mitjana	P3b
46+550 - 46+795	93	Mitjà	P3a
46+795 - 46+920	125	Baix - Mitjana	P3b
46+920 - 47+453	533	Baixa	P4

Els trams amb un predomini de perill Mitjà, s'ha catalogat amb actuacions de prioritat P3a, els trams amb predomini de perill Mitjà-Baix, amb una prioritat P3b i els trams de perill Baix, amb una prioritat P4, Taula 11.

Entre els PKs 46+757 – 46767 la perillositat es considera alta, no obstant no s'ha considerat en la tramificació de prioritat d'actuació degut a que queda cobert per l'extrem nord del túnel LP32TU08.

5.- PROPOSTA DE MESURES DE MITIGACIÓ DEL RISC

Es realitza una proposta d'alternatives de protecció en el vessant LP32VE04, no obstant, serà el corresponent projecte constructiu el que determini les actuacions més adients per cada tram.

5.1.- ALTERNATIVES DE PROTECCIÓ

Existeixen diferents alternatives d'actuació de protecció de vessant per tal de mitigar la perillositat davant desprendiments de roques. En termes generals es poden diferenciar en mesures de caràcter actiu i de caràcter passiu. (Taula 12).

Taula 12. Alternatives de protecció contra desprendiments de roques.

Actuació	Tècniques	Caràcter
Eliminació	Desbrossada i purga general Purga de blocs inestables	Actiu
Estabilització	Ancoratges Panell de malla de cable Cable d'acer Formigó projectat	
Conducció	Enreixat de conducció de blocs	Passiu
Aturada	Barrera estàtica Barrera dinàmica Dic de terres	

Les actuacions de caràcter actiu tenen per objectiu l'eliminació dels blocs potencialment inestables o la seva estabilització in situ. Aquestes actuacions permeten disminuir la perillositat especialment en relació a la reducció de la susceptibilitat (freqüència) dels fenòmens de major magnitud a l'àrea de sortida. Aquest fet es degut especialment per l'increment del factor de seguretat dels blocs potencialment inestables.

Per contra, les actuacions de caràcter passiu es basen en la instal·lació de mesures protectores en el vessant que aturin o condueixin el possible desprendiment. Les actuacions passives redueixen la perillositat sempre i quan l'esdeveniment no superi les limitacions d'absorció d'energia o d'alçada de l'element de contenció instal·lat.

5.2.- METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENT DE LES BARRERES

Per calcular el tipus de barrera a instal·lar es segueix la norma austríaca ONR24810 que defineix els requisits necessaris per a la certificació de les barreres dinàmiques i estableix tots els passos per a un correcte dimensionament de les estructures de protecció. Per enfocar la metodologia i factors a utilitzar cal determinar el tipus d'infraestructura que es vol protegir, a partir del que defineix la norma com a Classe de Conseqüència.

La classe de conseqüència d'una estructura protectora, s'entén com una valoració qualitativa dels efectes i el grau de danys econòmics, socials, ambientals o de vides humanes en cas d'una fallada d'aquesta estructura.

Taula 13. Classes de conseqüències de desperfectes segons norma ONR24810

Classe de conseqüències de desperfectes/ danys	Característiques	Exemples
CC1	Conseqüències lleus per la vida de les persones i conseqüències econòmiques, socials o alteracions del medi ambient menyspreables o menors	Estructures agrícoles sense presència de persones, camins de muntanya i carreteres de bosc
CC2	Conseqüències de gravetat mitjana per la vida de les persones i notables conseqüències econòmiques, socials o alteracions mediambientals	Edificis d'oficines, magatzems, carreteres secundàries
CC3	Conseqüències greus per la vida de persones i conseqüències econòmiques i pel medi ambient molt altes	Edificis d'habitatges, carreteres principals, autopistes, mineria, indústries

Per la tipologia d'infraestructura, es pot considerar que la línia de ferrocarril Lleida – La Pobla de Segur es tracta d'una infraestructura amb classes de Conseqüències CC2. A partir d'aquesta categorització es seguiran els factors i coeficients de seguretat marcats a la norma ONR24810.

