



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

ESCOLA SUPERIOR D'ENGINYERIES INDUSTRIAL, AEROESPACIAL I AUDIOVISUAL DE TERRASSA

Estudi preliminar del reemplaçament del telecadira de Puig Falcó, a l'estació d'esquí de Boí Taüll, per una altra instal·lació de transport per cable.

Memòria

Autor: Quirc Pérez Farré

Titulació: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Tutor: Carlos Romea Rosas

Escola Universitaria: ESEIAAT

Convocatòria de lliurament del TFG: Curs 2019 – 20/2Q

Data: 30 de Juny de 2020



Agraïments

A totes aquelles persones que m'han aconsellat, orientat i han compartit la seva experiència laboral. Sense aquestes aportacions no hauria pogut desenvolupar aquest estudi.

Fent especial menció:

Al professor Carlos Romea.

A Patxi Garralda responsable d'enginyeria de l'estació de Boí Taüll.

A Denís Coloma membre de l'equip tècnic de remuntadors de l'estació de Boí Taüll.

A Victor Boix enginyer tècnic de l'empresa "Teleféricos y Nieve S.L."

A Francesc Mur propietari de l'empresa "Pinater S.L." especialitzada en moviments de terres.



Resum

Aquest estudi preliminar pretén cercar una solució a la problemàtica que pateix l'estació d'esquí de Boí Taüll amb el remuntador de Puig Falcó.

El telecadira biplaça de Puig falcó durant els darrers anys, ha patit desperfectes molt importants a causa de les condicions meteorològiques adverses de la zona. Aquests desperfectes l'han aturat durant llargs períodes de temps. Altrament, aquestes incidències han suposat uns costos de manteniment i reparacions molt elevats.

Aquest remuntador està emplaçat a una zona molt exposada a les inclemències meteorològiques. El traçat de la línia discorre just per la cresta de la carena, salvant un desnivell d'aproximadament 200 m entre les cotes 2.550 m i 2750 m, que representa la cota esquiable més alta de tot el Pirineu.

Les fortes ràfegues de vent són molt freqüents a la zona, sobretot durant la temporada d'hivern, impossibilitant l'obertura de la instal·lació durant molts dies a l'any i així un 50 % de la temporada aquesta instal·lació està aturada.

Analitzant els diferents tipus d'instal·lacions per cable existents i tenint en compte els requisits tècnics i econòmics que hauria de complir la nova instal·lació, s'ha determinat que la millor opció és una instal·lació formada per dos teleesquís paral·lels desembragables. Ja que, és el tipus d'instal·lació que més s'adequa a l'orografia i a les condicions climàtiques de la zona.

Un cop elegit el tipus d'instal·lació, s'ha dimensionat i s'han definit tècnicament els principals elements que la conformaran. Per a poder estimar un primer pressupost del projecte constructiu, així com avaluar l'impacte ambiental de la proposta final.



Abstract

This preliminary study aims to find a solution to the problem suffered by the Boí Taüll ski resort with the Puig Falcó ski lift.

The Puig Falcó two-seater chairlift in recent years has suffered major damage due to the adverse weather conditions in the area. These flaws have put the ski lift out of service for long periods. Furthermore, these incidents have led to very high maintenance and repair costs.

This ski lift is located in an area very exposed to inclement weather. The route of the line runs right along the crest of the mountain, overcoming a gap of approximately 200 m between the 2.550 m and 2.750 m levels, which represents the highest skiable level in the entire Pyrenees.

Strong gusts of wind are very frequent in the area, especially during the winter season, making it impossible to open the facility for many days a year. Approximately 50% of the season this installation is stopped.

Analyzing the different types of existing cable installations and taking into account the technical and economic requirements that the new installation should meet, it has been determined that the best option is an installation consisting of two detachable parallel ski lifts. Since it is the type of installation that best suits the orography and climatic conditions of the area.

Once the type of installation has been chosen, the main elements that will comprise it have been dimensioned and technically defined. In order to estimate the first budget for the construction project, as well as to evaluate the environmental impact of the final proposal.



Declaració d'honor

Declaro que, el treball en aquesta Tesi de Grau és completament el meu propi treball, cap part d'aquesta Tesi de Grau es pren de la feina d'altres persones sense donar-los crèdit, totes les referències han estat clarament citades.

Estic autoritzat a fer ús de la informació relacionada amb el grup de recerca / de l'empresa (trieu un) que va proporcionar a aquest document (seleccioni quan correspongui).

Entenc que la infracció d'aquesta declaració em deixa subjecte a les accions disciplinàries previstes per la Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTECH.

Quirc Pérez Farré

30/06/20220

Nom de l'estudiant

Signatura

Data

Títol de la tesi : **Estudi preliminar del reemplaçament del telecadira de Puig Falcó, a l'estació d'esquí de Boí Taüll, per una altra instal·lació de transport per cable.**



Taula de continguts

1.	Objecte del treball	1
2.	Abast	1
3.	Requeriments.....	2
3.1	Requisits econòmics.....	2
3.2	Requisits tècnics.....	2
4.	Justificació.....	5
5.	Ubicació de l'estació de Boí Taüll.....	8
5.1	Emplaçament del telecadira de Puig Falcó	8
6.	Anàlisi tècnic de la instal·lació actual.....	8
6.1	Característiques tècniques de la instal·lació.....	9
6.2	Característiques de funcionament.....	11
7.	Traçat de la nova instal·lació.....	12
7.1	Limitació territorial	13
7.2	Anàlisi topogràfic.....	13
7.3	Anàlisi litològic i d'allaus	17
8.	Condicions meteorològiques.	19
8.1	Anàlisis dels episodis meteorològics més extrems dels anys 2016 i 2019.....	20
9.	Cerca de les possibles solucions	23
9.1	Descripció general dels diferents tipus d'instal·lacions de transport per cable.	23
9.1.1	Funiculars (ferrocarrils funiculars)	23
9.1.2	Telefèrics.....	25
9.1.3	Teleesquís	35
9.2	Resum de les característiques tècniques i de funcionament de les instal·lacions de transport per cable	39
9.3	Preselecció de les propostes.....	41
10.	Selecció de la proposta final.	44
11.	Desenvolupament proposta final	46
11.1	Parts del remuntador.....	47
11.1.1	Estació inferior	48
11.1.2	Línia	51
11.1.3	Estació superior.....	58
11.1.4	Sistemes de subministrament elèctric.....	59



11.1.5	Característiques de funcionament.....	60
11.1.6	Resum de les especificacions tècniques i de funcionament del remuntador.....	61
11.2	Preparació del terreny i obra civil associada	62
11.3	Interferència amb els traçats actuals de pista	69
12.	Pressupost.....	70
12.1	Pressupost del desmantellament de la instal·lació actual	70
12.2	Pressupost del moviment de terres.....	72
12.3	Pressupost de l'obra civil	73
12.4	Cost dels remuntadors.....	76
12.5	Pressupost del muntatge de la nova instal·lació	77
12.6	Pressupost General	79
13.	Avaluació mediambiental	80
13.1	Impactes ambientals duran la fase de construcció.....	80
13.2	Impactes ambientals duran la fase de l'explotació.....	82
13.3	Impacte socioeconòmic	82
14.	Planificació	83
15.	Conclusions	85
16.	Bibliografia	86

Llistat de figures

Figura 1: Imatge topogràfica on es pot observar al complet el recorregut de la instal·lació actual (telecadira de Puig Falcó). [1]	2
Figura 2: Telecadira de Puig Falcó amb grans acumulacions de neu i gel.	5
Figura 3: Reparació de la instal·lació durant la temporada 2019/2020.	5
Figura 4: Rosa dels vents.....	6
Figura 5: Ubicació de l'estació d'esquí.	8
Figura 6: Emplaçament del telecadira de Puig Falcó.	8
Figura 7: Estació inferior. [4]	9
Figura 8: Sistema de tensió i volant motriu. [4].....	10
Figura 9: Caseta. [4]	10
Figura 10: Pilona 3. [4]	10
Figura 11: Estació superior. [4]	10
Figura 12: D'esquerrà a dreta, limitacions territorials i pistes paral·leles al remuntador. [1].....	12
Figura 13: Model de terreny extret del "Google Earth".	13
Figura 14: Representació 3D de la superfície.	14
Figura 15: Corbes de nivell de la superfície. (Vermelles cada 10 m, blaves cada 2 m).....	14
Figura 16: Perfil de línia.	16
Figura 17: Mapa litològic. [1]	17
Figura 18: Tipus de roques.....	17
Figura 19: Zones d'allaus. [1]	18
Figura 20: Ubicació estació meteorològica Boí (2.535 m).	19
Figura 21: Rosa dels vents anys 2015/2017/2018.	21
Figura 22: Rosa dels vents anys 2016/2019.....	21
Figura 23: Encreuament, funicular de Vallvidrera.	23
Figura 24: Esquema de les estacions.	27
Figura 25: Estació superior del telecabina desembragable "Alp 2500" a la Molina. [4].....	27
Figura 26: Telefèric del Port de Barcelona. [4]	29
Figura 27: "Funifor" amb cabina de dos pisos. La superior no esta coberta. (Stans, Suïza) [7]	30
Figura 28: Esquema d'un "Funifor".	30
Figura 29: Cabines característiques dels "DCM" i "DML".	31
Figura 30: Cabina d'un "Funitel".	31
Figura 31: Esquema telefèric DLM.	32
Figura 32: Esquema telefèric DMC.....	32
Figura 33: Pilona "Funitel" (Hintertux Glacier, Tirol Austríac).	32
Figura 34: Telefèric 3S (Whistler Blackcomb, Canada). [7].....	33

Figura 35: Telefèrics en grup que cobreix l'emblemàtic recorregut entre "Chamonix-Aiguille du Midi".	34
Figura 36: Tipus de teleesquís.	35
Figura 37: Perxa rígida de disc. [4]	36
Figura 38: Perxa enrotllable de disc.	37
Figura 39: Perxa tipus àncora. [4]	38
Figura 40: Dos teleesquís en paral·lel (estacions motrius). [4]	41
Figura 41: Teleesquí configuració 1 i 3.	43
Figura 42: Teleesquí Federal 1 i 2 de l'estació el Makstein.	47
Figura 43: Esquema estació Inferior Motriu.	48
Figura 44: Estació motriu Genius de Pomagalski.	49
Figura 46: Pilonos independents.	51
Figura 45: Pilonos de línia de Pomagalski.	51
Figura 47: Pòrtic tipus A.	52
Figura 48: Pòrtics en gelosia tipus B.	53
Figura 49: Angle de deflexió.	54
Figura 50: Esquema de l'estació superior de tensió.	58
Figura 51: Terminal de tensió "LSP" de Pomagalski.	59
Figura 52: Ample de pista.	62
Figura 53: Perfil actual.	64
Figura 54: Area moviment de terres i tipus de terreny.	65
Figura 55: Eix longitudinal del nou remuntador.	65
Figura 57: Perfil del nou remuntador.	66
Figura 56: Secció.	66
Figura 58: Secció 0+180.	67
Figura 59: Secció 0+300.	68
Figura 60: Croquis de línia.	68
Figura 61: Comparació dels traçats.	69
Figura 62: Diagrama de Gantt.	84



Llistat de taules

Taula 1: Registre de les darreres 5 temporades amb els dies d'obertura de la instal·lació. [3].....	7
Taula 2: Gradients principals del perfil.	15
Taula 3: Episodis de vent més extrems. [2]	19
Taula 4: Temporals de l'any 2016 i 2019. [2]	20
Taula 5: Temporals de vent d'est i d'oest durant els anys 2015, 2017 i 2018. [2].....	22
Taula 6: Taula dels tipus de telefèrics.....	26
Taula 7: Instal·lacions de transport per cable.....	40
Taula 8: Comparació entre el telecadira i el teleesquí.	42
Taula 9: Comparació entre teleesquís.	43
Taula 10: Configuració teòrica.	44
Taula 11: Comparació configuració 1 i 3.....	45
Taula 12: Potència teleesquís.	50
Taula 13: Diàmetre del cable tractor-portant.....	56
Taula 14: Especificacions tècniques i de funcionament del teleesquí.....	61
Taula 15: Gradients actuals.....	64
Taula 16: Comparació dels perfils.	67
Taula 17: Temps estimat per al desmuntatge.	71
Taula 18: Pressupost de desmantellament de la instal·lació actual.	71
Taula 19: Pressupost moviment de terres.	72
Taula 20: Volum de materials.	73
Taula 21: Pressupost excavació fonaments.	73
Taula 22: Pressupost del procés de formigonat.	74
Taula 23: Pressupost de l'obra civil.....	75
Taula 24: Transport dels remuntadors fins a la base de l'estació.....	76
Taula 25: Cost dels dos teleesquís més transports.....	76
Taula 26: Temps estimat per al muntatge.	78
Taula 27: Pressupost del muntatge dels dos nous remuntadors.....	78
Taula 28: Llistat de tasques.....	83

1. Objecte del treball

Estudi preliminar del reemplaçament del telecadira de Puig Falcó a l'estació d'esquí de Boí Taüll, situada a la comarca de l'Alta Ribagorça, per una altra instal·lació de transport per cable. La instal·lació actual cobreix un desnivell de 220 m al llarg d'un recorregut de 620 m.

2. Abast

Amb aquest estudi pretén seleccionar i dissenyar la nova instal·lació tenint en compte les limitacions i especificacions del cas. La particularitat d'aquesta instal·lació és les condicions meteorològiques extremes a les quals està sotmesa, que impedeixen l'obertura durant gran part de la temporada d'esquí.

Per tal de seleccionar la millor solució, s'estudiaran els diferents tipus de transport per cable existents i s'avaluaran en funció de les restriccions i requeriments del cas amb l'objectiu de seleccionar la millor opció.

Un cop elegida la millor proposta es desenvoluparà. Aquest estudi inclourà la definició tècnica dels elements principals per a poder definir un primer pressupost, així com avaluar l'impacte ambiental de la proposta final.

A continuació es presenten els punts més importants d'aquest estudi:

- Anàlisi de la instal·lació actual
- Emplaçament de la nova instal·lació
- Condicions meteorològiques
- Cerca de possibles propostes
- Selecció de la proposta final
- Desenvolupament de la proposta final
- Pressupost bàsic
- Avaluació mediambiental
- Conclusions i recomanacions de continuació del treball

Un cop finalitzat l'estudi es presentaran els següents documents:

- Memòria del treball
- Annex 1 Moviment de terres
- El pressupost del treball
- Autoinforme de qualitat

3. Requeriments

El principal requisit de la nova instal·lació és que permeti oferir una major seguretat d'ús als usuaris i personal de la instal·lació. Sobretot durant els episodis meteorològics, adversos i habituals en la zona, com són els forts temporals de vent.

L'assoliment d'aquest requisit permetrà garantir més dies d'obertura de la instal·lació, així com reduir els costos de manteniment i de reparacions respecte a la instal·lació existent.

3.1 Requisites econòmics

Pel que fa a la limitació de pressupost no s'ha pogut establir cap valor concret amb l'empresa que gestiona l'estació. En el moment de redacció d'aquest estudi, l'estació està sent gestionada per Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) a través de la societat Actius de Muntanya, SA, a partir de la pròxima temporada 2020/2021 passarà a ser dirigida íntegrament per FGC. Així doncs, està en una etapa de transició, i aquest projecte de moment, no forma part del pla de futures inversions en el complex hivernal.

No obstant això, per tal d'acotar les possibles solucions i aportar una solució realista, s'ha limitat el pressupost a 1.750.000 €.

3.2 Requisites tècnics

Punt de partida i d'arribada de la nova instal·lació

La nova instal·lació ha de tenir l'estació d'embarcament situada al Coll de Roies a 2.530 m d'altitud i l'estació d'arribada al Cap de les Raspes Roies a 2.750 m d'altitud aproximadament.

Ha de permetre cobrir el mateix trajecte que el telecadira existent.

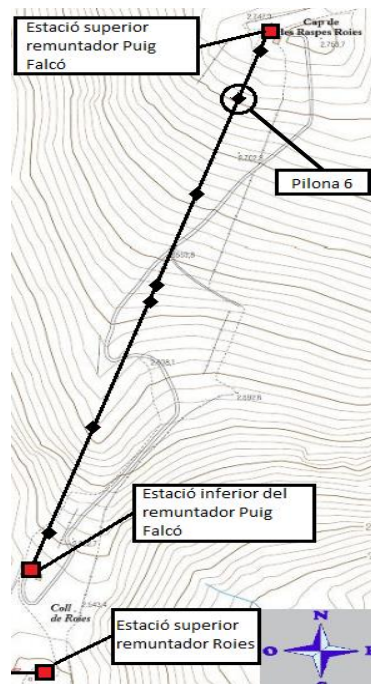


Figura 1: Imatge topogràfica on es pot observar al complet el recorregut de la instal·lació actual (telecadira de Puig Falcó). [1]

Condicions meteorològiques

La nova instal·lació ha de poder suportar les condicions meteorològiques extremes de l'emplaçament sense patir desperfectes importants.

Per tal de quantificar aquests requeriments, s'han analitzat les dades proporcionades per l'estació meteorològica de Boí (2.535 m) durant el període de temps compres entre el 01/01/2015 i el 31/12/2019. Aquesta estació meteorològica està situada a escassos 670 m en línia recta de la base de la instal·lació i a una altura pràcticament idèntica.

Dades d'interès:

- Durant els darrers cinc anys (2015/2019) de mitjana vuit dies a l'any les rafegues de vent van superar els 30 m/s (108 km/h).
- El 95% dels dies en què es van superar els 30 m/s estan compresos entre els mesos de Novembre i Abril, durant la temporada d'esquí.
- La rafega màxima de vent registrada durant aquest període va ser de 46,6 m/s (167,76 km/h) direcció Nord a les 10.20 h del 06/02/2017.

L'estació d'arribada, la superior, estarà situada com ja s'ha esmentat abans al Cap de les Raspes Roies a 2.750 m d'altitud aproximadament. No es disposa de dades meteorològiques, en aquesta altitud. L'estació que està situada a més altura de la xarxa d'equipaments meteorològics de la Generalitat de Catalunya (XEMEC) és precisant la de Boí (2.535 m), la resta d'estacions meteorològiques situades al Pirineu que estan a altures superiors, sols mostren registres d'humitat i temperatura. Malgrat això, sí que hi ha models meteorològics per aquestes altituds i no és d'estranyar que, aquests 1 o 2 cops a l'any, indiquin que les rafegues de vent puguin superar els 180 km/h en aquest punt. [2]

A més, un dels principals inconvenients són les acumulacions de neu i gel a l'estructura que es formen durant els temporals més intensos. Aquest fenomen té un doble efecte, per una banda se sumen càrregues verticals a l'estructura i, d'altra banda, augmenta la superfície exposada al vent, incrementant-se les càrregues produïdes pel vent.

Durant el procés de disseny i càlcul de l'estructura, s'haurà de tenir en compte aquesta combinació de fenòmens, ja que és la més desfavorable.

Així doncs, s'han establert els següents requeriments:

- La instal·lació ha de poder suportar rafegues de vent de 200 km/h, provinents de qualsevol direcció, amb l'efecte combinat d'acumulacions de neu i gel en l'estructura.
- La instal·lació ha de poder ser operativa amb vents de fins a 65 km/h.

S'ha estipulat que la instal·lació ha de poder ser operativa amb vents de fins a 65 km/h, ja que el remuntador que proporciona accés a aquesta instal·lació és operatiu si les ràfegues de vent no superen els 65 km/h. Aquest remuntador rep el nom de Roies.

Capacitat de la instal·lació

La capacitat de la nova instal·lació hauria de ser propera a l'actual que és de 1.200 persones per hora, ja que és una capacitat que satisfà correctament la demanda.

No obstant, cal destacar que la demanda de la instal·lació varia molt en funció de la data. Durant punts importants com el de la Immaculada Concepció i sobretot durant les festes de Nadal, en hora punta, es pot formar una petita cua per accedir a la instal·lació.

Per tal de limitar aquest problema, la nova instal·lació haurà de tenir una capacitat mínima de 960 persones per hora, que representa un 80% de l'actual. Les possibles cues que es deriven d'aquesta reducció de capacitat es consideren assumibles, ja que es produïren en dies molt determinats i en hora punta.

Procés constructiu

El reemplaçament de la instal·lació s'hauria de realitzar durant el període comprès entre dues temporades d'esquí, és a dir, entre mitjans d'abril i mitjans de novembre, en total 7 mesos. És evident, però, que a mitjans d'abril el mantell de neu sol ser important i el terreny està congelat, impossibilitant moltes feines. Així doncs, el període de temps disponible per la construcció sol ser menor que 7 mesos.

Cal destacar que l'emplaçament d'aquest remuntador dificulta el transport dels diferents elements de la instal·lació amb transport rodat, així doncs serà necessària l'actuació d'un helicòpter, per al transport d'alguns dels elements i materials.

4. Justificació

La instal·lació que es pretén reemplaçar és un telecadira biplaça. Aquest dona accés a la cota més alta de l'estació i del Pirineu esquivable (2.750 m).

Importància de la instal·lació per al complex hivernal

La instal·lació dona accés a 3 pistes de nivell de dificultat "difícil" i a 5 de "molt difícil", sumant un total aproximat de 12 km, que representen un 26 % del total de quilòmetres esquiables de l'estació. A més a més, permet l'accés a itineraris 'fora pista' com el de la Vall de Moró.

És una instal·lació important per al complex hivernal, ja que obre un gran ventall de possibilitats als esquiadors més experts i aquells que tenen un nivell intermedi. A més, permet gaudir de la pista "Vista Aran Collbirros" amb el recorregut més llarg de tota l'estació (4.155 m).

Altrament, ajuda a evitar aglomeracions a la base de l'estació, ja que, en proporcionar accés a les pistes més llargues de l'estació, augmenta el temps en què el client està esquiant i no utilitzant una instal·lació del complex.

Desperfectes importants en la instal·lació

La construcció d'aquesta instal·lació data del 1998, per tant, porta en actiu vint-i-dos anys. Durant els darrers anys ha patit importants desperfectes, causats per les inclemències meteorològiques, els més recents i importants, durant la temporada 2016/2017 i la temporada 2019/2020. En els dos casos, la pilona 6 va ser la més afectada i es va haver de reemplaçar parcialment. És la pilona més alta de tota la instal·lació, amb 9,75 m. L'acumulació de neu i gel a l'estructura i rafegues de vent superiors als 100 km/h, provinents de direccions poc habituals, van ser les causes dels desperfectes.

Els dos incidents van ocórrer quan la instal·lació estava aturada.

Durant la reparació de la temporada 2016/2017, la pilona es va reforçar estructuralment, tot i això, aquesta temporada 2019/2020 ha tornat a trencar-se.

Degut a aquestes incidències, la instal·lació va romandre aturada al voltant d'un mes i mig.

En ambdós casos, les reparacions es van dur a terme durant la temporada d'hivern, per tal de poder reobrir la instal·lació al més aviat possible. Els costos de reparació van ser elevats, atès que, va ser necessari l'actuació de personal especialitzat i d'un helicòpter.



Figura 2: Telecadira de Puig Falcó amb grans acumulacions de neu i gel.



Figura 3: Reparació de la instal·lació durant la temporada 2019/2020.

Evolució dels episodis meteorològics

El següent gràfic radial s'ha elaborat a partir de les dades meteorològiques enregistrades per l'estació meteorològica automàtica de Boí (2535 m).

Rosa dels vents on es pot observar el percentatge de dies en què la ràfega de vent màxima provenia de la mateixa direcció.

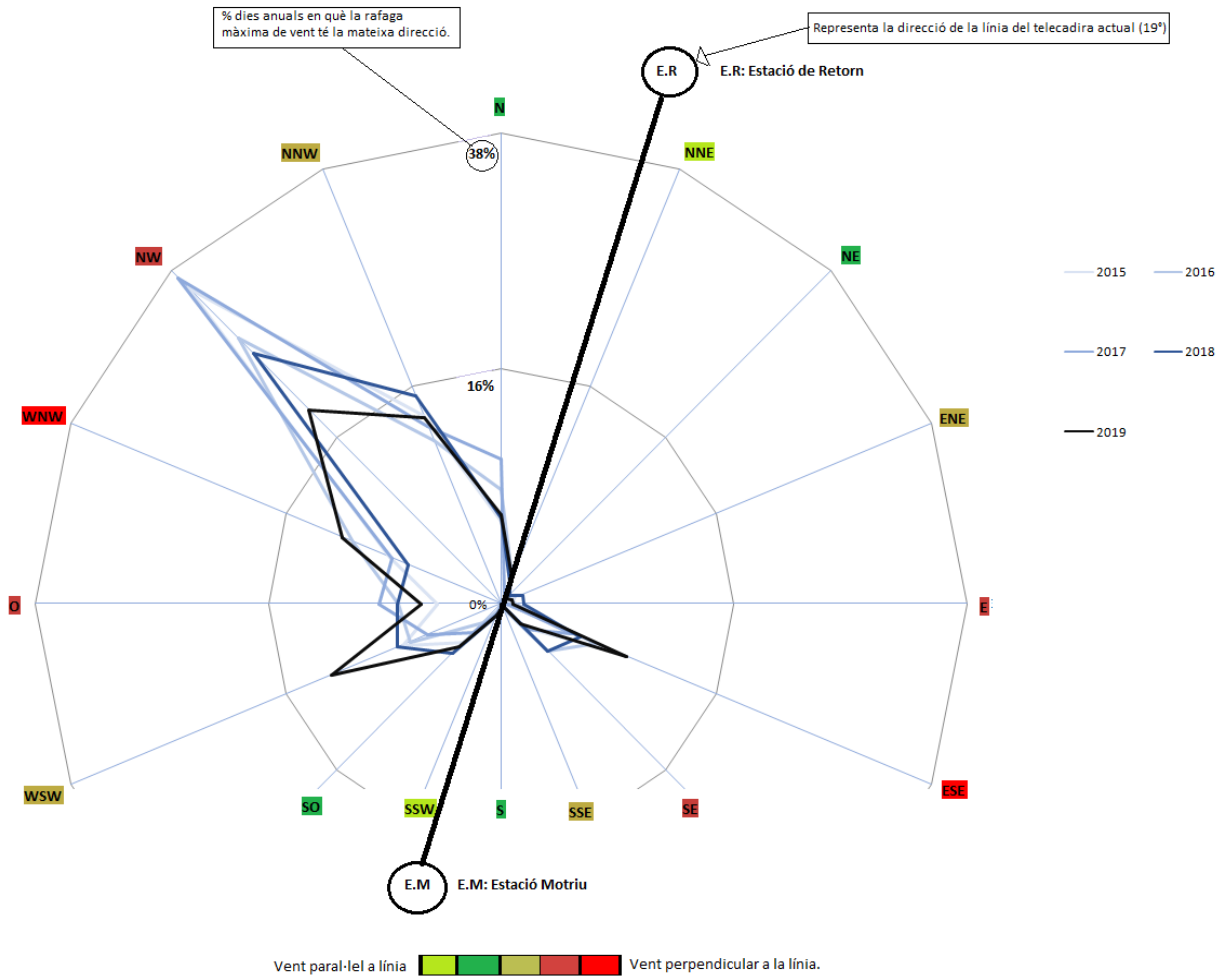


Figura 4: Rosa dels vents.

Històricament els vents predominats i més forts provenien del Nord-oest. Les borrasques atlàntiques, acompanyades de forts vents, eren habituals i creaven el conegut fenomen torb. Eren vents que actuaven força perpendiculars a la línia, així i tot, durant aquests episodis no solia patir grans desperfectes.

Durant els darrers anys aquestes borrasques, tot i que encara són les predominants, cada cop són menys habituals, per contra, les borrasques provinents de WSW i ESE són més freqüents i van acompanyades de forts vents. L'efecte combinat d'aquests forts vents, fins ara poc usuals, amb l'acumulació de neu i gel a l'estructura, han ocasionat importants desperfectes a la instal·lació. Aquesta tendència es pot visualitzar en la figura 4.

Els models climàtics no són gaire encoratjadors, ja que projecten que, en el futur, els episodis meteorològics extrems seran cada cop més freqüents a causa del canvi climàtic.

Dies d'obertura de la instal·lació

Si analitzem els períodes durant el qual ha estat operatiu aquest telecadira en els darreres cinc temporades, observem que únicament ha estat en funcionament de mitjana un 53% de la temporada. Un 38% del temps, ha estat parat a causa del vent, ja fos perquè no era segur obrir la instal·lació al públic, o bé perquè el vent havia causat algun desperfecte a la instal·lació i s'havia de reparar. El 9% restant s'ha degut a planificació, falta de neu o altres causes.

Taula 1: Registre de les darreres 5 temporades amb els dies d'obertura de la instal·lació. [3]

	Dies totals temporada	Dies obert	Dies tancat per vent	Dies tancat per avaria causades per el vent	Dies tancat per planificació, falta de neu o altres causes
T. 18/19	143	89	49	0	5
T. 17/18	129	61	46	0	22
T. 16/17	137	85	28	24	0
T. 15/16	123	53	20	0	50*
T. 14/15	122	61	55	0	6

* El valor en vermell no és real, ja que durant els 50 dies que la instal·lació va estar tancada per planificació, falta de neu o altres causes, també hi va haver dies que es va tancar per vent i no es va anotar correctament al registre.

Així doncs, tenint en compte els pocs dies en que es pot mantenir oberta la instal·lació, juntament amb els importants costos de manteniment i de reparacions que se'n deriven i l'important recorregut que cobreix, l'estació vol reemplaçar-la per una nova instal·lació, amb la qual es puguin garantir més dies operatius i suporti millor les adverses condicions meteorològiques de l'emplaçament.

5. Ubicació de l'estació de Boí Taüll

L'estació d'esquí de Boi Taüll està situada al Pirineu Lleidatà. A la comarca de l'Alta Ribagorça. És una de les principals atraccions turístiques del municipi de la Vall de Boí junt amb el Parc Nacional d'Aigüestortes, les esglésies Romàniques i el balneari de Caldes de Boí.

L'estació d'esquí s'estén per tota la capçalera de la Vall de Mulleres incloent la major part de les carenes que l'envolten. Al pla de Vaques a 2.038 m d'altitud és on hi ha situada la base de l'estació amb tots els serveis i aparcaments.

Compta amb una àrea esquiable de 550 ha, sumant una longitud de 45,3 km.

La cota màxima de l'estació és el pic del Cap de les Raspes Roies de 2.753 m d'altitud que al mateix temps representa la cota esquiable més alta de tot el Pirineu. Per accedir a aquest punt s'han d'agafar un mínim de tres remuntadors, el que salva l'últim tram és precisament el telecadira biplaça de Puig Falcó objecte d'aquest estudi.



Figura 5: Ubicació de l'estació d'esquí.

5.1 Emplaçament del telecadira de Puig Falcó

El telecadira de Puig Falcó ressegueix la carena de la muntanya de Raspes Roies des del Coll de Roies (2.530 m) fins al mateix cim (2.750 m). Aquesta muntanya està emplaçada al Llevant de la capçalera de la Vall de Mulleres.

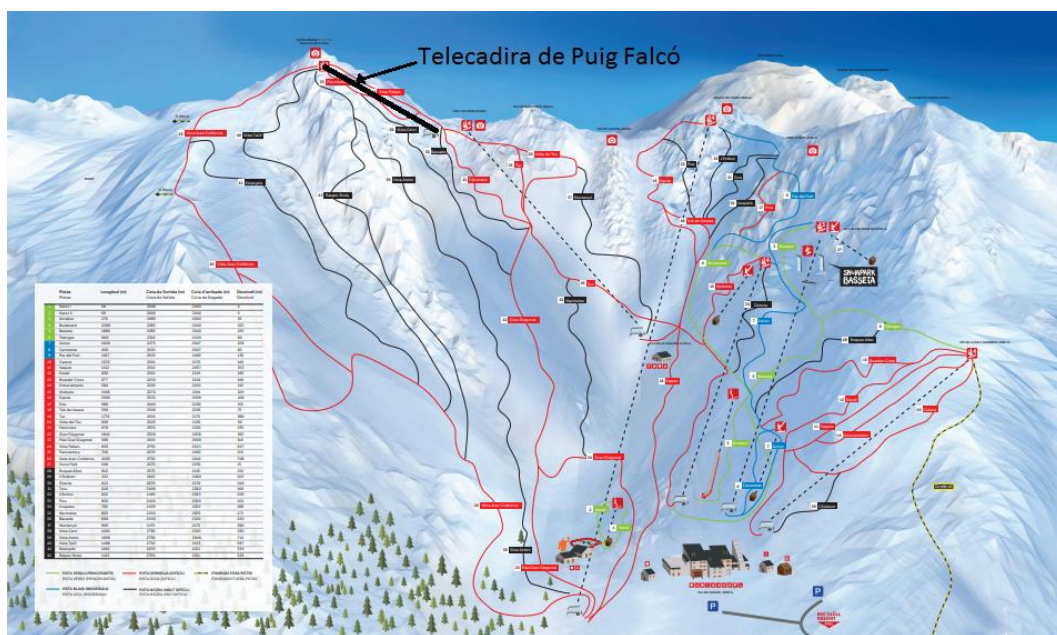


Figura 6: Emplaçament del telecadira de Puig Falcó.

6. Anàlisi tècnic de la instal·lació actual

Actualment hi ha instal·lat un telecadira biplaça de pinça fixa, del fabricant de remuntadors "Leitner Ropeaways", és una de les poques instal·lacions d'aquesta marca en l'estació.

Es va construir l'any 1998 i, des de llavors, ha estat en actiu durant totes les temporades. [4]

Tipus de remuntador:

És un telecadira/telesella, és a dir, és un tipus de telefèric amb un sol cable. En aquest cas al cable se l'anomena transportador, ja que sosté i arrossega els vehicles de transport. Aquests estan subjectes a ell mitjançant pinces fixes. Els vehicles de transport, són cadires amb capacitat per a dues persones. El moviment del cable és continuu i en velocitat constant, efectuant-se la pujada i baixada dels viatgers amb els vehicles en moviment.

6.1 Característiques tècniques de la instal·lació

El remuntador està format per l'estació inferior, la línia i l'estació superior:

Estació inferior (2.530 m)

L'estació compleix una doble funció, motriu i tensora.

D'una banda, tenim el sistema motriu principal, format per un motor de corrent continua, que permet una velocitat variable. Aquest té una potència nominal de 105 kW a 1.450 r.p.m i un par disponible de 180 kN·m. Aquest motor està connectat a un reductor de tipus mixta, tàndem-epicicloidal amb una relació de transmissió d'1/134,67.

D'altra banda, el sistema motriu auxiliar format per un motor tèrmic dièsel, una bomba hidràulica i un motor hidràulic, amb un pinyó que actua directament en una corona situada a la mateixa politja motriu, que permet el funcionament del remuntador davant de possibles avaries elèctriques, així com en el reductor principal.

Ambdós sistemes motrius es troben sobre un carro mòbil, que permet mantenir la tensió del cable. Aquest carro descansa sobre quatre rodes que llisquen al llarg de les bigues raül de l'estructura fixa. La carrera màxima que pot recorre és de 4 m, el que permet estiraments del cable de 8 m. Un cilindre, oleohidràulica, és el que proporciona la tensió necessària. La posició d'aquest s'ajusta automàticament, en funció de les condicions de càrrega, dilatacions tèrmiques, estiraments permanents del cable, etc.



Figura 7: Estació inferior. [4]

En aquesta estació també està instal·lat el sistema de frenat:

Aquest està format per dos tipus de frens, el de servei i el d'emergència: el de servei és de tipus disc i està situat a l'eix d'entrada del reductor. El d'emergència actua directament sobre el volant motriu, el seu accionament és electrohidràulic. Els dos són de funcionament invers, és a dir, la posició de repòs és la de tancats, sent necessària una font d'energia exterior per a obrir-los.

L'equip d'accionament i control del remuntador està situada en l'interior de la caseta ubicada al peu de la instal·lació. Conté l'equip de potència i l'equip de control. [6]



Figura 8: Sistema de tensió i volant motriu. [4]



Figura 9: Caseta. [4]

Línia

El traçat de la línia és rectilini. Cobreix un recorregut de 648 m i un desnivell de 220 m, amb un pendent mig teòric del 34 %. La línia està formada per 7 pilones i un pòrtic que forma part de l'estructura de l'estació motriu.

L'amplada de la línia és de 4 m. El sentit de pujada és a dretes, és a dir, el gir de l'eix dels volants és antihorari.

El cable transportador té un diàmetre de 30 mm i una resistència específica d'1,96 kN/mm². L'acabat és galvanitzat.

Hi ha un total de 93 cadires biplaça amb un pes en buit de 85 kg. Estan distribuïdes uniformement al llarg del cable amb una distància entre elles de 13,8 m.

El control de seguretat de línia de "Leitner", està format per detectors de descarrilament en tots els balancins i indicadors d'avaries per pilona, integrats en panell de control. Totes les pilones estan equipades amb un pulsador de parada de la línia de seguretat autoenclavat. [6]

Estació superior (2.750 m)

Es tracta d'una estació de retorn amb un volant fix. Aquest té un diàmetre de 4 m.



Figura 10: Pilona 3. [4]



Figura 11: Estació superior. [4]

6.2 Característiques de funcionament

La velocitat de funcionament màxima és de 2,30 m/s (8,28 km/h). El temps aproximat del recorregut és de 4 min i 30 segons. Amb una distància entre sella i sella de 13,8 m, obtenim un capacitat de:

$T = \text{Temps entre l'arribada de cadires (període)}$

$N = \text{Nombre arribades en un hora}$

$$T = \frac{\text{dist. entre cadires}}{\text{velo. cable}} = \frac{13,8 \text{ m}}{2,3 \text{ m/s}} = 6 \text{ s}$$

$$N = \frac{3.600}{T} = 600 \text{ cadires/hora}$$

$$C = N * \text{capacitat cadira} = 600 * 2 = 1.200 \text{ persones/hora}$$

7. Traçat de la nova instal·lació

Una de les especificacions del projecte és que la nova instal·lació ha de permetre cobrir el mateix trajecte que l'actual.

El traçat actual de línia, no és l'òptim per a la instal·lació, ja que està molt exposada a les inclemències meteorològiques. Tanmateix, l'espai per la col·locació del remuntador és limitat, ja que l'estació no és propietària dels terrenys adjacents a l'est d'aquesta, on hi ha més espai. A l'oest el terreny és més abrupte i l'espai és molt reduït.

Així doncs, s'ha decidit emplaçar el nou remuntador en el mateix traçat que l'actual. Les limitacions territorials i topogràfiques no permeten realitzar grans variacions en el traçat del nou remuntador. Altrament, mantenir el traçat actual, ens aporta la possibilitat de reutilitzar algunes parts/elements de la instal·lació actual, com podrien ser els fonaments de les pilones, o bé la rasa existent per on passa el cablejat elèctric.

En els dos punts següents es detallen les limitacions territorials i topogràfiques de l'emplaçament i es justifica, de forma més extensa, l'emplaçament per al nou remuntador.

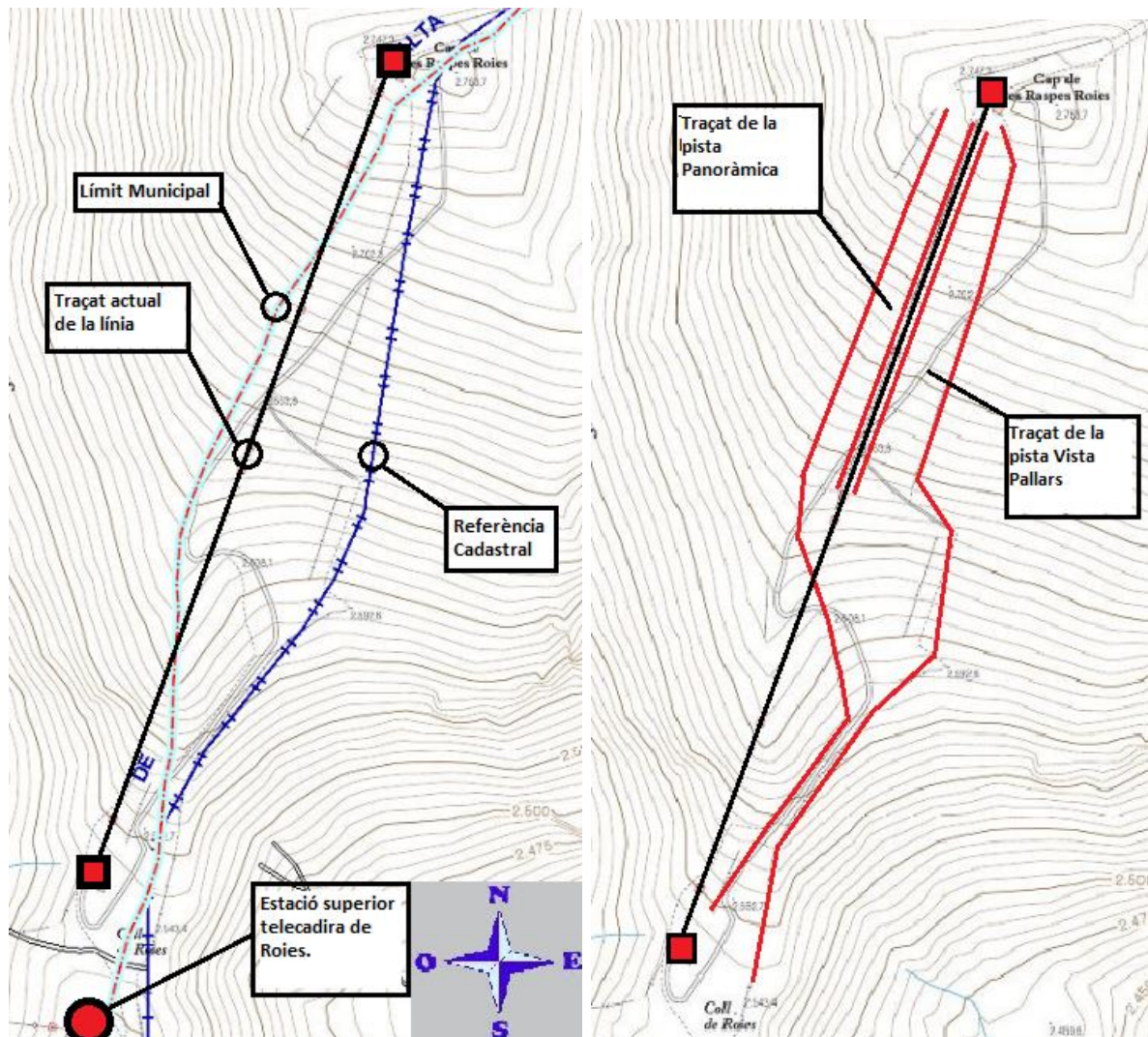


Figura 12: D'esquerra a dreta, limitacions territorials i pistes paral·leles al remuntador. [1]

7.1 Limitació territorial

Com es pot observar a la *figura 10*, a l'est del traçat del remuntador, es troba la línia que delimita la referència cadastral. L'estació és propietària i, per tant, pot explotar els terrenys a l'oest d'aquesta divisòria. Tant l'estació superior com la inferior del remuntador estan properes a aquesta línia divisòria, limitant notablement el possible canvi d'orientació del futur remuntador.

Pel que fa al límit municipal, les estacions estan situades al terme Municipal de la Vall de Boí. Això no obstant, la part central de la línia del remuntador està situada al terme municipal de Sarroca de Bellera, municipi de la comarca del Pallars Jussà. Concretament les pilones 3, 4 i 5 estan fora de la demarcació Municipal de la Vall de Boí, on està ubicada l'estació.

Així doncs, com ja s'ha esmentat anteriorment, l'espai a l'est del traçat actual és pràcticament inexistent per raons territorials.

7.2 Anàlisi topogràfic

La topografia del terreny, proper a la línia del remuntador, és força abrupta.

A l'oest del remuntador es troba la carena, que delimita entre el vessant Sud de la muntanya, on està emplaçat el remuntador, i el vessant oest, que s'estén fins al Pla de vaques (2.038 m) on està ubicada la base de l'estació. En aquest indret, s'hi troben tots els serveis, exceptuant la cafeteria "Carlina", i els aparcaments.