5.3.- PROPOSTA DE MESURES DE MITIGACIÓ AL VESSANT

A partir de les característiques geomorfològiques del vessant, la seva dinàmica observada i els resultats dels l'anàlisi de caiguda de blocs, s'ha constatat l'existència de trajectòries que poden arribar a afectar la traça del ferrocarril. No obstant, no es disposa actualment d'una estimació precisa del període de retorn d'aquests esdeveniments, la qual cosa introdueix una variabilitat poc definida sobre la seva freqüència.

Davant d'aquesta incertesa, es considera més adient adoptar una estratègia de gestió del risc progressiva i adaptativa. En aquest sentit, es proposa com a primera mesura, la instal·lació d'una tanca tipus aspa-fletxa equipada amb sistemes de detecció d'impactes i emissió d'alertes. La

instal·lació d'una tanca sensoritzada té un cost econòmic inferior al de les barreres dinàmiques, i pot implementar-se de manera més ràpida i amb menys afectació sobre el terreny.

Aquesta solució no exclou la instal·lació de futures alineacions de barreres dinàmiques. Al contrari, permetrà prendre una decisió més informada sobre la necessitat, ubicació i característiques d'aquesta barrera, optimitzant la inversió i garantint una protecció més eficaç.

Es planteja la col·locació de 360 m de tanca tipus aspa-fletxa, distribuïts segons les PKs i ubicacions detallades a la Taula 14 i la Figura 17 (esquerra).

Taula 14. Ubicació de les tanques tipus aspa-fletxa vessant LP32VE04.

Tanca AF	Longitud	PKs
AF-01	90 m	46+432 – 46+522
AF-02	100 m	46+543 – 46+643
AF-03	100 m	46+757 – 46+643
AF-04	70 m	46+850 – 46+920

Pel que fa a la mitigació del risc mitjançant mesures de protecció passiva, com ara les barreres dinàmiques, la proposta d'actuació es divideix segons el nivell de prioritat establert a l'estudi de risc de desprendiments.

Per a la prioritat P3a, es preveu la instal·lació de quatre trams de barreres dinàmiques amb una longitud total de 215 metres. En el cas de la prioritat P3b, es proposa la col·locació de quatre trams addicionals amb una longitud total de 160 metres.

La Taula 16 recull l'estimació de l'energia i l'alçada considerada per a cada barrera, mentre que la seva ubicació es pot consultar a la Figura 17 (dreta).

Taula 15. Estimació del dimensionament de les barreres del vessant LP32VE04 en funció de la prioritat d'actuació.

Barrera	Longitud (m)	Energia MEL (kJ)	Alçada (m)	Prioritat d'actuació
BA-01	50	1.500 kJ	3 m	P3b
BA-02	50	1.500 kJ	3 m	P3b
BA-03	65	2.000 kJ	3 m	P3a
BA-04	70	2.000 kJ	3 m	P3a
BA-05	50	1.500 kJ	3 m	P3a
BA-06	30	1.500 kJ	3 m	P3a
BA-07	30	1.500 kJ	3 m	P3b
BA-08	30	1.500 kJ	3 m	P3b