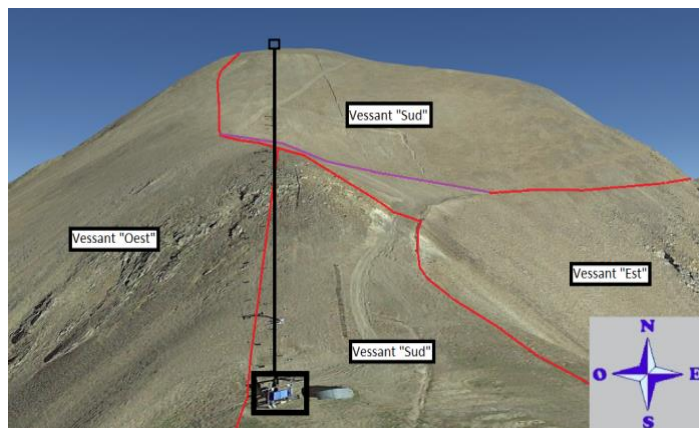


Figura 13: Model de terreny extret del "Google Earth".

Cal destacar, que el vessant oest té un gradient molt superior al del vessant sud, és pràcticament vertical.

A l'est s'entén el vessant Sud de la muntanya, per on transcorre la pista "Vista Pallars". Aquest és força regular, a excepció del primer tram on hi ha un trencament de pendent força important. Hi ha un petit turó que trenca amb el gradient uniforme del vessant.

Model digital del terreny

S'ha elaborat un model digital del terreny adjacent al remuntador, amb les dades proporcionades per L'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) i l'aplicatiu Civil 3D d'Autodesk.

Les dades s'han obtingut mitjançant la tecnologia "Lidar". És un sistema molt similar a l'utilitzat als radars, però en lloc d'utilitzar ones de ràdio, es fa servir un làser. La distància al terreny es calcula mesurant el retard en temps, des de l'emissió de l'impuls de llum làser fins a la seva reflexió.

El nivell de precisió i resolució que permet assolir aquesta tecnologia, és força superior a altres tecnologies com ara la fotogrametria. S'estima que aquesta tecnologia té una precisió en la direcció transversal, entre 0,15 - 0,19 m, en la direcció de passada 0,14 - 0,18 m i en Z (altitud) de 0,08 - 0,11 m.

Segons l'ICGC el núvol de punts té una exactitud altimètrica amb un error mitjà quadràtic d'uns 6 cm en àrees planes amb poca vegetació. Aquesta estimació sols es valida per les superfícies on estan emplaçades les estacions, tanmateix, per a la resta de les superfícies la estimació no és vàlida a causa del fort gradient.

Altrament, amb aquesta tecnologia, no és necessari un post-processat de la informació capturada, ja que, el núvol de punts es genera directament. A més, és una tecnologia força econòmica, ates que, es pot implementar en drons de petit tamany.

L'arxiu importat a Civil 3D comptava amb 251.012 punts georeferenciats en coordenades projectades UTM (fus 31). Les altituds són optomètriques, és a dir, globals i estan referides al geoide EGM08D595.

Amb aquest núvol de punts s'ha elaborat una superfície del terreny. Té una area en 3D de 161.356,62 m², amb una densitat mitjana d'1,55 punts/m². L'elevació mitjana és de 2.617 m.

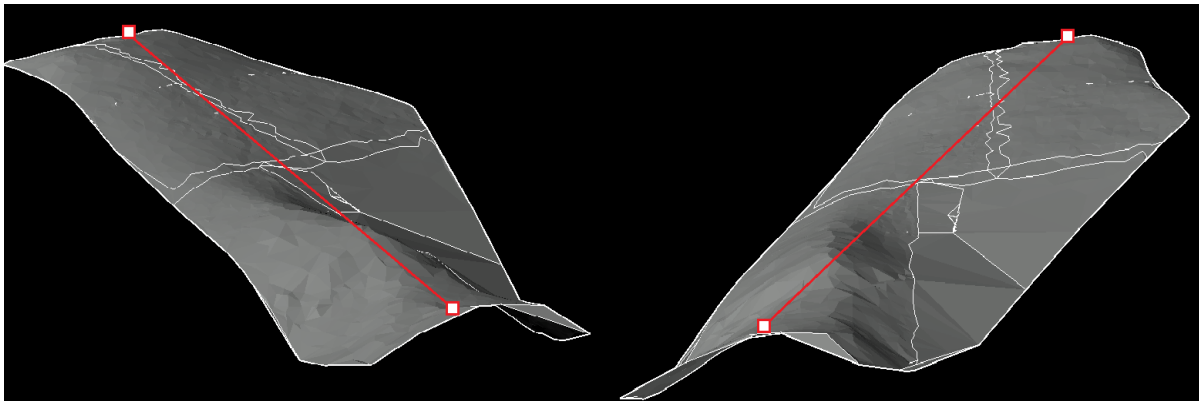


Figura 14: Representació 3D de la superfície.

A partir del model digital del terreny s'ha creat el següent mapa topogràfic amb les corbes de nivell corresponents.

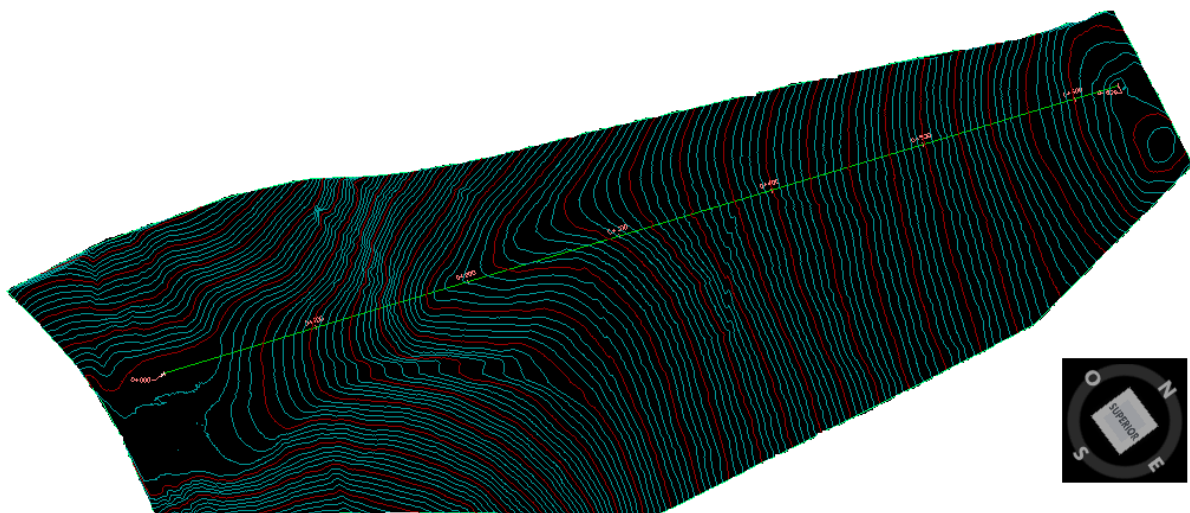


Figura 15: Corbes de nivell de la superfície. (Vermelles cada 10 m, blaves cada 2 m)

Perfil topogràfic de la línia del remuntador

El perfil del traçat del nou remuntador s'ha elaborat a partir del model digital del terreny creat. En aquest s'han distingit quatre gradients principals (A, B, C i D):

Taula 2: Gradients principals del perfil.

Nom del tram	Tram horitzontal (m)	Desnivell per tram (m)	Gradient (%)	Longitud desenvolupada de la nova línia (m)
A0	0+000/0+030	0	0	30
A	0+030/0+140	34	32	116
B	0+140/0+180	29	63	47
C	0+180/0+280	12	11	101
D	0+280/0+620	132	39	365
D1	0+620/0+629	0	0	9
Total	629	207	Mitjà 33	668

Els trams A0 (0+000/0+030) i el D1 (0+620/0+629), és on estan emplaçades les estacions del remuntador existent i tenen un gradient pràcticament nul. Cal destacar que el punt d'inici del perfil no comença exactament on està emplaçada l'estació inferior. Aquesta està situada aproximadament en el punt 0+020 m del perfil topogràfic. En canvi l'estació superior sí que coincideix amb el punt de final del perfil topogràfic.

L'estació inferior del nou remuntador, estarà col·locada a una altura aproximada de 2.541 m, que correspon al tram A0, i la superior a 2.748 m, que és el tram D1.

En la *figura 14* es pot observar clarament els canvis de gradient produïts per el petit turó a l'inici del traçat. El gradient màxim és del 63,06 % (32,23°), entre el tram 0+140 i 0+180, i el mínim de l'11,01 % (6,28°), entre el tram 0+180 i 0+280. Aquests dos gradients consecutius detallen el perfil del turó.

Pel que fa a la representació, la línia vermella representa el perfil real, en canvi, la línia blava és una aproximació per a obtenir els gradients principals del perfil anteriorment esmentats.

L'escala dels eixos no és la mateixa, s'ha duplicat l'escala vertical front a l'horitzontal, per donar major èmfasi al relleu.

$$\text{Gradient mitjà teòric del perfil (\%)} = \frac{2.748,41 - 2.541,28}{628,75} \times 100 = 32,94 \% (18,23^\circ)$$

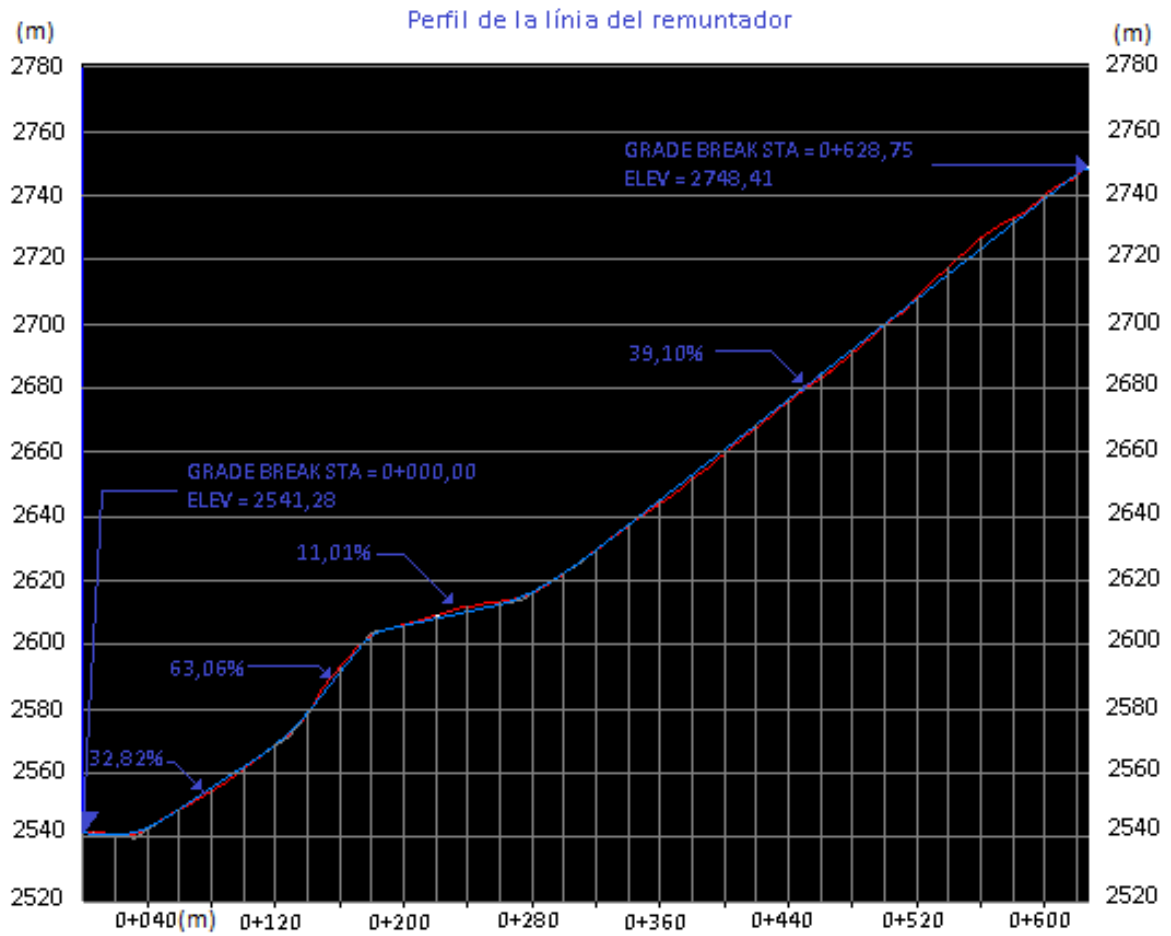


Figura 16: Perfil de línia.

7.3 Anàlisi litològic i d'allaus

Anàlisi litològic

En aquest punt es pretén analitzar la composició i duresa del terreny adjacent al remuntador.

Com es pot observar a la *figura 15*, al llarg de la línia del remuntador hi ha dos grups litològics principals. Per una banda, el ÇOrgl que cobreix una major superfície i d'altra banda, el SI. A la zona de màxim gradient també trobem una petita superfície del grup litològic Fap.

Cada grup litològic es caracteritza per la presència de determinats minerals o grups minerals. En aquest cas es tracten de grups heterolítics, formats per associacions litològiques cartogràficament inseparables.



SI	Lutites negres amb graptòlits. Silurià
ÇOrgl	Alternança centimètrica de gresos i lutites. Formació Jújols.
Fap	Dics d'aplitès, pegmatites, leucogranits porfírics i pòrfirics leucogranitics. Carbonífer-Permià.

Figura 17: Mapa litològic. [1]

El grup SI està format per lutites negres amb graptòlits (animals fòssils). La lutita és una roca sedimentària clàstica, de gra molt fi. El color negre es deu a l'existència de matèria orgànica.

El grup Fap està format per dics d'aplitès, pegmatites, leucogranits porfírics i pòrfirics leucogranitics. Les aplitès són roques ígnies intrusives de gra molt fi. La seva composició és granítica. Les pegmatites són també roques ígnies de gra molt gruixut, en l'escala dels centímetres. La composició més habitual és la granítica. I per últim, els leucogranits són granits amb una tonalitat clara lligada a un contingut baix en minerals màfics. Es caracteritzen per la presència de moscovita al costat de la biotita.

El grup ÇOrgl està format per una alternança de gresos i lutites. El gres és una roca sedimentària detrítica, es forma per una sorra cimentada amb materials generalment calcaris, silícis i ferruginosos. La mida del gra és més gran que el de les lutites, és similar a la sorra. La majoria dels grans són de quars, però també hi ha feldespats i mica. [1]

Les roques del grup Fap són roques dures, a causa de l'estructura granítica. La duresa d'aquestes roques varia en funció de la mida de gra, i de la quantitat de quars que contenen. Aquelles amb el gra més fi seran més dures. Les més clares, amb més quantitat de quars, també presentaran una major duresa. El quars té una duresa de 7 en l'escala Mohs, superior al feldespat i la mica.

En els altres dos grups hi ha roques sedimentàries relativament dures, perquè presenten una mida de gra molt fi, sobretot la lutita.



Figura 18: Tipus de roques.

Anàlisi del perill d'allaus

Observant, la *figura 17* el risc d'allaus per les dues estacions del remuntador és nul.

Tanmateix, la major part de la línia del remuntador està en una zona d'allaus, determinada per fotointerpretació i per interpretació de camp. Això no obstant, no hi ha registre de cap allau en aquesta zona. A més, com s'ha esmentat anteriorment, el traçat de les pistes "Panoràmica" i "Vista Pallars" transcorren en aquest tram paral·leles a la línia. L'equip de l'estació trepitja i condiona aquestes zones amb les màquines "trepitja-pistes", per tant, el risc d'allau és pràcticament nul.

En el vessant oest, en canvi, les allaus són freqüents i l'equip de muntanya de l'estació sovint ha d'assegurar la zona detonant petites allaus controlades quan l'estació està tancada al públic.

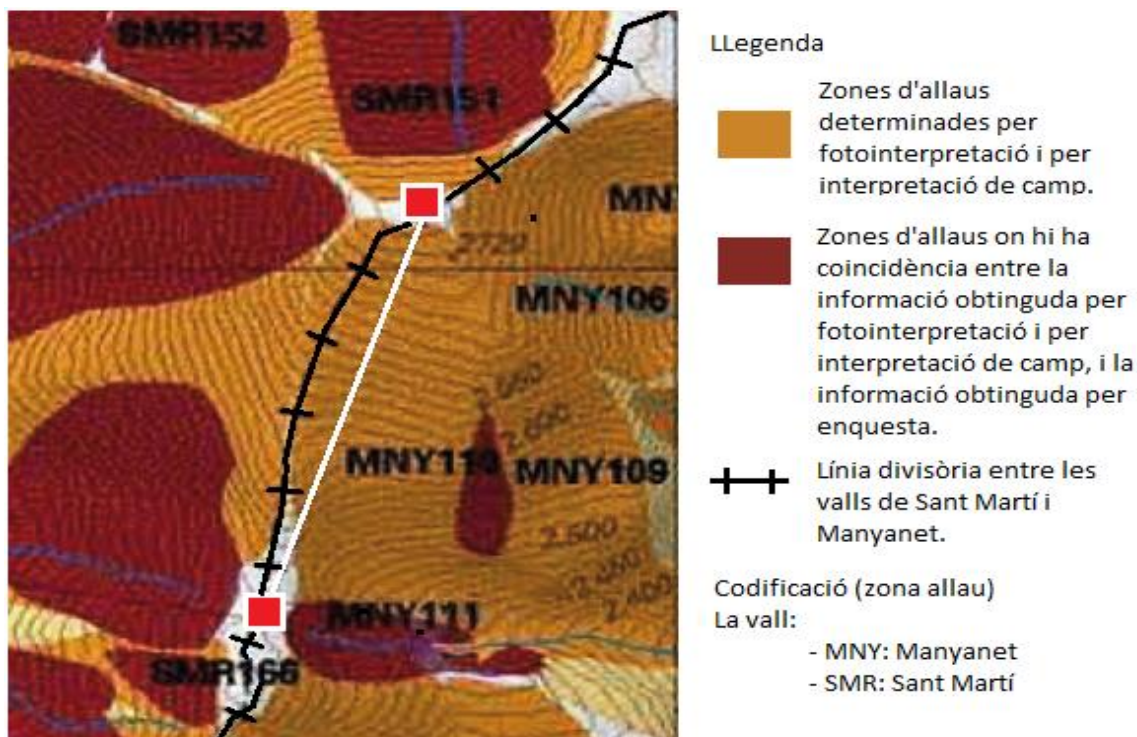


Figura 19: Zones d'allaus. [1]

8. Condicions meteorològiques.

En aquest punt es pretén estudiar els episodis meteorològics més adversos que han ocorregut a la zona durant els últims cinc anys. També, es vol analitzar les condicions meteorològiques que van causar importants desperfectes en la línia del remuntador.

Les dades analitzades són referents al vent, atès que és el fenomen meteorològic que causa la gran majoria de danys en el remuntador.

S'han analitzat les dades enregistrades per l'estació meteorològica de Boí (2.535 m), que forma part del XEMEC, proporcionades pel Servei Meteorològic de Catalunya.

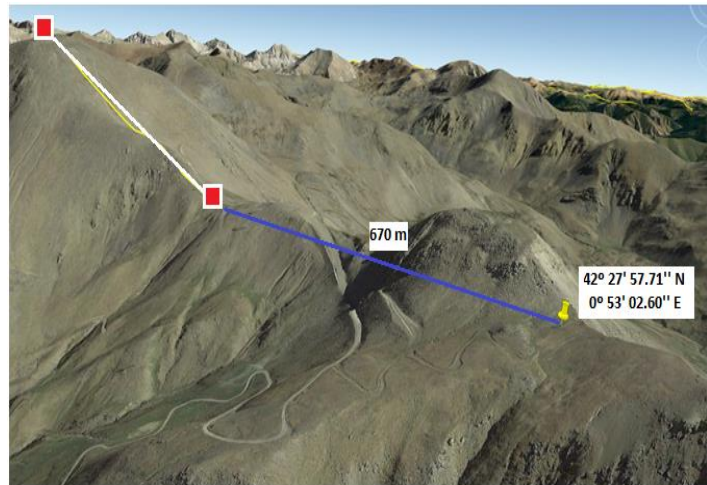


Figura 20: Ubicació estació meteorològica Boí (2.535 m).

Les dades contenen el període comprès entre els dies 01/01/2015 i 31/12/2019. Cal esmentar, que el registre no està complet, hi ha 48 dies dels quals no hi ha cap dada disponible, es a dir, un 2,6 % del total de dies. De la resta de dies existeix un petit percentatge en què falta alguna dada.

En la següent taula es recullen algunes dades significatives d'aquests episodis. Destaca un episodi de l'any 2017 en què es van registrar rafegues de fins a 168 km/h. En l'escala de "Beaufort", que mesura la força del vent, correspon a la categoria màxima (12). Es consideren vents huracanats.

Taula 3: Episodis de vent més extrems. [2]

Any	Nombre de dies en que la $v \geq 25$ m/s	Ràfega màxima (m/s)	Data	Direcció ràfega màxima
2015	22	42,5 (153 km/h)	05/02/2015	346° (NNW)
2016	14	41,7 (150 km/h)	23/11/2016	265° (O)
2017	22	46,6 (168 km/h)	06/02/2017	352° (N)
2018	11	32,1 (116 km/h)	21/03/2018	344° (NNW)
2019	17	39,2 (141 km/h)	03/02/2019	No existeix registre

El 23/11/2016, la piona 6 del remuntador va col·lapsar. Com es pot observar, durant aquests anys, hi ha hagut rafegues de vent més fortes, que no van causar desperfectes destacables. Aquest fet evidencia que existeixen altres variables que influeixen en la perillositat dels temporals; com la direcció del vent i la formació de gel i neu en l'estructura.

8.1 Anàlisis dels episodis meteorològics més extrems dels anys 2016 i 2019

A la següent taula és mostra la velocitat del vent màxima i la direcció durant els dies en què es van produir els sinistres.

Taula 4: Temporals de l'any 2016 i 2019. [2]

Sinistre	Data	Velocitat vent (m/s)	Direcció
A	21/11/2016	17,6	97° (E)
	22/11/2016	25,3	117° (ESE)
	23/11/2016	41,7	265° (O)
B	21/12/2019	31,9	296 (WNW)
	22/12/2019	(...)	(...)

El sinistre A va ocórrer durant el temporal dels dies 21, 22 i 23 de novembre del 2016. La pilaona 6 va col·lapsar per complet, produint un descarrilament del cable. El sinistre B, durant els dies 21 i 22 de desembre del 2019. La pilaona 6 va patir una deformació plàstica important, tanmateix, no va col·lapsar i el cable no es va descarrilar.

En els següents gràfics radials, es mostren el nombre de dies en què el vent superava els 25 m/s.

En el primer estan representats els anys en què no es van produir desperfectes importants en la línia. Durant aquests tres anys hi ha un total de 55 dies en què el vent va superar els 25 m/s, 50 dels quals tenia una direcció compresa entre NW (315°) i N (360°/0°). Els vents més forts i predominats provenien del NNW.

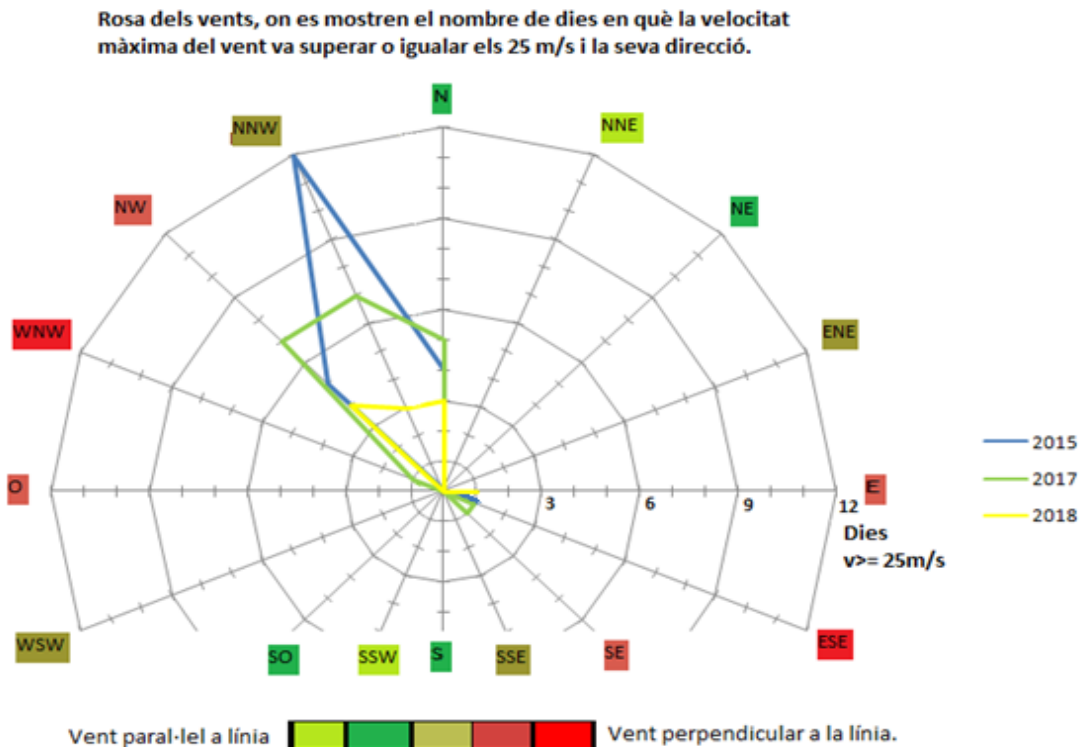


Figura 21: Rosa dels vents anys 2015/2017/2018.

En el segon gràfic s'observa com els vents predominats també provenen del Nord, no gensmenys, s'observa una rotació de 22,5° en sentit de les agulles del rellotge pel que fa a la direcció dels vents més habituals.

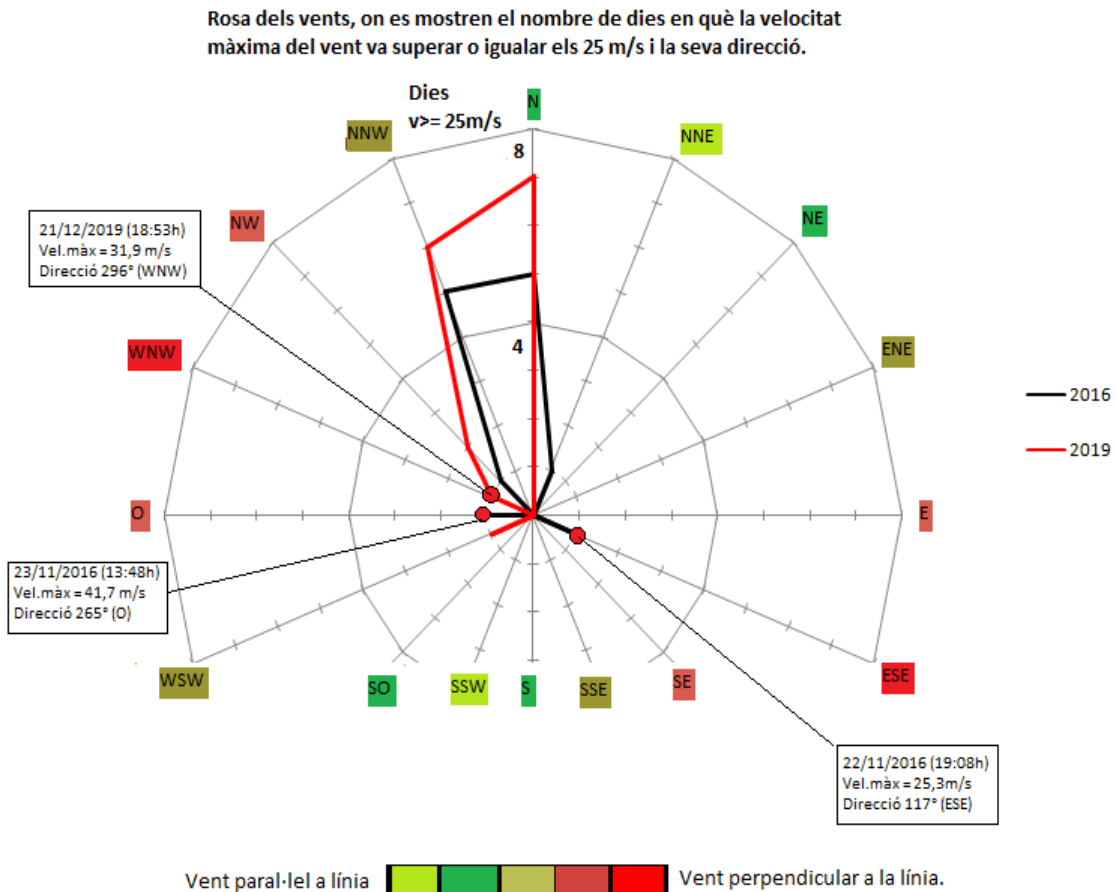


Figura 22: Rosa dels vents anys 2016/2019.

Els dos episodis, relacionats amb els sinistres, es veuen reflexats en aquest gràfic. Com es pot observar són temporals provinents de l'est i l'oest, poc usuals, són els únics que van superar els 25 m/s provinents d'aquestes zones durant els 2 anys.

Per tant, els temporals provinents de llevant i ponent són els més perillosos des de un punt de vista estructural per el remuntador, ja que, són vents que actuen perpendiculars a la línia. La superfície exposada al vent en aquestes direccions és molt superior, que en la direcció paral·lela. Per tant, la càrrega externa produïda també.

De tota manera, com es pot observar a la figura 19 durant els anys 2015, 2017 i 2018 també i van haver-hi episodis meteorològics provinents d'aquestes direccions i que no van causar desperfectes importants. A la *taula 5* es recullen els que van superarà els 25 m/s.

Taula 5: Temporals de vent d'est i d'oest durant els anys 2015, 2017 i 2018. [2]

Data	Velocitat vent (m/s)	Direcció
02/11/2015	27,8	103° (ESE)
25/03/2017	29,9	118° (ESE)
24/03/2017	28,9	124° (SE)
04/02/2017	25,9	301° (WNW)
07/01/2018	25,2	97° (E)

Analitzant aquestes dades, observem que van ser episodis similars però de menor magnitud i durada.

És important recordar, que l'expressió de la pressió dinàmica del vent, és la següent:

$$q = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \text{ [N/m}^2\text{]}; \text{ Considerant l'aire com un fluid incompressible } \rho = 1,22 \text{ kg/m}^3 \text{ [5]}$$

S'observa que la dependència amb la velocitat és quadràtica. En altres paraules, per exemple: la pressió dinàmica de l'aire a 15 m/s, és de 137 N/m² i amb 30 m/s de 549 N/m²; si es dobla la velocitat, la pressió es quadruplica. Així doncs, la velocitat del vent és un factor determinant.

La durada de l'episodi també és un factor important, ja que, com més llarg sigui l'episodi, major quantitat de gel i neu s'acumularà en l'estructura.

Els episodis del 2016 i 2019, van tenir una durada superior a 2 dies i es van encadenar diferents borrasques.

Durant els dies 20, 21, 22 i 23 de novembre de l'any 2016 el Pirineu lleidatà es va veure afectat pel pas de diversos fronts freds associats a una profunda borrasca i la posterior formació d'una pertorbació en l'entorn de les Illes Balears. Aquesta conjunció de sistemes va donar lloc a precipitacions generalitzades a tot el territori. Les més importants es van donar el dia 23, acompanyades en molts casos de tempesta, calamarsa i fortes ratxes de vent.

L'episodi dels dies 21 i 22 de desembre de l'any 2019 correspon a la borrasca Elsa. Es va formar dins d'un flux zonal molt intens que travessava tot l'Atlàntic i que aportava gran quantitat d'humitat sobre l'Europa occidental. Al Pirineu Lleidatà, va portar una gran ventada i un important episodi de precipitacions.

En conclusió, es determina que els temporals més perillosos pel remuntador, són aquells provinents del llevant i del ponent; amb vents molt humits i superiors als 30 m/s i amb una durada superior als 2 dies. Fins ara aquests episodis eren poc habituals, en els últims anys però han guanyat protagonisme.

9. Cerca de les possibles solucions

En aquest punt, s'estudiaran i es detallaran les característiques de les principals instal·lacions de transport per cable. Seguidament, se seleccionarà el tipus d'instal·lació més adient que contempla les restriccions, limitacions i requeriments especificats anteriorment.

9.1 Descripció general dels diferents tipus d'instal·lacions de transport per cable.

S'entén per instal·lacions de transport per cable, aquelles que utilitzen cables metàl·lics situats al llarg d'un recorregut; bé per a constituir la via de circulació dels vehicles, o bé, per transmetre als vehicles un esforç motor o de frenat. Queden exclosos els ascensors, els tramvies convencionals i les embarcacions accionades per cable. [6]

Les instal·lacions de transport per cable són configurables i modulables. Es podria dir, que no hi ha cap instal·lació per cable al món idèntica, totes es realitzen sota demanda i tenen unes característiques que les diferencien de la resta encara que es tracti del mateix fabricant i/o model.

Tanmateix, es distingeixen tres categories principals: funiculars, telefèrics i teleesquís.

9.1.1 Funiculars (ferrocarrils funiculars)

Descripció

Un funicular terrestre, esquemàticament, està construït per dos vehicles, que es desplacen sobre una via, units entre si per un cable tractor el qual s'embolcalla en una politja d'un cabrestant motor. La via pot estar col·locada en el sòl o suportada per obres fixes. Els vehicles solen ser un comboi format per dos o tres vagons. El vehicle que ascendeix és empès pel cable tractor, que al mateix temps controla el descens de l'altre vehicle, sobre el que únicament es realitza el guiat. El cable sol transcórrer pel centre de la via, recolzant-se en politges de línia que permeten que es vagi adaptant al traçat.

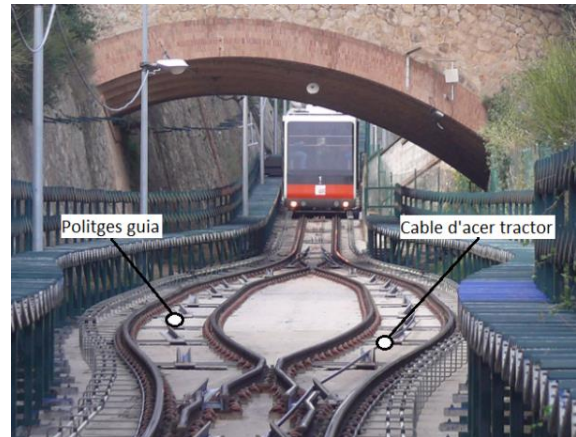


Figura 23: Encreuament, funicular de Vallvidrera.

La majoria de funiculars viatgen per una sola pista, de la qual només es duplica una secció a mig camí per permetre encreuaments.

Aquests tipus d'instal·lacions garanteixen un elevat confort per als passatgers.

Característiques tècniques i de funcionament

El moviment dels vehicles és amb vaivé. Amb vagons per a diversos centenars de passatgers, cada vehicle pot arribar allotjar a 400 persones. Les velocitats màximes de funcionament en l'actualitat estan entorn dels 14 m/s (50 km/h). Aquestes prestacions permeten assolir capacitats de transport molt elevades de fins a 8.000 persones/hora. N'és el cas del funicular de Montjuïc.

Actualment, hi ha funiculars totalment autònoms, tot i que, tradicionalment era necessària la figura del conductor.

Limitacions del tipus d'instal·lació

Aquest tipus d'instal·lacions, admeten traçats amb corbes, però amb limitacions pel que fa a les variacions de pendent, no sent adequats quan existeixen simultàniament pendents positives i negatives.

Pel que fa al pendent màxim no és un factor limitant, s'han construït funiculars amb pendents superiors al 100%.

No permet longituds il·limitades, ja que el cable seria extremadament pesat i presentaria problemes de dilatació tèrmica. Un dels funiculars més llargs del món és el "Sierre-Crans-Montana" que cobreix un trajecte de 4.200 m en un sol tram. Això no obstant, existeix la possibilitat d'instal·lar estacions intermèdies.

La majoria de funiculars a estacions d'esquí són subterranis, si no completament, almenys en part. Això permet no sotmetre's, com la resta de remuntadors, a la variabilitat de la superfície del terreny ni a les inclemències del temps, així doncs, permeten més dies d'obertura. Tanmateix, l'enorme cost que suposa realitzar un túnel sota una muntanya limita molt la seva instal·lació. [4] [6] [7]

9.1.2 Telefèrics

En un sentit ampli, un telefèric és una instal·lació de transport per cable, en què els vehicles es troben suspesos d'un o més cables.

Aquesta categoria engloba un gran nombre d'instal·lacions com es pot observar a la *taula 6* on es recullen els tipus de telefèrics més usuals.

Cada tipus d'instal·lació, pot presentar diferents configuracions en funció dels requeriments i condicions del projecte. Aquest fet complica força la seva classificació, no obstant, s'ha optat per classificar-los en funció del tipus de cable, entre telefèrics monocable (T.M), utilitzen un sol cable transportador i bicables (T.B), utilitzen cables portants i tractors.

Cal destacar, que existeixen instal·lacions que poden presentar les dues configuracions. En aquestos casos s'han classificat en funció de la configuració més habitual. Per exemple, els telecabines que s'han considerat telefèrics monocable. A més, aquelles instal·lacions que presenten singularitats molt destacables s'han inclòs en un altre grup anomenat: altres tipus de telefèrics (Altres telefèrics).

Tipus de cables:

- Portant: Constitueix la via de circulació, suporta la càrrega.
- Tractor: Transmet la força per al moviment
- Transportador: Suporta la càrrega i transmet la força per al moviment.

Moviment:

- Reversible o de vaivé: Els vehicles es mouen cap endavant i cap endarrere entre les estacions del mateix cable.
- Circulant: El sentit de rotació del cable i per tant dels vehicles, no canvia en condicions normals.
 - ❖ Continu: La circulació del cable tractor o del transportador es realitza a velocitat constant
 - ❖ Circulant intermitent: La velocitat del cable canvia intermitentment. Aquests canvis de velocitats es produeixen quan els vehicles es detenen en les estacions o bé quan circulen més a poc a poc en passar pels suports. Moviment característic dels telefèrics en grup.

Unió:

- Permanent: Els vehicles estan permanentment units al cable tractor o transportador al llarg de tota la línia.
- Temporal o desembragable: Els vehicles se separen del cable tractor o transportador en les estacions. És necessària una zona d'entrada on es realitzi la separació del cable i la reducció de velocitat, així com una zona acceleradora en la qual es torni a donar al vehicle la velocitat del cable i es realitzi i es comprovi la unió.

Pilona

- De compressió. El cable circula per sota de l'eix de la politja. La politja no suporta el cable, sinó que li transmet una càrrega vertical en el sentit de la gravetat. Es col·loquen a les valls per obligar la línia a seguir el perfil topogràfic i limitant així l'altura de la línia respecte al terreny.

Taula 6: Taula dels tipus de telefèrics.

		Cables utilitzats						Moviment			Vehicle							Unió		
		Transportador (un anell)	Transportador (2 anells)	Portant (només)	Portant i tractor	Tractor (només)	2 Portants + 1 Tractor (2 anells)	Reversible	Circulant continu	Circulant intermitent	Cabina/Gòndola	Ssella/Ccadira	Gòndola oberta	Grup de Gòndoles	Grup de selles/cadires	Grup de Gòndoles obertes	Trineus	Cap	Permanent	Temporal
T.M	Telecabines (gondoles)	X	X		X			X	X	X		X	X		X				X	X
	Teleselles Telecadira	X						X			X		X						X	X
T.B	Telefèric reversibles	X			X		X			X		X	X		X				X	
	Telefèric vaivé				X		X			X		X	X		X				X	
Altres telefèrics	"Funifor"					X		X	X											
	"Funitel", DMC i DML		X					X	X											X
	Sistema "3S"				X			X	X											X
	Telefèrics en grup	X			X		X		X			X	X	X				X	X	

Aquesta taula està basada en una graella creada per Artu Doppelmayr, artífex d'una de les principals empreses del món en el sector dels remuntadors, "Doppelmayr".

S'ha modificat la original, sintetitzant-la i afegint-hi algunes instal·lacions de nou disseny com ara els "Funifor" i les classificacions anteriorment esmentades. Les creus ombrejades indiquen la configuració més habitual per al tipus d'instal·lació.

9.1.2.1 Telefèrics monocable (T.M)

Descripció

Estan construïts per un sol cable anomenat transportador, tancat en un anell, que es mou en una de les estacions per una politja accionada a un cabrestant motor. El cable sostén i arrossega els vehicles subjectes a ell mitjançant mordasses, el seu tancament pot ser permanent o temporal.

El moviment del cable és circulant continu. La pujada i baixada dels passatgers s'efectua amb els vehicles en marxa.

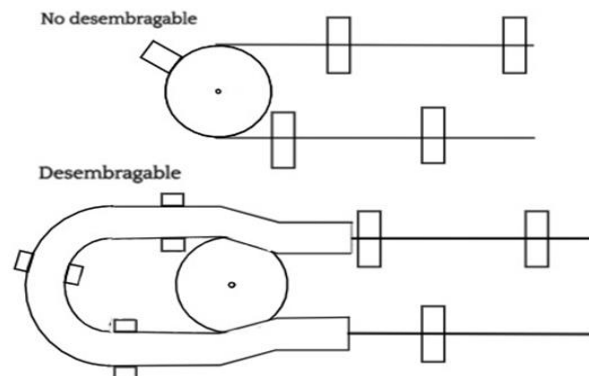


Figura 24: Esquema de les estacions.

Aquelles instal·lacions en què la unió del cable i els vehicles és temporal, s'anomenen desembragables. Els vehicles s'acoblen i es desacoblen d'ell en les estacions mitjançant mordasses de tancament o sistemes d'enganxament que funcionen automàticament. Així doncs, és necessari una zona d'arribada on es realitzi la separació del cable transportador i la reducció de velocitat, que permeti als usuaris pujar i baixar de forma segura i còmoda dels vehicles, així com una zona d'acceleració en la qual es torna a donar al vehicle la velocitat del cable, i es realitza i es comprova la unió. Es tracta d'un sistema adequat quan es requereixen capacitats de transport elevades

Característiques tècniques i de funcionament

En aquest apartat és necessari distingir entre tres tipus de telefèrics monocables: els telecabines desembragables, els telecadires desembragables i els telecadires amb unió permanent.

En els telecabines, la configuració més usual és la d'unió temporal entre el vehicle i el cable.

Són instal·lacions desembragables que permeten una entrada còmoda als passatgers i velocitats del cable de fins a 6 m/s.



Figura 25: Estació superior del telecabina desembragable "Alp 2500" a la Molina. [4]

Els vehicles, com el seu propi nom indica, són cabines que poden tenir una capacitat de fins a 15 passatgers. Aquest tipus de remuntador, permet assolir una capacitat de transport de fins a 4.500 persones per hora i sentit.

Els telecadires desembragables amb el pas dels anys, estan substituint els telecadires d'unió permanent. Els vehicles, d'aquestes instal·lacions, són selles amb capacitats de 2 a 8 seients. La velocitat dels vehicles és de fins a 6 m/s. Amb capacitats de 4.000 persones per hora i sentit.

Pel que fa als telecadires d'unió permanent, els vehicles tenen una capacitat compresa entre 1 i 6 passatgers per sella. Són la família de remuntadors més populars en els complexos hivernals de tot el món. L'entrada combinada amb cinta transportadora, permet un embarcament segur a velocitats de circulació de fins a 2,8 m/s. La capacitat de transport màxima actual per aquest tipus d'instal·lacions, és de fins a 3.000 persones per hora i sentit.

Limitacions del tipus d'instal·lació

El principal inconvenient d'aquest tipus d'instal·lacions prové de la necessitat d'obertures reduïdes entre els elements de suport. Això comporta, la necessitat de construir un gran nombre de torres amb el corresponent impacte paisatgístic. Altrament, en existir un sol cable, els vehicles tenen poca estabilitat i resistència vers el vent en funcionament.

Com a norma general, aquestes instal·lacions no es poden posar en funcionament quan la velocitat del vent superà els 18-20 m/s.

L'altura del vehicle respecte al terreny en aquest tipus de remuntadors està limitada. Així doncs, en la gran majoria casos és necessari situar pilones de compressió al llarg de la línia.