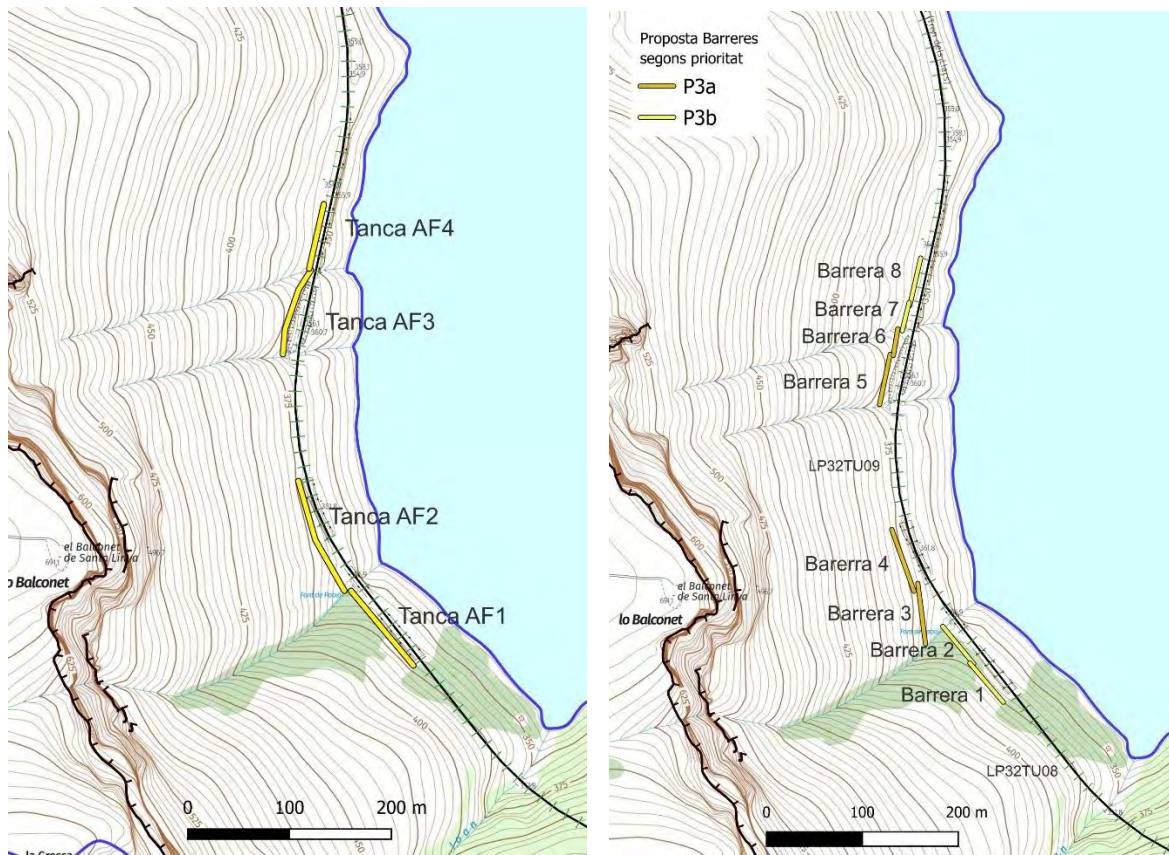


Figura 17. Situació de les tanques aspa – fletxa (figura esquerra) i proposta de barreres dinàmiques proposades (figura dreta).

6.- CONCLUSIONS

A continuació s'enumeren les principals conclusions de l'estudi del risc de desprendiments que s'ha portat a terme al vessant LP32VE04 de la línia Lleida – La Pobla de Segur dels FGC.

- **Caracterització del vessant:** El vessant presenta una morfologia abrupta amb escarpaments rocosos de grans dimensions i una estructura geològica amb la presència de discontinuïtats que afavoreixen la individualització i fragmentació de blocs en cas de desprendiments. No obstant, el massís rocós ha estat classificat com de molt bona qualitat segons els índexs RMR (78) i Q de Barton (13,5).
- **Simulació de trajectòries:** Les simulacions realitzades amb els models Rockyfor3D i RocFall 2D han identificat diversos trams on els blocs poden arribar a la via, amb energies d'impacte de fins a 924 kJ i percentatges d'arribada de fins al 21% en alguns trams de la traça.
- **Zonificació i tramificació de la perillositat:** S'ha elaborat una zonificació de la perillositat i una tramificació de la línia ferroviària segons els següents graus i longituds:
 - **Perill mitjà:** 111 m (prioritat d'actuació P3a)
 - **Perill mitjà-baix:** 225 m (prioritat P3b)
 - **Perill baix:** 567 m (prioritat P4)