En els telecadires els passatgers estan més exposats a les condicions meteorològiques de l'entorn. Tanmateix, la gran majoria de models permeten instal·lar una càpsula de policarbonat resistent al vent i als rajos ultraviolats. Els telecadires d'última generació també permeten instal·lar seients calefactats.

També, es important destacar, que els telecadires amb unió permanent no és el tipus d'instal·lació més eficient per cobrir trajectes llargs, ja que, tenen una velocitat de circulació de com a màxim 2,8 m/s, (10 km/h), el temps del recorregut pot resultar excessivament llarg. [4] [6] [7]

9.1.2.2 Telefèrics bicables (T.B)

Descripció

Estan construïts per un o més vehicles que corren damunt d'un o dos cables anomenats portants que no es mouen. Normalment, aquests cables estan tensats per un contrapès en els seus extrems.

Els vehicles estan units entre si per un cable reenviat damunt politges en cada una de les estacions terminals. Per consegüent, aquest cable resulta tancat en un anell (anell tractor).

Els vehicles es coneixen com a cabines, sent tancades i per a passatgers asseguts en la gran majoria de casos. S'anomena carro a la part superior del vehicle que corre damunt dels cables portants.

El moviment és de vaivé, els vehicles es mouen cap endavant i endarrere entre les estacions del mateix cable.

Característiques tècniques i de funcionament

Aquest tipus d'instal·lació admet obertures de major longitud que els telefèrics monocable. S'han instal·lat telefèrics amb obertures superiors als 3 km. Les limitacions pel que fa a la longitud a assolir es deuen a dos motius, per una banda la resistència dels cables (diàmetres dels portants de fins a 75 mm) i d'altra banda, el descens que es produeix quan la cabina està en el centre de la obertura (fletxa), que es limita tant per a mantenir una distància de seguretat al terreny com perquè el pendent de cable no sigui excessiu.

Pel que fa a l'atura del vehicle respecte al terreny, aquelles que no disposin de sistema d'evacuació al llarg del cable, la limitació és de 200 m. Les que disposin d'una cabina d'evacuació l'altura és il·limitada. Tanmateix, el disseny del carro no permet el pas per les pilones de compressió. Així doncs, és un tipus d'instal·lació adient cobrir zones abruptes amb barrancs i canvis de pendent molt pronunciats.

Altrament, aquest tipus de telefèric presenten una major resistència als vents transversals que els monocable.



Figura 26: Telefèric del Port de Barcelona. [4]

Existeixen des de petites cabines per a dos passatgers fins a cabines de 180 places repartides en dos pisos.

La velocitat dels vehicles pot arribar a 12,5 m/s si no hi ha pilones. Aquelles instal·lacions que comptin amb pilones la velocitat màxima oscil·la entorn els d'11 m/s. En aquest cas, quan les cabines passen per les pilones la velocitat s'alenteix fins als 6 m/s aproximadament. Capacitats màximes entorn de les 2.000 persones per hora i sentit.

Limitacions del tipus d'instal·lació

El moviment en vaivé limita molt la capacitat d'aquestes instal·lacions en augmentar la longitud de la línia. A més, els vehicles s'han d'aturar completament en les estacions.

El cost de fabricació i instal·lació és força elevat si es compara amb altres instal·lacions que ofereixen capacitats similars. A Espanya no hi ha cap complex hivernal que compti un remuntador d'aquest tipus. Les estacions i els elements de suport ocupen un gran volum, amb el consegüent l'impacte paisatgístic. [4] [6] [7]

9.1.2.3 Altres tipus de telefèrics (T.B.Altres)

Funifor

Descripció

Un "Funifor" és un tipus de telefèric amb dos cables portants i un anell tractor per vehicle. El disseny del "Funifor" està patentat pel grup Doppelmayr Garaventa. Normalment disposa de dos vehicles, anomenats cabines que realitzen un moviment de vaivé entre les dues estacions. Aquestes circulen per pistes paral·leles, cada pista està creada per dos cables portants.

Cada cabina és propulsada per un sol cable tractor empalmat. L'accionament del cable per a cada vehicle és independent, aquest fet permet realitzar les evacuacions

mitjançant un pont connectat entre les dues cabines adjacents.

El principal avantatge del sistema "Funifor" és la gran estabilitat, que presenta vers vents transversals, gràcies a la distància horitzontal entre els dos cables portants que conformen cada pista.

Com s'ha esmentat anteriorment, la particularitat tècnica d'aquest tipus d'instal·lació és el doble sistema de cable tractor format per un sol bucle empalmat. En ambdues estacions (vall i muntanya) el cable es desvia mitjançant discos verticals: dos a l'estació d'accionament a la vall i dues a l'estació de retorn a la muntanya. El mecanisme de translació de les cabines

està equipat amb quatre discos de compensació disposats en posició horitzontal, de manera que no cal instal·lar un sistema d'ancoratge mecànic entre el cable de tracció i el mecanisme de translació.

A més, els terminis per al seu disseny i construcció són més curts, el que redueix el seu cost, en comparació dels telefèrics bicables convencionals i als "Funitels".

Característiques tècniques i de funcionament

El "Funifor" és capaç de transportar en mode vaivé fins a 100 passatgers per cabina a velocitats màximes de 12 m/s. En realitzar un moviment en vaivé, la capacitat d'aquestes instal·lacions depèn directament de la longitud de la línia. Actualment els remuntadors d'aquest tipus ofereixen unes capacitats compreses entre les 465 i 1.300 persones per hora i sentit.

Limitacions del tipus d'instal·lació



Figura 27: "Funifor" amb cabina de dos pisos. La superior no està coberta. (Stans, Suïza) [7]

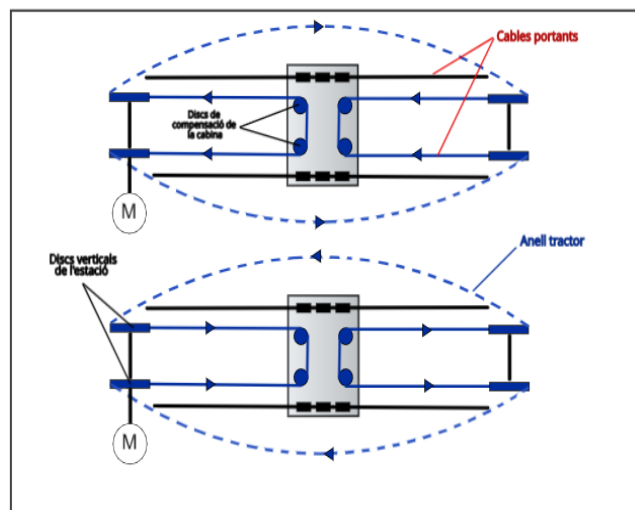


Figura 28: Esquema d'un "Funifor".

Capacitats de transport de passatgers molt limitades. [4] [6] [7]

Funitel, DMC (Double-Mono-Cable) i DLM (Double-Loop-Monocable)

Descripció

Aquest tipus de remuntadors es caracteritzen perquè se sustenten en dos cables transportadors paral·lels. El moviment de les cabines és circulant quan aquestes s'aproximen a l'estació es desacoblen del cable, així doncs, la unió amb el cable és temporal. Cada cabina té instal·lats 4 sistemes de subjecció. El procés d'arribada a les estacions és el mateix que en els telefèrics monocable desembragables, explicats anteriorment. Tanmateix, les vies són força més complexes.

L'ús de dos cables permet salvar obertures majors que els telefèrics monocable. Altrament, presenten una major resistència al vent transversal; els dos cables eviten que les cabines s'inclinin per culpa de vent.

La principal diferència entre els telefèrics "DMC" i "DLM" i els "Funitel" és el tipus de vehicle i la distància entre els cables transportadors.

En els "DMC" i "DLM" la distància entre els dos cables és inferior a l'amplada de la cabina, en la gran majoria de casos és menys d'1 m. A més, la distància entre el sostre de la cabina i el sistema de subjecció sol ser de varis metres.

En canvi, en els "Funitels" els cables són molt a prop de la cabina i aquests estan separats amb una distància major que la cabina, que normalment és superior als 3 m. Aquest disseny atorga als "Funitels" una gran resistència al vent superior a la dels "DMC" i "DML".

Això no obstant, obliga a construir grans pilones i estacions que permetin el pas dels vehicles.

La diferència entre els telefèrics "DMC" i "DLM" rau en la disposició del cable transportador per crear les dues línies de pujada i de baixada. El "Funitel" es podria entendre com l'evolució d'aquests dos sistemes. La disposició del cable per als "Funitels" és DLM.



Figura 29: Cabines característiques dels "DCM" i "DML".



Figura 30: Cabina d'un "Funitel".

A continuació, es mostra un esquema dels dos tipus.

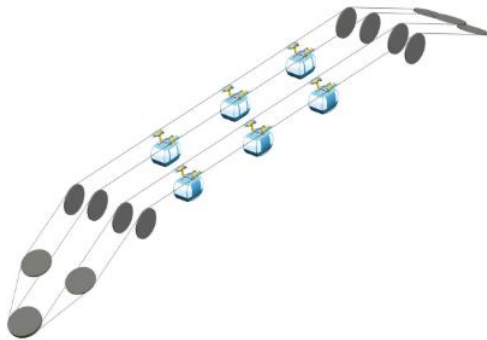


Figura 31 :Esquema telefèric DLM.

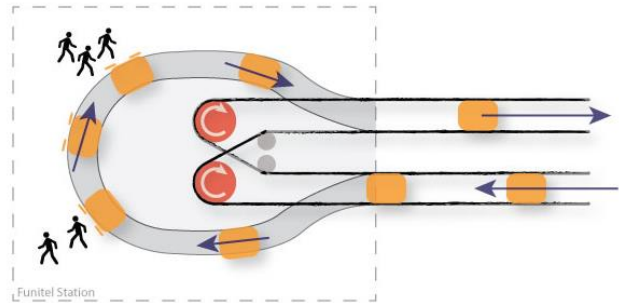


Figura 32: Esquema telefèric DMC.

En el cas dels DLM hi ha un sol motor que condueix un únic cable. Pels DMC hi ha dos motors que condueixen un cable cadascun.

Característiques tècniques i de funcionament

En aquest apartat en centrarem en el "Funitel", ja que, com hem esmentat anteriorment, es pot considerar l'evolució dels DMC i DLM i és el que presenta unes característiques més destacables. Les cabines poden allotjar còmodament fins a 25 passatgers, aquestes es desplacen a velocitats de fins a 7 m/s. La capacitat d'aquest tipus d'instal·lacions és d'aproximadament 4.000 passatgers per hora i sentit.

Limitacions del tipus d'instal·lació

Les pilones han de permetre el pas dels dos cables i de la cabina, consegüentment, són molt amples i necessiten una gran base, les estacions també ocupen una gran superfície.

El cost de fabricació i d'instal·lació és força elevat. [4] [6] [7]



Figura 33: Pilona "Funitel" (Hintertux Glacier, Tirol Austríac).

Sistemes 3S

Descripció

El sistema 3S és similar als telefèrics bicables convencionals. Aquest consisteix en dos cables portants, completament tancats i ancorats amb fermesa, sobre els quals es trasllada el vehicle, i un cable tractor que els propulsa.

La principal diferència entre aquest tipus de remuntador i els telefèrics bicables convencionals és que el cable tractor realitza un moviment circular continu i no de vaivé. Els vehicles estan units de forma temporal al cable, és un sistema desembragable, molt similar al dels telecabines.

Els vehicles s'anomenen cabines i presenten una capacitat superior a la dels telecabines convencionals gràcies als dos cables portants que al mateix temps, ofereixen major estabilitat a les cabines enfront del vent. Aquest sistema també permet obertures molt superiors als telecabines convencionals.



Figura 34: Telefèric 3S (Whistler Blackcomb, Canada). [7]

Així doncs, aquest sistema ofereix els avantatges dels telecabines (capacitat de transport) i dels telefèrics bicables convencionals (major resistència al vent, obertures grans i vehicles grans).

Característiques tècniques i de funcionament

Les cabines poden allotjar fins a 38 passatgers i es poden assolir velocitats de 8,5 m/s. Aquestes especificacions permeten assolir capacitats de fins a 5.500 persones per hora i sentit.

És la instal·lació per excel·lència quan es requereixen grans capacitats i la línia ha de salvar accidents geogràfics importants gràcies a la possibilitat de realitzar obertures grans.

Limitacions del tipus d'instal·lació

No presenta cap limitació tècnica destacable. Però, el cost de fabricació i d'instal·lació és força elevat. [4] [6] [7]

Telefèric en grup

Descripció

Els telefèrics de grup són remuntadors força especials, que s'utilitzen en situacions molt concretes.

En la configuració més usual, els vehicles estan subjectes de forma temporal a un cable transportador amb un sistema desembragable.

Tot i que com es pot observar a la *taula 6*, també pot realitzar un moviment de vaivé, en aquest cas els vehicles estan permanentment ancorats al cable.

Els vehicles són cabines distribuïdes en un petit tram del cable formant, normalment, grups de tres cabines (màxim grups de 6 cabines). La configuració més habitual és que hi hagi dos grups de cabines. Quan un d'aquests està l'estació superior; l'altre està a l'inferior i viceversa. L'encreuament es produeix a la meitat de la línia.



Figura 35: Telefèrics en grup que cobreix l'emblemàtic recorregut entre "Chamonix-Aiguille du Midi".

Característiques tècniques i de funcionament

Les cabines són de petita mida, de 6 a 15 passatgers i es poden desplaçar a velocitats de fins a 7 m/s. Aquesta instal·lació es reserva per a cobrir recorreguts molt curts, normalment inferiors a 1-2 km.

En la configuració de vaivé la capacitat d'aquesta instal·lació decreix proporcionalment en augmentar la longitud de la línia.

Les capacitats estan compreses entre 220 i 1.200 passatgers per hora en funció de la longitud de la línia i del nombre de cabines.

Limitacions del tipus d'instal·lació

La capacitat disminueix en augmentar la longitud del recorregut, per tant no és un sistema adequat quan es requereixen capacitats elevades amb longituds de recorregut importants.

En la seva configuració més habitual, un sol anell transportador, presenta una baixa resistència al vent. [4] [6] [7]

9.1.3 Telesquíes

Descripció

El telesquí és un tipus de remuntador que es caracteritza per arrossegar als esquiadors per una pista de neu, mitjançant subjeccions, per una o dues persones, anomenades perxes. Aquestes perxes estan subjectes al cable, que forma un anell i es mou a velocitat constant. Aquest cable és propulsat per un cabrestant-motor elèctric situat, en la gran majoria de casos, a l'estació inferior.

Aquest tipus de remuntadors permeten realitzar canvis de direcció, torns, molt acusats (superiors als 90°). És força habitual que aquestes instal·lacions presentin un o dos torns al llarg del seu traçat.

Altrament, ofereixen diferents configuracions en funció del tipus de perxa (rígida o enrotllable), de la subjecció (disc per 1 persona, àncora per 2 persones) i de la unió amb el cable permanent o temporal.

Tot i que teòricament existeixen 8 configuracions possibles, en la realitat són 4:

1. Desembragable perxa rígida de disc
2. Unió permanent (no desembragable) perxa rígida de disc
3. Unió permanent perxa enrotllable de disc
4. Unió permanent perxa enrotllable d'àncora.



Figura 36: Tipus de telesquíes.

És interessant destacar que a diferència de la resta d'instal·lacions, aquesta només s'utilitza en complexos hivernals per raons òbvies.

Altrament, no és estrany trobar dues instal·lacions d'aquest tipus, una al costat de l'altra, compartint elements estructurals com les estacions o alguns dels suport de línia. [4] [6] [7]

Característiques tècniques i de funcionament

1) Desembragable perxa rígida de disc

La gran majoria de telesquíes instal·lats als complexos hivernals Espanyols i Francesos, presenten aquesta configuració, val a dir, que a França n'hi ha més de 1.800.

Es caracteritza perquè les perxes tenen un mecanisme que els permet desenganxar-se del cable. Aquestes per defecte, romanen a la base del telesquí, a l'estació inferior, on normalment també està emplaçat el cabrestant-motor que propulsa el cable.

Aquesta estació inferior disposa d'una estructura per suportar i emmagatzemar totes les perxes de la línia (fins a 200), quan no hi ha cap usuari en ella.

El moviment del cable transportador és circulant continu i no s'atura encara que no hi hagi cap usuari en la línia.

Quan un usuari vol utilitzar el remuntador, aquest aproxima la perxa a la zona d'embarcament, aquest moviment inicia el procés de reconexió de la perxa amb el cable. El mecanisme que realitza aquest procés s'anomena disparador. La perxa en realitzar el trajecte complet, es desconnecta del cable i es torna a emmagatzemar. Així doncs, el nombre de perxes circulants és variable i la distància entre elles també. No obstant hi ha una distància mínima establerta, el disparador no actua fins que la distància entre les dues perxes, és suficient, aquest temps l'esquiador l'utilitza, per acomodar-se a la perxa.

En aquesta configuració és important mantenir una alçada regular entre el cable i la pista de neu (aproximadament uns 5 m), ja que podria resultar perillós per l'esquiador, si aquesta distància fos menor, però també si fos superior, ja que aixecaria a l'esquiador i perdria el contacte amb la pista de neu.

La velocitat d'aquest tipus d'instal·lació sol estar compresa entre els 1,8 i 4 m/s. De les 4 configuracions possibles és la més ràpida.

La perxa compta amb un sistema d'amortiment, que s'anomena barra telescòpica, el funcionament és similar al d'un cilindre pneumàtic, aquesta absorbeix part de l'impuls inicial que rep l'esquiador durant l'acceleració i quan aquest allibera la perxa. Sense aquest dispositiu l'esquiador, passaria d'estar parat a moure's a una velocitat de 4 m/s (14,4 km/h) en un instant i per tant, no seria segur.

Hi ha un segon sistema d'amortiment que ajuda a absorbir les sacsejades que es poden produir, quan la barra telescòpica està completament estesa. S'anomena ressort de frenada, el funcionament és el similar al d'una molla.

Llegenda figura 35:

(1): clip desmuntable

(2): ressort de frenada

(3): vareta telescòpica amb frenada pneumàtica

(4): Arnès/subjecció en forma

Les capacitats d'aquests remuntadors oscil·len entre les 500 i les 900 persones per hora. [4] [6] [7]

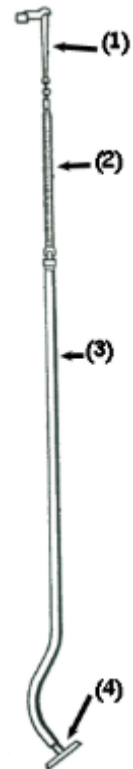


Figura 37: Perxa rígida de disc. [4]

2) Unió permanent (no desembragable) perxa rígida de disc

En aquest cas les perxes estan permanentment unides al cable, així doncs el nombre de perxes circulant sempre és el mateix i la distància entre ells també.

Aquests tipus de configuració és menys habitual. S'utilitzen en trajectes força curts i en zones per a principiants, amb un baix gradient.

La velocitat d'aquest tipus de remuntadors s'ha de reduir per facilitar el procés d'embarcament. No seria segur per l'esquiador intentar agafar aquest remuntador a velocitats de 3-4 m/s. És per aquest motiu que aquestes instal·lacions operen a una velocitat menor entre 1 m/s i 2,5 m/s.

Les perxes estan en continu moviment i compten amb un sistema d'amortiment molt similar a l'explicat en la configuració 1.

Les capacitats són lleugerament inferiors, entre 200 i 700 persones per hora.

3) Unió permanent perxa enrotllable de disc

És una configuració molt similar a l'explicada anteriorment, l'única diferència és el tipus de perxa utilitzat, en aquest cas enrotllable. L'esquiador és remolcat per una perxa extensible (entre 6 i 10 m), aquest tipus de perxa facilita l'accés al remuntador als usuaris. Altrament, és més adequat per terrenys irregulars i recorreguts més llargs, ja que resulta més còmode per a l'usuari.

La perxa extensible està formada per una petita carcassa que conté una bobina tensada per un motlle on s'enrotlla un cable sintètic. El funcionament de la bobina és molt similar al del cinturó de seguretat dels vehicles.

Aquest cable està recobert a la part inferior per un tub de plàstic semirígid, on s'agafa l'esquiador. A l'extrem inferior del cable està connectat el disc.

La quantitat de cable enrotllat a la bobina, va canviant en funció dels canvis de pendent, absorbint així les variacions de la càrrega tramesa per l'esquiador a la perxa.

Aquest sistema permet assolir velocitats d'1,8 a 4 m/s, Tanmateix, la velocitat a les quals se sol operar és d'aproximadament 2,5 m/s.

Les capacitats oscil·len entre les 500 i 900 persones per hora.



Figura 38: Perxa enrotllable de disc.

4) Unió permanent perxa enrotllable d'àncora

Aquesta configuració és la menys usual de les 4. És molt similar a la 3 però en lloc de tenir una subjecció tipus disc té una subjecció tipus ancora. Aquesta subjecció permet subjectar a dues persones per perxa.

El seu ús es limita molt a recorreguts relativament plans.

Les velocitats oscil·len entre els 1,5 m/s i els 3 m/s. I permeten assolir capacitats entorn de les 1.000 persones per hora.



Figura 39: Perxa tipus àncora. [4]

Limitacions del tipus d'instal·lació

L'usuari està exposat a les inclemències meteorològiques.

Es requereix una certa tècnica per agafar aquest tipus de remuntadors per part de l'usuari. Sobretot per aquells que practiquen "snowboard".

No és recomanable per cobrir trajectes llargs, més de 2 km.

Com a norma general el seu ús es limita a traçats amb gradients màxims inferiors al 60 % (31°) i que no presentin contrapendents, és a dir pendents negatives. En alguns casos, el traçat del remuntador pot superar pendents de com a màxim el 90 % (42°), no obstant han de ser trams força curts.

És freqüent que en aquests projectes sigui necessari realitzar un moviment de terres, per suavitzar els canvis de pendent pronunciats i anivellar el traçat en la direcció transversal a la línia, amb l'objectiu de facilitar el condicionament de la pista de neu per on lliscaran els usuaris. [4] [6] [7]

9.2 Resum de les característiques tècniques i de funcionament de les instal·lacions de transport per cable

A continuació, es presenta una taula on es recull les característiques tècniques i de funcionament de les diferents instal·lacions per cable. Els valors que es recullen, són els valors màxims teòrics, que permeten assolir cada tipus de instal·lació.

És important destacar, que aquests valors canvien de forma freqüentment. Els fabricants de remuntadors estan en un constant procés de renovació de la seva línia de productes, gràcies a l'implementació de l'última tecnologia, que permet realitzar projectes cada cop més ambiciosos.

Aquesta taula recull els següents apartats:

Llegenda de la taula

C.I= Capacitat de la instal·lació (persones/hora)

V.V = Velocitat dels vehicles (m/s)

C.V = Capacitat dels vehicles (persones)

R.V= Resistència al vent

La resistència al vent, fa referència a la velocitat del vent màxima en què els remuntadors poden òpera de forma segura. No es refereix a les ràfegues màximes de vent que pot suportar l'estructura que són considerablement superiors.

S'han establert tres nivells per avaluar aquest apartat:

B = Baixa: És segur operar el remuntador quan la velocitat del vent no supera els 17-20 m/s.

M = Moderada: Velocitat del vent < 20-25 m/s.

A = Alta: Velocitat del vent < 25-35 m/s.

Tanmateix, són valors merament orientatius.

Limitacions

Cost

Pel que fa al cost de les instal·lacions en aquest es contempla tant la fabricació com la instal·lació. El ventall per cada tipus d'instal·lació és molt ampli, ja que depèn molt dels requisits i especificacions de cada projecte.

Així i tot, dins de cada tipologia és possible que hi hagi alguna instal·lació que no estigui dins del marge establert tant per sobre com per sota del cost.

Taula 7: Instal·lacions de transport per cable.

	C.I (per/h)	V.V (m/s)	C.V (per/veh)	R.V	Limitacions	Cost (k€)
Funicular	8.000*	14	400	A	Procés d'embarcament "lent". La capacitat disminueix en augmentar la longitud de la línia. S'han de realitzar importants moviments de terra (túnel).	10.000/75.000
Telecabines (gòndoles)	4.500	6	15	B	Distàncies entre elements de suport reduïdes La limitació de l'altura del vehicle respecte al terreny, és inferior als 25 m. (Els usuaris estan exposats a les inclemències meteorològiques)	4.500/16.000
Teleselles/Telecadira desembragable	4.000	6	8	B		3.500/8.000
Teleselles/Telecadira no desembragable	3.000	2,8**	6	B		800/3.500
Telefèric vaivé i Telefèric reversibles	2.000*	12,5	230	M	Procés d'embarcament "lent". La capacitat disminueix en augmentar la longitud de la línia. Les estacions són grans, ocupen un gran volum, l'impacte paisatgístic és important.	2.000/20.000
"Funifor"	1.300*	12	60	A	Procés d'embarcament "lent". La capacitat disminueix en augmentar la longitud de la línia	15.000/20.000
"Funitel"	4.000	7	25	A	Procés d'embarcament "lent". Les estacions són grans, ocupen un gran volum, l'impacte paisatgístic és important.	3.000/20.000
Sistema "3S"	5.500	8,5	38	M	Procés d'embarcament "lent". (La limitació de l'altura del vehicle respecte al terreny, és inferior als 25 m)	10.000/20.000
Telefèrics en grup	1.200*	7	15	B	Procés d'embarcament "lent". La capacitat disminueix en augmentar la longitud de la línia. Les estacions són grans, ocupen un gran volum, l'impacte paisatgístic és important	2.500/20.000
Teleesquí configuració 1)	900	4	1	M	Distàncies entre elements de suport reduïdes. Els usuaris estan exposats a les inclemències meteorològiques. Limitacions del gradient màxim del traçat (normalment < 60 %) El recorregut no pot comptar amb gradients negatius (màxims del 5 %). És necessari anivellar i suavitzar el relleu del traçat.	350/1.000
Teleesquí configuració 2)	700	2.5	1	M		
Teleesquí configuració 3)	900	3,5	1	M		
Teleesquí configuració 4)	1.000	3	2	M		

* Per trajectes molt curts.

** Entrada combinada amb cinta transportadora. (...) Existeixen excepcions.

9.3 Preselecció de les propostes

L'objectiu en aquest punt, és determinar quins tipus d'instal·lacions són les més adients per al nostre projecte, contemplant tots els requisits establerts i les característiques topogràfiques de l'emplaçament.

Requisits econòmics

El requisit que limita més la possible solució és l'econòmic, per tant és el primer que s'aplica.

S'estableix un pressupost màxim d'1.750.000 €. Com es pot observar a la *taula 7*, únicament els telecadires no desembragables i els teleesquís, estan per sota d'aquest pressupost màxim. Concretament, els telecadires de pinça fixa amb cadires de dues places, ja que els de major capacitat excedeixen el pressupost. Pel que fa als teleesquís, tot i que existeixen variacions en el preu en funció de la configuració, les 4 possibles configuracions estan dins del pressupost.

Requisits Tècnics

La capacitat mínima de transport per al nou remuntador ha de ser igual o superior a les 980 persones per hora. Per una banda, els telecadires fixos biplaces ofereixen capacitats superiors, entorn de les 1.200 persones per hora. D'altra banda, els teleesquís únicament en la configuració 4 (Unió permanent perxa enrotllable tipus àncora) ofereix una capacitat de transport suficient entorn de les 1.000 persones per hora.

Tanmateix, en aquest tipus d'instal·lacions, no és difícil trobar dues instal·lacions amb línies paral·leles que fins i tot poden compartir elements estructurals de suport com ara les pilones de línia. En aquest cas la capacitat de transport es duplica (entre 1.000 i 1.800 persones per hora). Així doncs, es compleix amb aquest requisit. Altrament, el pressupost màxim no se superaria.



Figura 40: Dos teleesquís en paral·lel (estacions motrius). [4]

Per analitzar la resta de requeriments i condicionats topogràfics s'ha recorregut a la metodologia d'Artur Doppelmayr. Aquesta metodologia de selecció s'expressa en forma de taules, que s'han sintetitzat per al cas. La taula original es pot trobar a la tesi "Conceptual inputs for optimizing the functional efficiency of circulating monocable ropeways" (Wolfurt, Setembre del 1997) escrita pel mateix Dip.Ing.Dr.Techn, Artur.

Cada combinació de requisits i sistemes obté una puntuació corresponent entre 0 i el 4. S'ha de descartar tota alternativa que presenta un 0 en algun dels criteris a considerar

Els valors són:

0- Inadequat
2- Adequat
4- Excel·lent

1- Aplicació limitada
3- Molt adequat

Taula 8: Comparació entre el telecadira i el telesquí.

	Costos			Moviment de terres					Condicionants topogràfics						
	Baix cost d'inversió	Baix cost d'operació	Baix cost globals	Necessitats d'interferències amb pistes	Mínima preparació de l'àrea d'embarcament	Mínima preparació de la línia	Mínima preparació de l'àrea de sortida		En zones exposades al vent	En terrenys amb gradients oposats	Gradient mitjà < 30%	30% < gradient < 60%	Gradient mitjana > 60%	Desnivell < 100 m	100m < Desnivell < 500 m
Telecadira fix biplaça	3	4	3	4	2	4	2	1	4	4	4	4	4	4	3
Telesquí	4	3	4	1	1	1	1	4	1	4	3	1	4	2	1

En referència al requisit de què les instal·lacions han de poder ser operatives de forma segura amb vents de fins a 18 m/s (65 km/h), el telecadira fix biplaça està just al límit de complir amb aquest requisit, com es pot observar a la *taula 7*. Els telesquís per contra, es poden operar de forma segura per als passatgers amb vents superiors, entorn dels 20-25 m/s.

Si ens centrem ara a analitzar la resistència de l'estructura vers al vent, es força notable la diferència entre els dos tipus de remuntadors. Com es pot observar a la *taula 8*, (valor ombrejat amb vermell) la resistència estructural vers al vent dels telesquís és superior a la dels telecadires.

Aquest és un dels principals requisits per al nou remuntador (la instal·lació ha de poder suportar rafegues de vent de 200 km/h). Així doncs, queda descartada l'opció de què el nou remuntador sigui un telecadira fix biplaça. A més, no tindria cap sentit reemplaçar la instal·lació actual (telecadira fix biplaça) pel mateix tipus d'instal·lació, aquesta tindria els mateixos problemes.

Els telecadires presenten una menor resistència al vent en comparació als telesquís, ja que la superfície lateral exposada al vent és superior, les cadires comparades amb les perxes són molt més voluminoses i elements de suport de línia també. Altrament, l'altura dels elements de suport i, conseqüentment, de la línia és major en els telecadires (entre 7 i 15 m) que en els telesquís (entre 5 i 7 m).

A més, en cas d'emergència, sigui per una avaria o una parada de la instal·lació causada per les condicions meteorològiques, el protocol d'evacuació de la línia d'un telecadira és complex i demora força temps, en canvi en un telesquí és un procés gairebé immediat, ja que els usuaris estan permanentment en contacte amb la pista de neu. Així doncs, sols han de deixar anar la perxa.

En referència al període de temps limitat per la construcció, inferior als 7 mesos, aquest tipus d'instal·lació compleix el requisit. A més a més, en tractar-se d'estructures relativament petites el seu transport amb helicòpter és viable.

Selecció configuracions del telesquí

En la següent taula analitzem amb més detall les 4 possibles configuracions de telesquí. Aquesta taula és de creació pròpia i inspirada en la taula creada per Artur Doppelmayr. Se seguiran els mateixos criteris de puntuació esmentats anteriorment. En aquest punt es valoraran els condicionants topogràfics, ja que la resta de requisits es compleixen.

Taula 9: Comparació entre telesquís.

Tipus de telesquí	Condicionants topogràfics								Usuaris	
	Gradient mitjà < 30%	30% < gradient < 60%	Gradient mitjà > 60%	Desnivell < 100 m	100m < Desnivell < 500 m	Desnivell > 500m	Distància desenvolupada < 400 m	400 m < Distància desenvolupada < 1.000 m	Usuaris poc experts	Usuaris moderadament experts
1) Desm.Ríg.Disc	4	3	1	4	3	1	4	3	3	4
2) Perm.Ríg.Disc	3	2	0	4	1	0	4	1	4	3
3) Perm.Enrot.Disc	4	3	1	4	3	1	4	3	3	4
4) Perm.Enrot.Ànc.	3	1	0	4	1	0	4	1	4	3

En aquest punt, es determina que les instal·lacions que millor s'adapten als condicionants topogràfics del projecte (longitud de línia de 668 m, desnivell de 207 m i gradient mitjà del 33%) són:

- 1) Doble línia de telesquí desembragable amb perxa rígida de disc.
- 3) Doble línia de telesquí amb unió permanent i perxa enrotllable de disc.

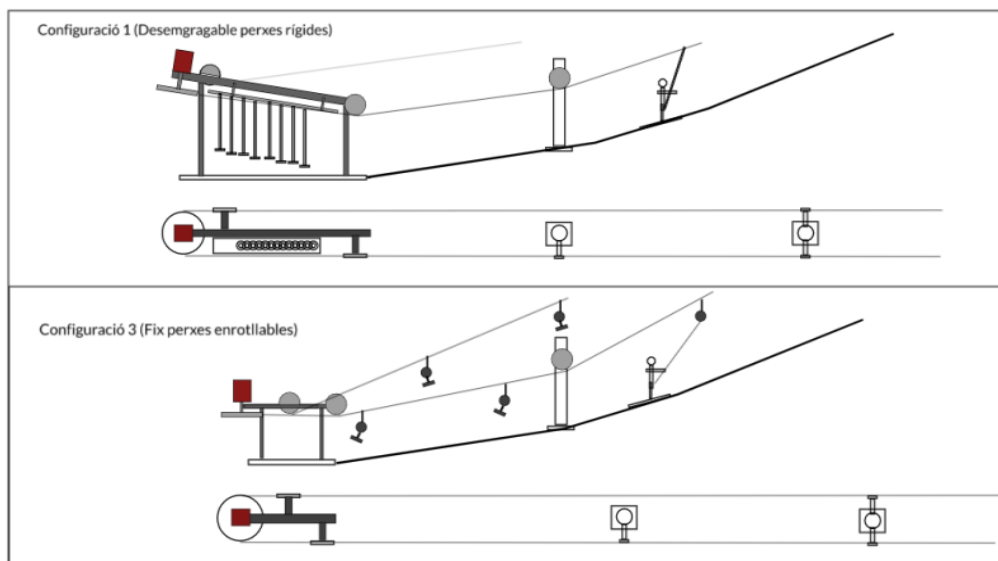


Figura 41: Telesquí configuració 1 i 3.

10. Selecció de la proposta final.

En aquest punt resulta força complicat, decantar-se per una configuració definitiva. Ja que, la proposta ideal resultaria d'un mixt entre les dues configuracions.

De forma teòrica, la configuració més adient per aquest projecte seria la següent:

Taula 10: Configuració teòrica.

Configuració	Sistema		Perxa		Subjecció	
	Desembragable	Unió permanent	Rígida	Enrotllable	Disc	Àncora
1)	X		X		X	
3)		X		X	X	
Teòrica	X			X	X	

A continuació es detalla la elecció:

Sistema (Desembragable vers Unió Permanent)

En el sistema desembragable quan la instal·lació està parada o bé operativa però no hi ha cap usuari en la línia, totes les perxes queden emmagatzemades en l'estació motriu. Així doncs, la superfície exposada al vent al llarg de la línia és menor i les acumulacions de neu i gel que es poden formar també. *Figura 38*

Perxa (Rígida vers Enrotllable)

La perxa enrotllable resulta més còmoda per als usuaris, a més a més permet absorbir variacions entre l'altura de la línia i la pista significatives sense que resulti perillós per a l'usuari.

Tanmateix, com s'ha esmentat anteriorment, cap fabricant del món ofereix aquesta configuració. Per una badana, l'estructura per emmagatzemar les perxes enrotllables hauria de ser molt més gran i consegüentment l'estació motriu, ja que les perxes enrotllables són força més voluminoses que les rígides. D'altra banda el disparador, el mecanisme que acobla les perxes al cable, s'hauria de redissenyar perquè acceptes aquest tipus de perxes. Entre altres redissenys que s'haurien de realitzar.

Així doncs s'ha elaborat la següent taula valorant els aspectes positius i negatius de cada configuració.

Taula 11: Comparació configuració 1 i 3.

Configuració 1		Configuració 3	
Avantatges	Inconvenients	Avantatges	Inconvenients
<p>Menor superfície exposada al vent i menors acumulacions de neu i gel al llarg de la línia</p> <p>Major resistència de l'estructura als vents transversals</p> <p>Lleugerament més ràpid (entorn als 3,5 m/s)</p> <p>Menor altura de la línia</p>	<p>Estació inferior més complexa (disparador) i voluminosa. Majors acumulacions de neu i gel en aquesta estructura.</p> <p>Costos de manteniments més elevats</p>	<p>Major comoditat per als usuaris.</p> <p>Major marge en l'altura del cable respecte la pista de neu.</p> <p>Estació inferior senzilla i poc voluminosa</p>	<p>Més lent (entorn als 3 m/s)</p> <p>Les perxes enrotllables requereixen un major manteniment i són més cares.</p> <p>Major alçada de la línia</p>

Avaluant els pros i els contres de cada configuració s'estableix que la millor configuració per aquest projecte és la 1.

Es prioritza el fet que la línia queda lliure de perxes i té una menor altura. La línia en la configuració 3, ha d'estar a una altura suficient, com perquè les màquines "trepitja-pistes", puguin passar per sota i no col·lisionin amb les perxes en preparar la pista.

A més a més, la configuració 1 facilita el procés de posada en marxa després d'un temporal, ja que, totes les perxes estan a l'estació inferior, relativament protegides per la mateixa estructura.

Altrament, ofereix la possibilitat, en aquests temporals, de deixar el cable a una velocitat lenta però constant, per evitar l'acumulació de neu i gel en aquest i les diverses politges de línia.

Consegüentment, es proposa reemplaçar el telecadira actual per dos teleesquís desembragables de perxa rígida amb subjecció de disc.

11. Desenvolupament proposta final

En aquest apartat es pretén descriure tècnicament el remuntador. S'explicarà amb detall els diferents sistemes i estructures que el conformen.

També, es realitzaran alguns càlculs senzills, per tal de dimensionar alguns dels components del remuntador, així com el moviment de terres associat a la construcció de la pista.

Aquesta informació serà d'utilitat per estimar un primer pressupost del projecte.

En referència a la normativa i legislació que regula la projecció i construcció d'aquest tipus d'instal·lacions s'ha seguit:

- "Pliego de condiciones técnicas para la construcción y explotación de las instalaciones de "remonta-pendientes" (Orde del 25 d'octubre de 1976).
- I les recomanacions de la O.I.T.A.F (Organització Internacional de Transports per Cable).

A Europa, principalment hi ha dos fabricants que ofereixen aquest tipus de remuntadors per una banda, "Pomagalski" que va dissenyar i patentar els primers teleesquís desembragables i, d'altra banda, "GMM" (Gimar Montaz Mautino) una empresa francesa que va nàixer fruit de la fusió de les històriques empreses Gima i Montaz Mautino.

Per aquest estudi s'ha elegit els remuntadors de Pomagalski. L'estació d'esquí compta ja amb diferents remuntadors d'aquest fabricant, concretament tres telecadires fixos de quatre places. Alterament, l'equip de manteniment de l'estació està familiaritzat amb els productes d'aquest fabricant.

Aquesta empresa compta amb una filial aquí Espanya anomenada "Teleféricos y Nieve S.L", amb seu a Barcelona i Biscaia. "Teleféricos y Nieve" és una enginyeria que projecta i instal·la els remuntadors de les marques "Leitner" i "Pomagalski" a la península Ibèrica.

El model de teleesquí desembragable de la marca Poma s'anomena "VECTRIS", aquest està dissenyat, fabricat, premuntat en fàbrica i instal·lat segons el sistema de qualitat ISO 9001.

11.1 Parts del remuntador

La nova instal·lació estarà formada per dos telesquís desembragables, independents entre si. Amb dues estacions motrius i dues estacions de retorn. Es podran operar per separat, en cas d'avaría o d'algun desperfecte en un dels dos remuntadors.

Com s'ha esmentat anteriorment, en un remuntador podem diferenciar tres parts: l'estació inferior, la línia amb els vehicles i l'estació superior. Aquestes parts seran idèntiques per als dos remuntadors. Així doncs, a partir d'aquest punt en descriure l'estació motriu i la de retorn parlarem de sols un remuntador.



Figura 42: Telesquí Federal 1 i 2 de l'estació el Makstein.

11.1.1 Estació inferior

L'estació inferior realitzarà la funció de motriu. El sistema motriu estarà format per un motor asíncron trifàsic i una transmissió utilitzada com a reductora a la qual estarà acoblada la politja motriu.

L'estructura estarà formada per dues pilones i un xassís per a suportar el mecanisme sobre el qual va muntat sistema de transmissió, així com el magatzem de perxes. El magatzem de perxes és una estructura metàl·lica en forma de lliscadora, amb un pendent entorn del 20% (11,3°). Les perxes per gravetat llisquen fins a la part de davant. En la part de sortida del magatzem està instal·lat el dispositiu de sortida automàtica o disparador. Aquest consta de dues parts:

- La part electromagnètica que alliberar la perxa preparada per a sortir i deixa que una altra perxa passi del magatzem a l'extrem davanter o el lloc de presa de perxa.
- L'armari de comandament que compta la part elèctrica i electrònica de control necessària per a realitzar aquest procés.

Un dels subsistemes més importants de l'armari de comandament és el temporitzador que regula el temps mínim entre dues sortides o el que és mateix la separació mínima entre esquiadors.

Mentre dura el temps entre perxes no és possible la sortida d'esquiadors, ja que no hi ha cap perxa en la zona de pressa. Un cop s'ha exhaurit el temps una nova perxa passa a la zona de pressa, quan l'usuari mou convenientment la canya de la perxa desplaça el tub corb que és la palanca que fa actuar el detector de proximitat que al mateix temps acciona l'electroimant alliberant la perxa i acoblant-la al cable de nou.

El cable entra i surt de l'estació motriu guiat per dues politges de compressió col·locades verticalment.

Altrament, l'estació motriu compta amb un fre mecànic que actua sobre un tambor a l'eix d'entrada del reductor que al mateix temps porta incorporat un dispositiu d'antiretròcés centrífug.

En la següent figura es pot observar les diferents parts de l'estació motriu anteriorment explicades.

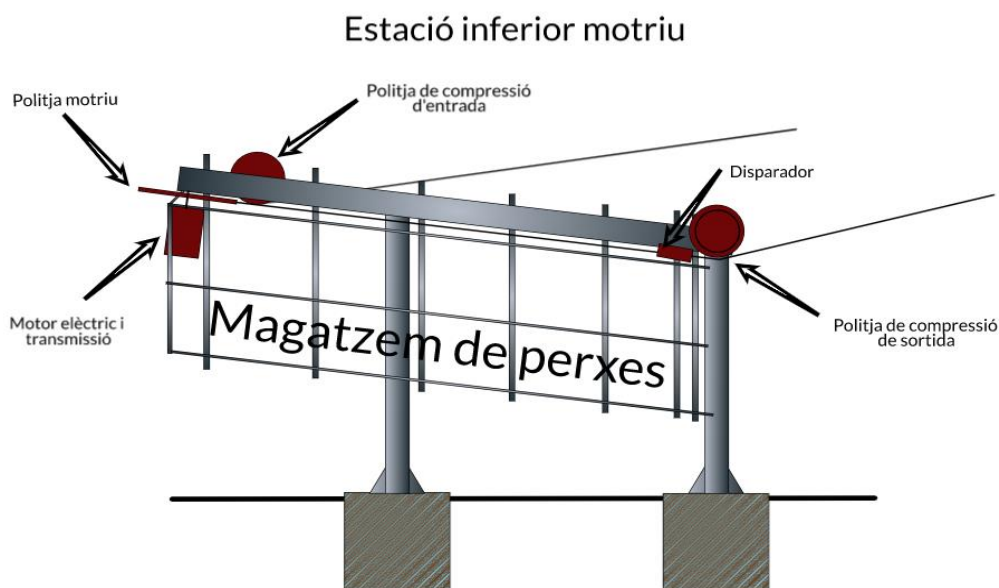


Figura 43: Esquema estació Inferior Motriu.