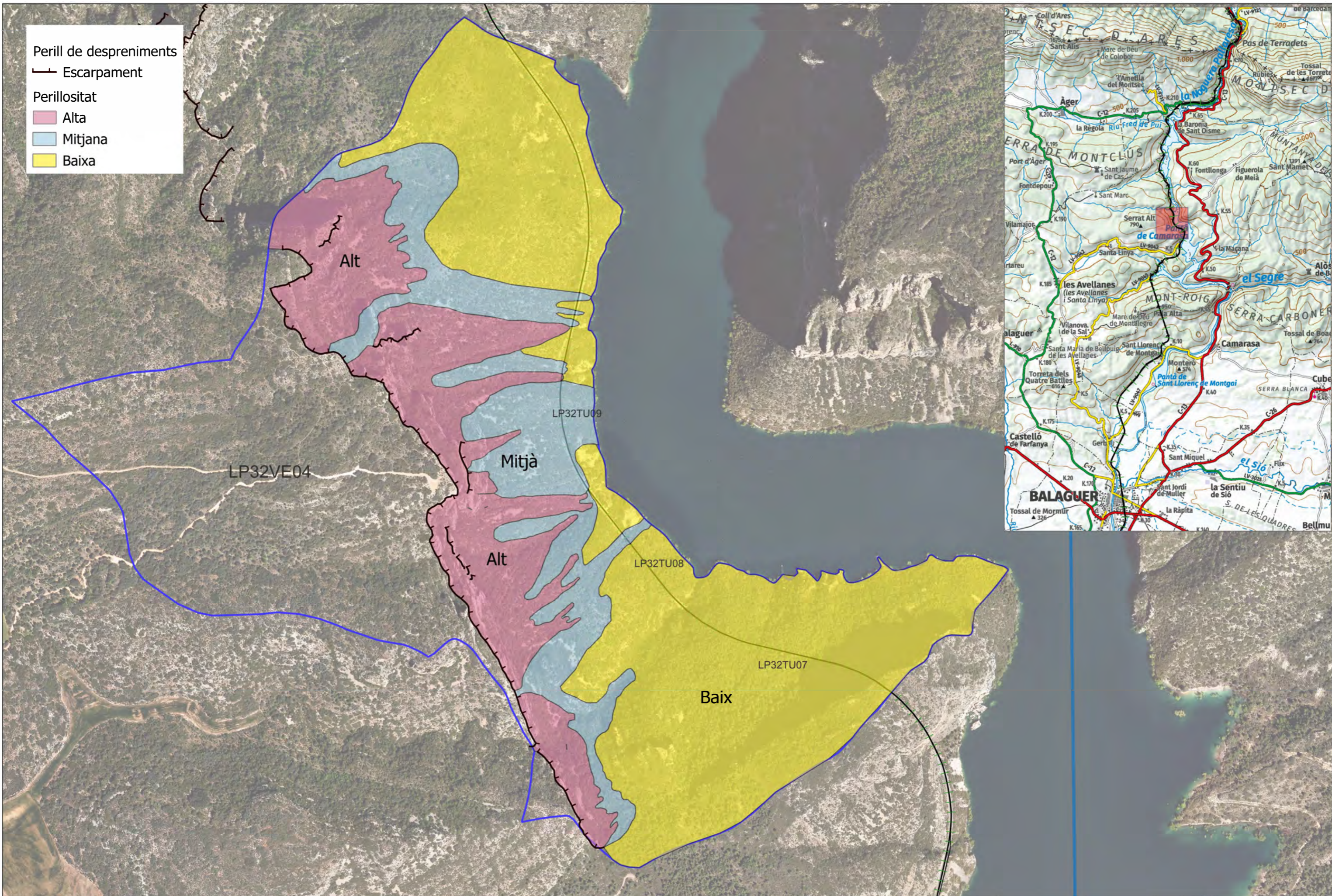
2. Proposta de mesures de mitigació

Basada en una estratègia progressiva de mitigació es proposen les següents mesures:

- Primera fase i prioritària: Instal·lació de 360 m de tanca tipus aspa-fletxa amb sensorització per a la detecció d'impactes i emissió d'alertes.
- Segona fase: Instal·lació de 8 trams de barreres dinàmiques amb una energia de disseny d'entre 1.500 kJ i 2.000 kJ i alçada de 3 m, amb una longitud total de 375 m. La proposta es únicament de caire orientatiu, el corresponent projecte constructiu de mitigació de risc definirà les actuacions més adients a executar en el vessant.

Barcelona, juny de 2025

PLÀNOLS



Perill de desprendiments

↳ Escarpament

Perillositat

Alta

Mitjana

Baixa

Alt

Mitjà

Alt

Baix

LP32VE04

LP32TU09

LP32TU08

LP32TU07



CONSULTOR
ICGC
 Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya
 Iván García Agraz

AUTOR DEL PROJECTE TÍTOL DEL PROJECTE
 ESTUDI DE PERILLOSITAT I TRAMIFICACIÓ EN FUNCIÓ DEL RESC RISC GEOLÒGIC DEL VESSANT
 LP32VE04 DE LA LÍNIA LLEIDA - LA POBLA DE FGC

NÚM. PROJECTE
 ICGC-AP-0087/20

ESCALES 0 60 120 m
 1:1
 ORIGINALS A3 GRÀFIQUES

NOM DEL PLANOL
 ZOMIFICACIÓ DEL PERILL DE DESPRENIMENTS

DATA JUNY 2025
 NOM FITXER 1_Perill
 PLÀNOL NÚM. 1
 FULL 1 DE 1

Perillositat

- Alta
- Mitjana
- Baixa



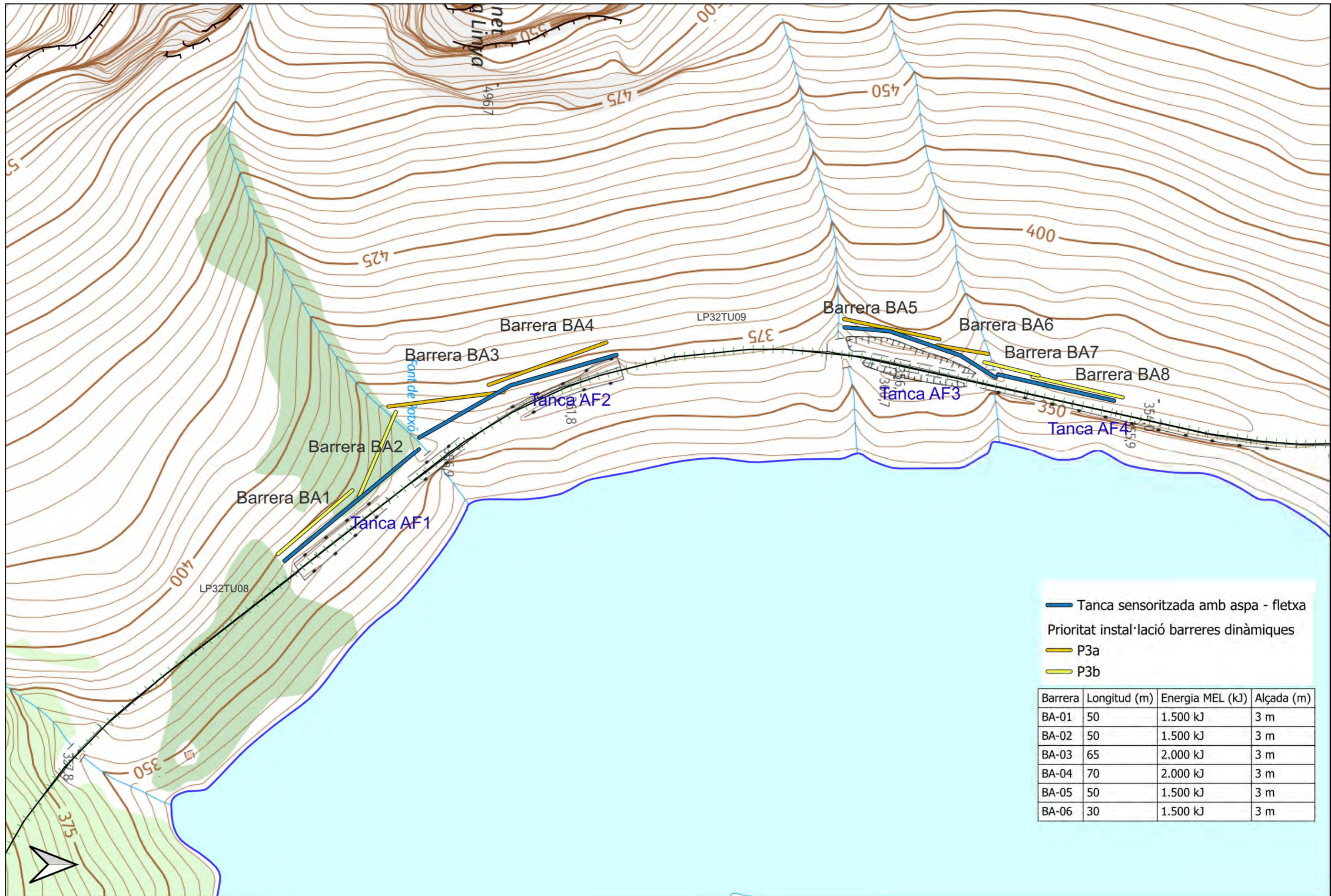
CONSULTOR
ICGC
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya
AUTOR DEL PROJECTE
Iván García Agraz