El lloc de comandament se situarà de manera que es pugui vigilar la instal·lació pel conductor encarregat d'aquest servei, tenint a l'abast de la seva mà els elements necessaris per a qualsevol maniobra normal o d'emergència, que hagi de realitzar en un moment determinat. Aquest lloc de comandament estarà protegida de l'entorn i de les inclemències meteorològiques per una caseta climatitzada per al conductor similar a l'actual. Hi haurà un únic lloc de comandament comú per als dos teleesquís.

Especificacions tècniques de l'estació motriu

GENIUS és el model de l'estació motriu de Poma, aquesta inclou:

- Reductor
- Un motor elèctric
- Un control elèctric amb variador de freqüència
- Un volant
- Un conjunt de guies necessàries
- Un sistema d'inici automàtic
- Balancins de pujada i baixada
- Cobertes per al grup motor i porta-dispositius
- Passarel·les de manteniment; escala d'accés



Figura 44: Estació motriu Genius de Pomagalski.

L'estació motriu està disponible en quatre versions en funció del nombre de perxes (de 45 a 210 remolcadors/perxes).

Segons la longitud de la línia i de la velocitat d'operació del remuntador, aquest pot comptar amb més o menys remolcadors/perxes. La mida de l'estació també està condicionat per aquest aspecte, ja que, ha de ser capaç d'emmagatzemar totes les perxes.

Per aquest remuntador s'estima que comptarà aproximadament amb 77 perxes, a continuació es mostra com s'obté aquest valor:

Segons l'Orde del 1976, que regula la construcció i explotació d'aquests tipus de remuntador, l'interval mínim de temps entre el pas de dues perxes per al mateix punt ha de ser de 5 segons. Els teleesquís "VECTRIS" de Poma poden operar a una velocitat de 3,5 m/s, per tant, s'obté una distància mínima entre perxes de 17,5 m.

La longitud aproximada teòrica del cable serà:

$$Long. cable = 2 * 668 + \pi * 3,5 = 1.347 m$$

Així doncs, obtenim:

$$Nombre de perxes = \frac{Long. cable}{Distància mínima} = \frac{1.347 m}{17.5 m} = 77 perxes$$

Seguidament, es detallaran dos dels elements principals de l'estació motriu, el motor elèctric i el volant motriu.

I) Motor elèctric

En referència al càlcul de la potència del motor, el plec de condicions tècniques del 1976 estableix que la potència del motor es calcularà de forma que quedi assegurat l'arrancada de la instal·lació i el funcionament en règim normal, estant totalment carregat el ramal ascendent.

En aquest càlcul intervenen 3 factors determinats: el desnivell que ha de cobrir la instal·lació, la longitud de línia (nombre de perxes i nombre de politges de línia) i la velocitat a la qual operarà la instal·lació.

Taula 12: Potència teleesquís.

Estació d'esquí	Nom del remuntador	Longitud de línia (m)	Desnivell (m)	Gradient mitjà (%)	Velocitat màxima (m/s)	Potència motor (kw)
Col de Porte	TKD de Chamechaude	946	312	35	3,5	94
Glenshee Ski Center	TKD Butcharts Access	927	179	20	3,1	75
Samoëns (Le Grand Massif)	TKD de Chariande	906	295	34	3,0	74
Avoriaz (Morzine-Avoriaz)	TKD d'Arare 2	848	232	28	3,5	74
Le Semnoz	TKD du Crêt de l'Aigle	801	227	30	3,5	75
Courchevel (Les Trois Vallées)	TKD de la Combe	708	146	21	3,5	44
Boí Taüll	TKD Puig-Falcó	668	207	33	3,5	65-75
Le Grand-Bornand	TKD des Arces	612	166	28	2,9	45
Champagny-en-Vanoise (Paradiski)	TKD des Borseliers III	485	145	31	3,0	55

Per aquest estudi s'ha optat per estudiar diverses instal·lacions ja existent i en funcionament, que presenten aquests 3 factors força similars al teleesquí que es planteja en aquest estudi. Totes les instal·lacions que es mostren a la *taula 12* són del fabricant Poma.

Així doncs, s'estima que la potència necessària del motor elèctric per aquest teleesquí hauria d'estar entorn dels 65-75 kW (87-100 CV), aquest valor s'ha extret per comparació.

II) Volant motriu

El diàmetre del volant motriu és de 1.700 mm per a totes les configuracions possibles amb la gola revestida de cautxú vulcanitzat per assegurar l'adherència inclús en el moment d'arrencada de la instal·lació, estant en plena càrrega el ramal ascendent.

11.1.2 Línia

I) Elements de suport

La línia tindrà entre 6 i 9 suports (s'hauria de realitzar un estudi més en profunditat per determinar el nombre i l'emplaçament exacte) que s'han de distribuir al llarg del traçat de forma que s'assoleixi el paral·lelisme entre el cable i el perfil de neu. Mantinent en tot moment una altura del cable sobre la neu dins del mínim reglamentat de 3 m i el màxim que permet la perxa. Les perxes en funció del fabricant i model tenen longituds lleugerament diferents. Tanmateix, la longitud mínima sol estar entorn dels 3,50 m i la màxima dels 5,50 m.



Figura 45: Pilones de línia de Pomagalski.

Els suports, per gran part de la línia, seran independents per cada remuntador. Així doncs, seran pilones tubulars amb una altura que sol estar compresa entre els 7 i 9 m. Sobre aquestes van muntades les mènsules que suporten els cavallets mòbils on estan col·locades les politges. Aquests cavallets mòbils permeten aconseguir una alineació perfecta amb el cable i reduir l'angle de deflexió per politja.

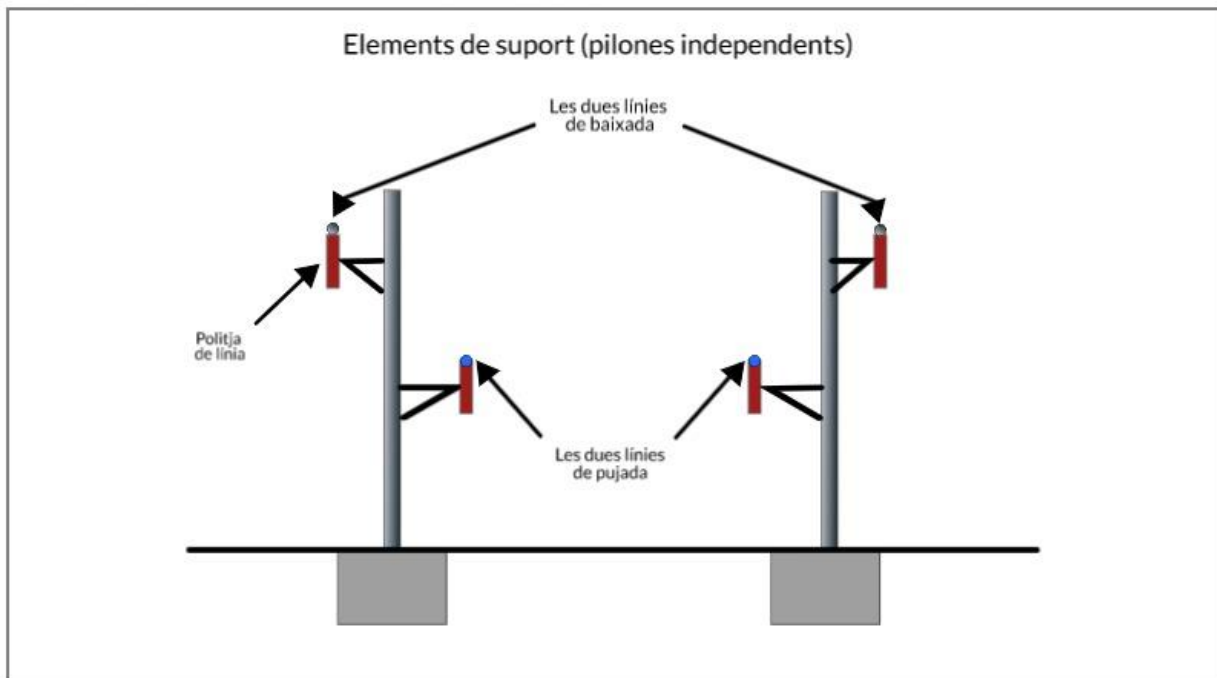


Figura 46: Pilones independents.

Especificacions tècniques de les pilones tubulars de Poma

Les pilones de línia inclouen els següents elements:

- Fust de torre tubular
- Perns d'ancoratge
- Mènula
- Politges amb un diàmetre de 800 mm i guies de pujada i baixada
- Escala d'accés i plataforma de treball.
- Ample de via de 3.500 mm

Això no obstant, per a l'últim tram de la línia, els últims 110 m, que està situat per sobre dels 2.700 m d'altura i en una zona molt exposada al vent, els elements de suport haurien de ser pòrtics. Aquest tipus d'estructura suporta millor les càrregues laterals produïdes pel vent, ja que trameten aquestes càrregues al terreny de forma més eficient.

Aquests elements de suport no estan tan estandarditzats i el seu disseny i construcció és més "artesanal", consegüentment són més cars.

Aquests també compten amb cavallets mòbils subjectes per la mateixa estructura del pòrtic. Tanmateix, són elements de suport més voluminosos, tenen una major altura que les pilones convencionals i han de tenir una amplada suficient per a encabir les dues pistes ascendents i deixar espai suficient per complir amb els gàlibos de seguretat regulats per l'ordre del 25 d'octubre de 1976. Altrament han de permetre el pas d'una màquina "trepitja-pistes".

Aquest tram correspon al de les pilones 6 i 7 de la instal·lació actual. Així doncs, aquest tram comptaria amb dos o tres pòrtics.

Es podria dir que existeixen dos tipus de pòrtics diferents, per una banda tenim els pòrtics formats per dues pilones i dos elements estructurals col·locats horitzontalment que les uneixen (els anomenarem pòrtic tipus A), *Figura 45*, i d'altra banda els pòrtics en gelosia (els anomenarem pòrtic tipus B), *Figura 46*.

Els pòrtics tipus A, tenen la mateixa altura que les pilones convencionals i l'amplada de dues pistes entre 6 i 8 m són considerablement menys voluminosos que els pòrtics tipus B, ja que pel seu interior únicament hi ha 2 pistes normalment les ascendents.

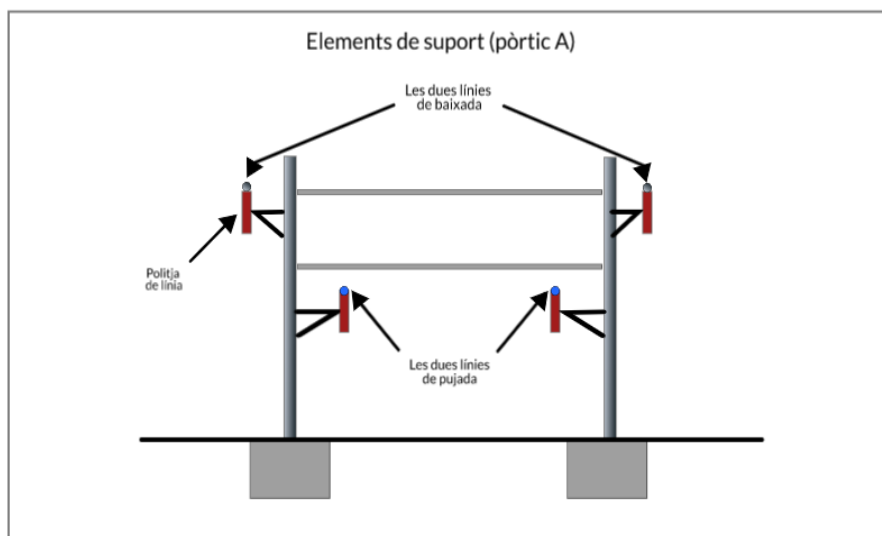


Figura 47: Pòrtic tipus A.

Els pòrtics tipus B s'utilitzen sobretot per telesquís que estan emplaçats damunt glaceres. En aquest cas el terreny no es pot considerar immòbil, ja que les glaceres estan en continu moviment. Aquest tipus d'estructura poden suportar majors càrregues verticals i horitzontals que els pòrtics tipus A. Altrament estan dissenyades pensant en què es mouran conjuntament amb la glacera.

La gran majoria per no dir totes de les estacions alpínies glacials compten amb telesquís amb aquests tipus de suport.

Són estructures força voluminoses amb una amplada entre 11 i 16 m i una altura aproximada de 9 m. Si el telesquí presenta la configuració 3 (telesquí amb unió permanent i perxa enrotllable de disc) aquesta altura encara és major.

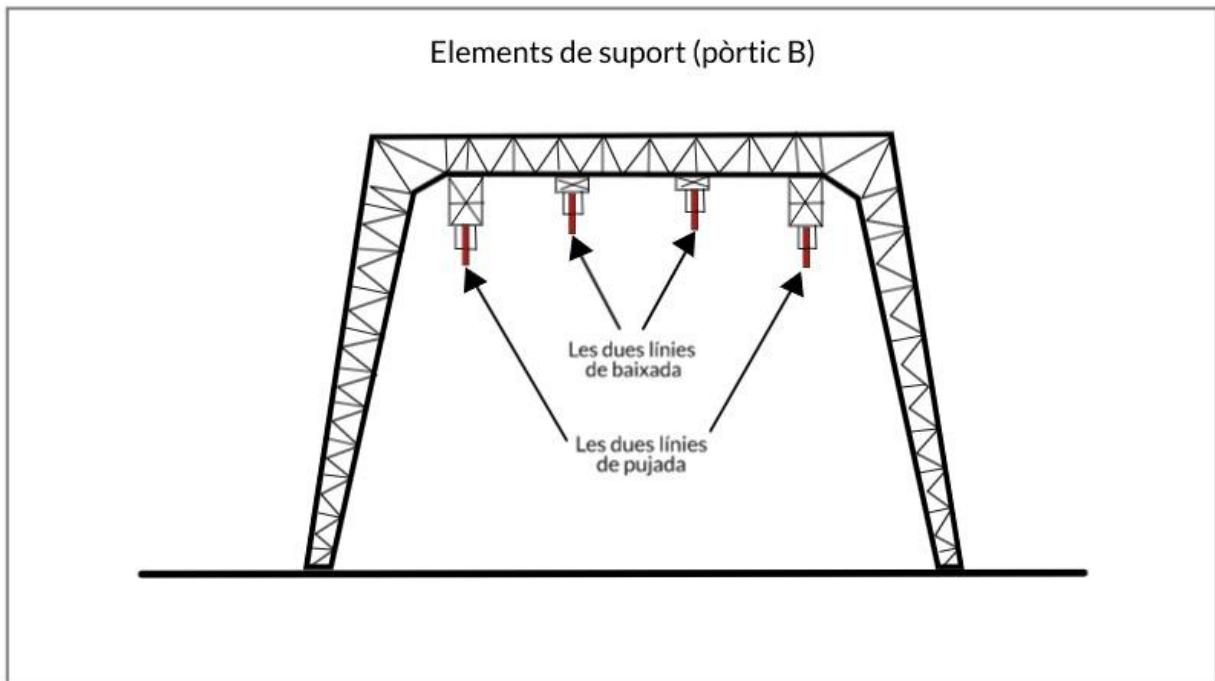


Figura 48: Pòrtics en gelosia tipus B.

Per aquest projecte el pòrtic més adequat seria el de tipus A. És un tipus de pòrtic menys voluminós i que ofereix una resistència estructural suficient per complir amb els requisits del projecte. Altrament, la possible acumulació de neu i gel en aquest tipus de pòrtic és menor. A més a més, les pilones són molt similars a les convencionals, instal·lades a la resta de la línia, facilitant les tasques de manteniment i reduint al mateix temps els costos de manteniment, fabricació i instal·lació.

De fet, per aquest tipus de pòrtics els costos de fabricació, instal·lació i manteniment són pràcticament idèntics al de dues pilones convencionals.

En referència a la distribució dels elements de suport s'hauran de tenir en compte els següents punts:

- Condicions de suport del cable sobre les politges de la línia. En les condicions de càrrega més desfavorables, el cable no pot perdre contacte amb les politges, inclús si s'exerceix una tracció de 100 kg cap amunt (suport) o de 200 kg cap avall (compressió) per bateria de politges o politja simple, amb un mínim de 40 kg per politja.
- L'angle de deflexió tindrà en general, com a màxim un valor de 6°, quan la relació entre el diàmetre de la politja, mesurat sobre l'eix del cable i el diàmetre d'aquest sigui almenys de 12. Aquest valor màxim es podrà augmentar en 1° per cada tres unitats que augmenti la relació anterior.

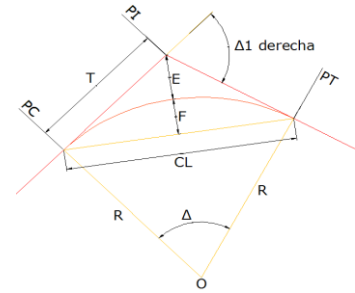


Figura 49: Angle de deflexió.

Aquest angle de deflexió està simbolitzat a la figura 45 per la lletra Grega delta (Δ). Aquest angle és la variació del pendent màxim a la qual es pot sotmetre al cable per politja.

Per aquest model de teleesquí, s'obté que l'angle de deflexió màxim per politja de:

$$\text{Diàmetre politja} = 800 \text{ mm} \quad \text{Diàmetre cable} = 18 \text{ mm}$$

$$\Delta \text{ màxima depèn de la relació } \frac{\text{diàmetre politja mesurat sobre l'eix del cable}}{\text{diàmetre cable}} = \frac{800 + 18}{18} = 45.4$$

$$\frac{45 - 12}{3} = 11 \quad 6^\circ + 11^\circ = 17^\circ$$

Obtenim un valor 3 vegades superior al límit inferior de 12. Així doncs, es pot ampliar l'angle de deflexió màxim per politja a 17°.

Pel que fa al càlcul estructural d'aquests elements de suport, s'hauran de tenir en compte els segons punts segons l'Ordre del 1976:

- Per al càlcul de les estructures i dels fonaments dels suports es tindran en compte: el pes propi, les accions que s'exerceixen sobre el cable en sentit vertical i les que horitzontalment es produeixen a conseqüència de l'acció de vent tant sobre els suports com sobre el cable. El coeficient d'estabilitat a bolcar, d'arrencada i de lliscament es prendrà, com a mínim, igual a 1,5, suposades les condicions més desfavorables per a la càrrega i el vent.
- A l'efecte d'estabilitat no es tenen en compte les influències pròpies del terreny, sols quan aquest reuneixi condicions adequades d'estabilitat. Seran també d'aplicació les condicions de caràcter general que regeixen en les construccions metàl·liques i de formigó. No s'utilitzaran vents ni tirants més que en casos particulars i degudament justificats. Totes les estructures metàl·liques estaran protegides contra la corrosió i numerades.

- Per normativa en totes les estructures de la línia (incloent-hi l'estació superior i inferior) que ofereixen alguna resistència a l'acció del vent, es considera un valor de 30 kg/m² per la instal·lació en servei i de 80 kg/m² per la instal·lació fora de servei. Tanmateix aquests valors s'hauran de reconsiderar en cas d'instal·lacions particularment exposades com és el cas d'aquest projecte.

El valor de la instal·lació en servei és adient, 30 kg/m², aquesta pressió correspon a vents d'aproximadament 22 m/s uns 80 km/h.

No obstant, per la instal·lació fora de servei s'haurà d'augmentar aquest valor, ja que la pressió de 80 kg/m² correspon aproximadament a uns vents de 36 m/s uns 130 km/h.

En aquest projecte s'ha de calcular l'estructura per a suportar vents de fins a 200 km/h.

$$q = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \text{ [N/m}^2\text{]}; \text{ Considerant l'aire com un fluid incompressible } \rho = 1,22 \text{ kg/m}^3 \text{ [5]}$$

Aplicant aquesta fórmula i les simplificacions esmentades obtenim:

$$q = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 = \frac{1}{2} \times 1,22 \times 55,5^2 = 1.883 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad (192 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2})$$

Correspon a una pressió dinàmica produïda pel vent d'aproximadament, 192 kg/m².

II) Cable

El cable es calcularan tenint en compte les següents càrregues:

- ❖ La tensió de base, corresponent al sistema de tensió hidràulic.
- ❖ El pes del mateix cable.
- ❖ Les càrregues aplicades es consideren com uniformement repartides al llarg de la línia, suposa aquesta amb el pendent mitjà.
- ❖ La resistència passiva oferida pels elements de línia.
- ❖ La resistència deguda a l'arrossegament dels usuaris. Suposant un pes mitjà per persona de 80 kg i un coeficient esquí/neu del 0,06 com a mínim.

L'esforç màxim en servei es determinarà suposant que la instal·lació està en marxa a règim, sense considerar els esforços complementaris que intervenen durant la fase transitòria del moviment (arrencada i frenada).

Pel que fa, al coeficient de seguretat per als cables tractors haurà de ser de com a mínim 4,5 amb sistema de tensió.

Taula 13: Diàmetre del cable tractor-portal.

Estació d'esquí	Nom del remuntador	Longitud de línia (m)	Desnivell (m)	Gradient mitjà (%)	Velocitat màxima (m/s)	Diàmetre cable (mm)
Col de Porte	TKD de Chamechaude	946	312	35	3,5	16
Chamonix-Mont-Blanc - Le Tour (Balme)	TKD du Col de Balme	925	185	20	3,5	16
Ax 3 Domaines	TKD de l'Orry	859	200	24	3,4	18
Avoriaz (Morzine-Avoriaz)	TKD d'Arare 2	848	232	28	3,5	16
Le Semnoz	TKD du Crêt de l'Aigle	801	227	30	3,5	16
Courchevel (Les Trois Vallées)	TKD de la Combe	708	146	21	3,5	18
Boí Taüll	Puig-Falcó	668	207	33	3,5	18
Châtel (Portes du Soleil)	TKD des Coqs I	661	144	22	3,24	18
Le Grand-Bornand	TKD des Arces	612	166	28	2,9	12

Les dimensions de cable més usuals per aquest tipus de remuntadors són de 12 mm, 16 mm i de 18 mm. Per estimar aquest valor, altre cop s'ha realitzat un petit estudi comparant diversos remuntadors amb unes característiques molt similars al plantejat. Així doncs, analitzant la taula 13 s'ha determinat que el diàmetre del cable ha de ser de 18 mm.