TÍTOL DEL PROJECTE
ESTUDI DE PERILLOSITAT I TRAMIFICACIÓ EN FUNCIÓ DEL RESC RISC GEOLÒGIC DEL VESSANT LP32VE04 DE LA LÍNIA LLEIDA - LA POBLA DE FGC

NÚM. PROJECTE
ICGC-AP-0087/20
ESCALES
1:1
ORIGINALS A3
ESCALES 0 60 120 m
GRÁFIQUES

NOM DEL PLANOL
ZOMIFICACIÓ DEL PERILL DE DESPRENIMENTS

DATA
JUNY 2025
NOM FITXER
1_Perill
PLÁNOL NÚM.
1
FULL 1 DE 1



**GUIA PER A LA REDACCIÓ DEL
PLA DE PREVENCIÓ CONTRA EL CONSUM
D'ALCOHOL I DROGUES EN EL TREBALL PER A
EMPRESSES QUE TREBALLEN PER FGC A XARXA
FERROVIÀRIA**

ÍNDIX

	Pàgina
1. CONSIDERACIONS GENERALS.....	1
2. CONTINGUT DEL PLA DE PREVENCIÓ CONTRA EL CONSUM D'ALCOHOL I DROGUES EN EL TREBALL.....	1

1. CONSIDERACIONS GENERALS.

La present guia es redacta per definir el contingut mínim del **Pla de prevenció contra el consum d'alcohol i drogues en el treball**, que hauran d'elaborar les empreses que treballin per FGC en contractes gestionats per l'àrea de Xarxa Ferroviària.

Previ a l'inici de les obres, el Contractista elaborarà el "**Pla de prevenció contra el consum d'alcohol i drogues en el treball**", que s'inclourà com a annex al Pla de Seguretat i Salut de les obres, en el qual es detallaran els requeriments inclosos en els posteriors apartats del present document i que seran definits amb el Responsable del Contracte i presentats per a la seva aprovació en base al que s'estableix en la present guia.

2. CONTINGUT DEL PLA DE PREVENCIÓ CONTRA EL CONSUM D'ALCOHOL I DROGUES EN EL TREBALL.

Aquest pla haurà de contenir, com a mínim, el següent contingut, indispensable, per a ser considerat com a tal (pla):

- 1) Detallar el compliment de les mesures que són obligatòries per contracte per assegurar la prevenció de consum d'alcohol i drogues en l'execució del contracte i el seu control. Així, s'haurà d'adjuntar un cronograma, amb el detall de les accions que es faran al llarg del temps que duri l'obra.

El pla haurà de contemplar com a obligació la següent:

En aplicació d'una política de prevenció i control, per evitar l'accidentalitat a les obres, FGC estableix com a element imprescindible, per a una correcta prevenció de riscos laborals la prevenció i detecció de possibles accidents que es puguin produir com a conseqüència de la ingesta d'alcohol, drogues i/o medicaments. Per tant i en aplicació de la mateixa, el contractista s'obliga, per a la prevenció i detecció de les possibles incidències en el seu personal i/o del personal de les empreses que subcontracti, a fer proves per detectar alcohol o detectar la ingesta o incorporació a l'organisme psicotròpics, estimulants tòxics o altres substàncies anàlogues, entre les quals s'inclouen, els medicaments sota l'efecte dels quals s'alteri la capacitat, l'estat físic o mental apropiat per treballar en les condicions fixades en el contracte i en tot cas per les tasques assignades.

El contractista s'obliga a efectuar aleatòriament aquestes proves, tant al seu personal com el de les seves subcontractes, com a mínim cada tres mesos, i sempre que li requereixi FGC.

El contractista s'obliga a comunicar a FGC, amb una setmana d'anticipació, quan i quines proves efectuarà, a quines persones, i, a comunicar el resultat a FGC. Si les proves s'haguessin d'efectuar per raons d'urgència, ho comunicarà el més aviat possible.

Aquest cronograma detallarà, com a mínim, la realització d'una prova inicial a tot el personal del contractista o d'empreses subcontractades, adscrit a l'execució del contracte, i la següent, com a mínim, als 3 mesos següents, així com totes aquelles accions de millora que es disposin addicionalment i que permetin assegurar el compliment de les obligacions indicades.

El Contractista comunicarà a FGC la realització de les proves i els resultats agregats, juntament amb un informe del servei aliè contractat a aquest efecte, així com còpia de les factures que assegurin la seva realització o qualsevol altre document que acrediti la realització de les mateixes i que sigui acceptat com a vàlid per FGC (ex. certificació de l'empresa aliena que realitza els controls acreditativa de les dades i fets indicats).

- 2) Continuarà l'obligació expressa del contractista d'adoptar les mesures necessàries, amb les persones que hagin donat positiu en aquestes proves, o altres que es puguin fer a instàncies d'FGC, per assegurar la correcta execució del contracte sense incompliments en relació a l'execució de treballs havent consumit/donant positiu en l'esmentat control.
- 3) Per cada positiu que es detecti per consum d'alcohol i/o de drogues per part d'FGC, el contractista restarà obligat a realitzar una formació de, com a mínim, 2 hores amb tot el personal de l'obra, propi i d'empreses subcontractades, en matèria relacionada amb el consum de substàncies tòxiques i alcohol en el treball. Aquesta formació s'haurà d'acreditar documentalment a FGC a través de la justificació del control d'assistència obligatori del personal propi o d'empreses subcontractades, i les factures de les despeses incorregudes per part de les persones formadores i lloguer/cessió d'espais o altra documentació que sigui admesa per FGC i que permeti acreditar l'anterior.
- 4) L'obligació del contractista de fer difusió entre el seu personal i del corresponent a les empreses subcontractistes, del material que els facilitarà FGC per conscienciar sobre els riscos derivat del consum i evitar el consum d'alcohol i drogues en el treball a FGC.

Els quatre punts anterior són el contingut mínim que haurà de contenir el pla, el qual podrà incorporar també aquelles mesures que el contractista consideri oportunes en l'objectiu d'evitar el consum d'alcohol i drogues en el treball.