Especificacions tècniques del cable

El cable té un diàmetre de 18 mm format per fils de 2 mm de diàmetre i ànima de plàstic.

Amb una resistència a la ruptura de 21.500 daN i un coeficient de seguretat respecte al sistema de tensió de:

$$c. \text{seguretat} = \frac{\text{Resistència a ruptura del cable}}{\text{Tensió màxima del sistema} \frac{\text{hidràulic}}{2}} = \frac{21.500 \text{ daN}}{9.000 \frac{\text{daN}}{2}} = 4,77$$

III) Altres elements i sistemes de la línia

La línia dels telesquíis "POMA" compta altrament amb els següents elements:

- Sistema de protecció anti-descarrilament de diferent tipus en funció de si són de compressió o de suport.
- Cable de senyalització soterrat
- Interruptors de suport actuant sobre el cable tractor que detecta qualsevol descarrilament.
- Un portilló temporitzat en l'arribada que para la instal·lació en cas que algun esquiador sobrepassi la zona de soltar la perxa i un segon de seguretat col·locat en la zona de retorn.
- Descargadors de tensió, un a cada extrem de la línia per a protecció contra sobretensions.

11.1.3 Estació superior

L'estació superior realitzarà la funció d'estació de tensió.

L'estructura d'aquesta estació estarà formada per una piona rectangular en la qual està recolzada una mènsula que serveix de suport als rodets sobre els quals roda el carro. Aquest sosté la politja de retorn i està propulsat pel sistema hidràulic.

La politja de retorn compta amb un gran diàmetre per evitar que les perxes glopegin amb força excessiva els guiatges degut a la força centrífuga. La següent fórmula mostra la dependència entre aquestes dues magnituds (diàmetre i força centrífuga), com es pot observar, són inversament proporcionals.

$$F_{centrífuga} = \frac{2 * m * v^2}{D}$$

El sistema hidràulic està format per la bomba elèctrica que produeix la pressió necessària i la central hidràulica. En termes generals, aquesta compta amb un pressòstat de mínima que actua a través de la línia de seguretat per a parar la instal·lació en cas de falta de pressió, una vàlvula de retenció, una de sobrepressió i un acumulador. Així mateix, disposa de dos finals de carrera que pararà la instal·lació en cas que el carro arribi a la posició límit.

Aquest sistema està automatitzat i es pot controlar i supervisar des del panell de control de l'estació inferior.

Pel que fa al condicionament del terreny al voltant de l'estació, serà necessari garantir un gradient baix durant els últims metres de la pista ascendent per facilitar el desembarcament dels usuaris i que les perxes no glopegin amb força excessiva els guiatges en despenjar-se esquiador.

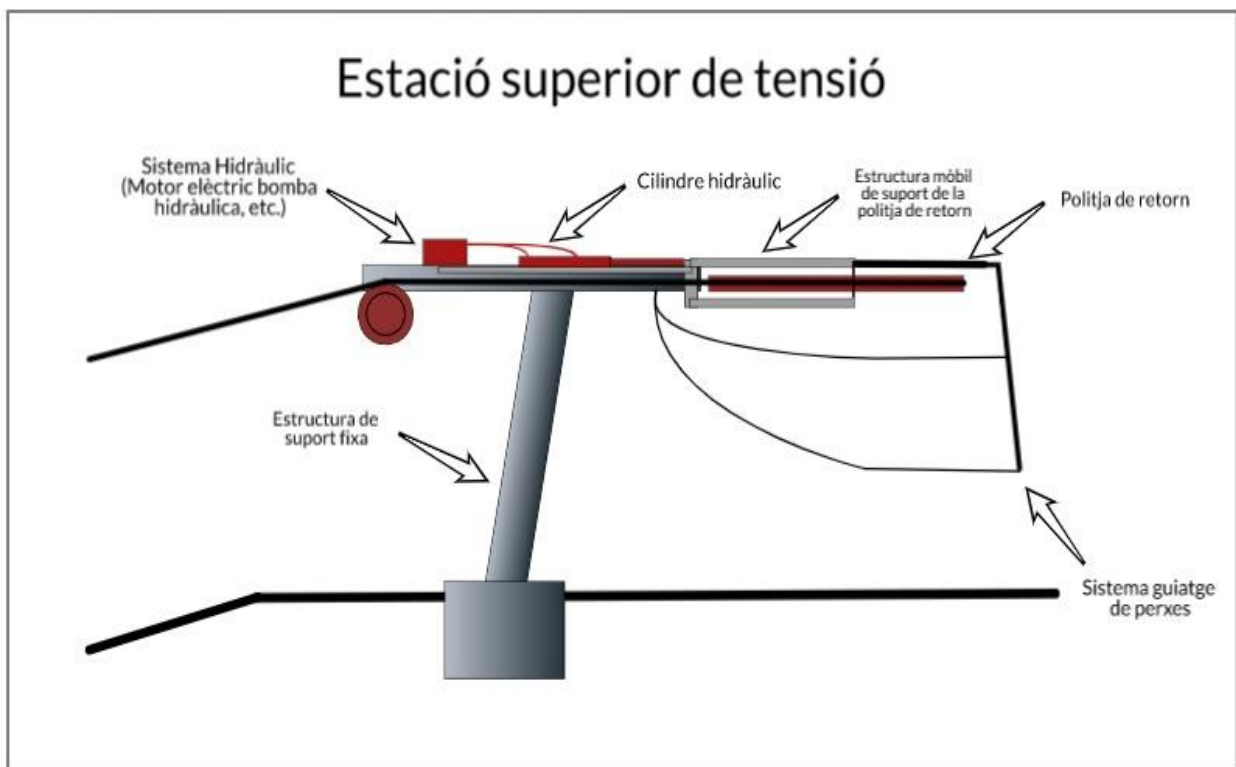


Figura 50: Esquema de l'estació superior de tensió.

Especificacions tècniques de l'estació de tensió

"POMA" ofereix dues versions d'estacions de tensió, en funció de la tensió màxima del volant de retorn. Els designa com "LSP" de "lacher sur poulie" (desembarcament sota politja) i els dos models són la "LSP" 4500 (sistema hidràulic pot generar una tensió màxima de 4.500 daN) i la "LSP" 9000 (9.000 daN).

En aquest cas tot i que no es tracta d'una longitud de línia especialment llarga, sí que presenta canvis de gradient importants sobretot a l'inici del



Figura 51: Terminal de tensió "LSP" de Pomagalki.

traçat. Amb l'objectiu de reduir al màxim possible el perill de descarrilament i assegurar l'adherència entre el volant motriu i el cable transportador en tot moment s'ha optat per la terminal "LSP" 9000.

Cal remarcar, que el valor de 9.000 daN no és la tensió nominal a la qual s'operarà l'estació superior aquest valor simplement indica el tir màxim que pot generar la terminal. Per determinar el tir necessari per a aquest remuntador s'hauria de realitzar un estudi més en profunditat, el que sí que es pot afirmar és que observant instal·lacions similars, aquest tir necessari serà inferior als 9.000 daN que és capaç de produir a aquesta estació.

El tipus d'estació de retorn "LSP" inclou:

- Estructura metàl·lica
- Un volant de retorn amb un diàmetre de 3,5 m.
- Un sistema de tensió amb sistema hidràulic.
- Politges amb guies.
- Passarel·les de manteniment i escala d'accés.
- Cursa del cilindre 1,5 m, pot produir un estirament màxim del cable de 3 m.

11.1.4 Sistemes de subministrament elèctric

Per al nou remuntador es pot utilitzar la xarxa de subministrament elèctric existent, que actualment subministra electricitat al telecadira Puig-Falcó.

Al "Coll de Roies" on està instal·lada l'estació motriu del telecadira actual i on també s'instal·laran les estacions motrius dels dos nous remuntadors arriba una línia de mitja tensió de 25.000 V, aquesta està connectada a un transformador de 250 kVA amb una sortida de 400 V trifàsica.

11.1.5 Característiques de funcionament

Pel que fa a les característiques de funcionament el plec de condicions tècniques especifica els següents punts:

La velocitat màxima normal no serà superior a 3,75 m/s. Per a casos especials i sols per a instal·lacions que proporcionin accés a pistes de difícil descens, es podrà sol·licitar una velocitat superior, sempre que es puguin garantir les perfectes condicions de conservació de la pista.

Aquesta excepció és aplicable a aquest projecte, no obstant no és necessari, ja que la línia del remuntador és relativament curta.

El remuntador plantejat pot operar a una velocitat màxima de 3,5 m/s aquesta velocitat és més que suficient per cobrir aquest recorregut. Quan les condicions meteorològiques i l'estat del traçat siguin adients el remuntador operarà a aquesta velocitat.

El temps del recorregut a aquesta velocitat serà de:

$$\begin{aligned} \text{Temps recorregut} &= \frac{\text{Longitud de la línia desenvolupada}}{\text{Velocitat del remuntador}} = \frac{668 \text{ m}}{3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \\ &= 191 \text{ segons (3 min i 11 seg)} \end{aligned}$$

Gairebé un minut i mig més ràpida que la instal·lació actual (3 minuts i 11 segons enfront de 4 minuts i 30 segons).

La capacitat teòrica de la instal·lació serà:

$$T = \text{Temps entre l'arribada de cadires (període)}$$

$$N = \text{Nombre arribades en un hora}$$

$$T = 5 \text{ s}$$

$$N = \frac{3.600}{T} = 720 \text{ vehicles/hora}$$

$$C = N * \text{capacitat vehicle} = 720 * 1 = 720 \text{ persones/hora}$$

Així doncs, la nova instal·lació formada pels dos telesquís tindrà una capacitat de 1.440 persones per hora.

11.1.6 Resum de les especificacions tècniques i de funcionament del remuntador

Taula 14: Especificacions tècniques i de funcionament del telesquí.

Especificacions generals del remuntador	Model	Telesquí desembragable tipus "VECTRIS" de la marca "POMAGALSKI".
	Ample de via	3.500 mm
	Distància entre vehicles	17,5 m (5 segons)
	Longitud desenvolupada de línia	668 m
	Longitud horitzontal	629 m
	Desnivell	207 m
	Gradient mitjà	33 %
Estació motriu/inferior	Model	Terminal "GENIUS", estació motriu.
	Cota estació motriu/inferior	2.541 m
	Potència nominal motor elèctric	65-75 kW (87-100 CV)
	Diàmetre del volant motriu	1.700 mm
Línia	Nombre de vehicles	77 perxes telescòpiques de disc amb pinça desembragable
	Nombre de suports	Entre 6-9 pilons tubulars amb reforç horitzontal per les de l'últim tram (últims 110 m) tindran un reforç horitzontal
	Diàmetre de politges de línia	800 mm
	Diàmetre del cable portador-tractor	18 mm
Estació de tensió/superior	Model	LSP "lacher sur poulie" (desembarcament sota politja)
	Cota estació retorn/superior	2.748 m
	Diàmetre politja retorn	3.500 mm
	Tir màxim del dispositiu de tensió	9.000 daN
	Cursa del cilindre	1,5 m
Esp. de funcionament	Velocitat del remuntador	0 - 3,5 m/s
	Temps de recorregut	3 min 11 segons
	Capacitat	720 persones per hora (1.440 persones per hora en total)

11.2 Preparació del terreny i obra civil associada

Els fonaments tipus sabata existents del telecadira Puig Falcó, no es podran reutilitzar per la nova instal·lació, s'hauran d'enterrar o en alguns casos extreure per a anivellar la pista dels dos nous remuntadors.

La rasa existent que duu la línia de seguretat i de comunicació també s'haurà de refer en gran part del recorregut.

Determinació de l'amplada de la pista

L'amplada de línia/via dels teleesquís Poma és de 3.500 mm. L'Ordre del 1976 estableix que per als teleesquís paral·lels la distància entre les línies internes dels gàlibs disponibles per a les pistes ascendents, ha de ser almenys d'1 m. L'amplada de la pista per aquest tipus d'instal·lacions ha de ser de com a mínim 2 metres.

Així doncs, plantegem la següent pista:

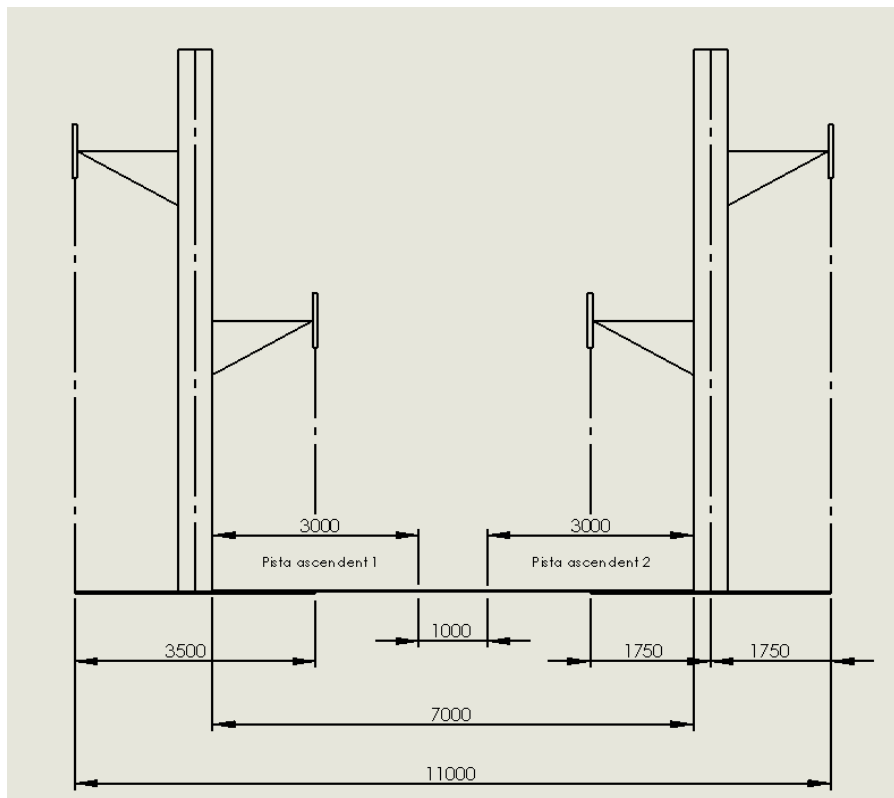


Figura 52: Ample de pista.

L'amplada de les pistes ascendents és de 3 m i la separació entre aquestes és d'1 m. El gàlib horitzontal entre l'esquiador i l'element de suport és d'1,75 m. La distància horitzontal interna entre les dues pilones serà de 7 m, espai suficient perquè pugui passar una màquina "trepitja-pistes" (5,5 m d'amplada) per preparar les pistes ascendents.

Fonaments

L'obra civil per aquestes instal·lacions consisteix en fonaments tipus sabata i pilars. Construïts amb formigó armat i amb ancoratges a l'estructura metàl·lica.

S'estima que el volum necessari de formigó per construir aquests fonaments és:

- Estació motriu: 13 m³
- Estació de tensió: 15 m³
- Línia: 2,5 m³ per element de suport.

Així doncs, la quantitat de formigó necessària per a aquests dos remuntadors en el cas més desfavorable, amb una línia amb 9 elements de suports, serà:

$$\text{Quantitat de formigó} = 2 * 13 + 2 * 15 + 2 * 9 * 2,5 = 101 \text{ m}^3$$

Pel que fa al volum d'excavació, tenint en compte l'espai pels encofrats s'estima en:

$$\text{Volum d'excavació} = 1,3 * 101 = 131 \text{ m}^3$$

Nou perfil del traçat

En relació amb les característiques del traçat, s'exigeix que en el perfil longitudinal de la pista existeixin els menors canvis de rasant possibles i sobretot s'ha d'evitar que siguin bruscos.

El pendent de la pista com a norma general estarà limitat al 60% (31°) es pot acceptar valors més elevats per trams curts, però sense superar en cap cas el 90% (42°).

Altrament, s'ha d'evitar també els contrapendents, en les quals la velocitat de desplaçament natural de l'esquiador pugui superar la del cable tractor. S'ha de procurar que els contrapendents no superin el 5% (2,86°).

El perfil transversal, és a dir, la intersecció de la pista amb el pla perpendicular de l'eix de la instal·lació, ha de ser el més horitzontal possible, es poden admetre pendents màxims del 10% (5.71°).

Recuperant la informació de l'anàlisi topogràfic del punt 6.2 i analitzant les condicions tècniques que ha de complir el traçat del remuntador, es destaquen els trams B i C. Entre aquests dos trams hi ha un canvi de rasant brusc superior al 50%, a més, el tram B presenta un gradient força pronunciat del 63%.

Aquests dos trams com s'ha esmentat anteriorment són els que delimiten el perfil del petit turo que es troba a l'inici del traçat. En aquesta zona és on el moviment de terres seria més important, l'objectiu és suavitzar aquest canvi de rasant, igualant en la mesura que sigui possible el gradient dels dos trams. La resta del traçat no presenta cap canvi de rasant destacable i el gradient no supera el 60%. Altrament no hi ha cap contrapendent.

Així i tot, s'anivellarà de forma superficial tota la resta del traçat.

Taula 15: Gradients actuals.

Nom del tram	Tram horitzontal (m)	Desnivell per tram (m)	Gradient (%)	Longitud desenvolupada de la nova línia (m)
A0	0+000/0+030	0	0	30
A	0+030/0+140	34	32	116
B	0+140/0+180	29	63	47
C	0+180/0+280	12	11	101
D	0+280/0+620	132	39	365
D1	0+620/0+629	0	0	9
Total	629	207	Mitjà 33	668

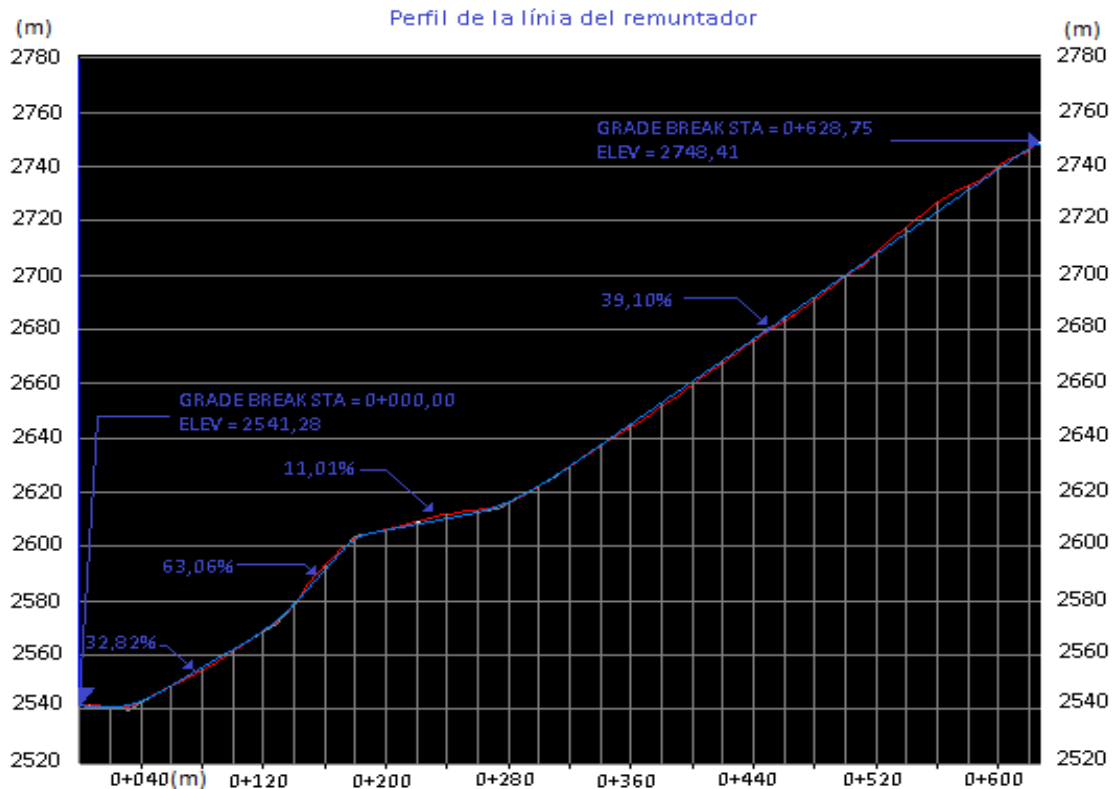


Figura 53: Perfil actual.

La zona on el volum d'excavació serà més important, compren aproximadament des del punt horitzontal 0+140 m (2.580 m) fins al punt 0+200 m (2.607 m). Amb una àrea de 660 m² que té una longitud de 60 m i una amplada d'11 m sense comptar amb els talussos de desmunt i terraplens.

El tipus de sol en aquesta zona és:

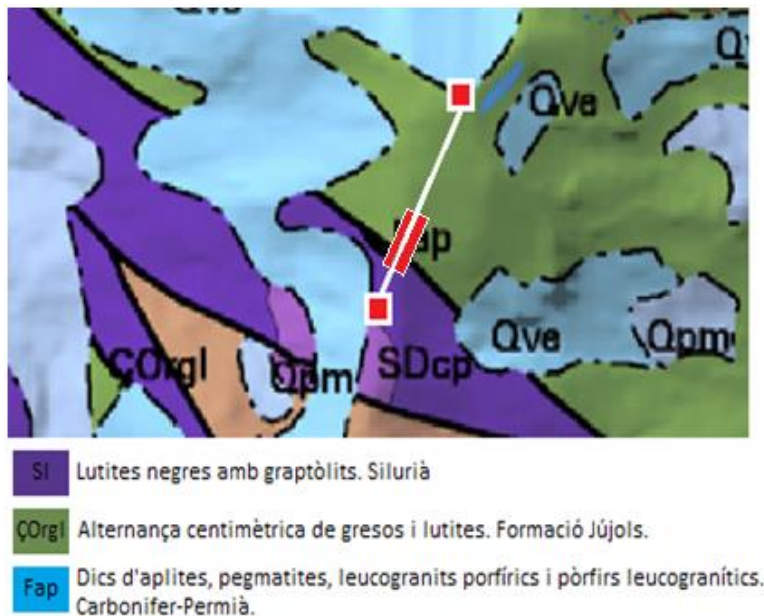


Figura 54: Area moviment de terres i tipus de terreny.

Aproximadament un 60% de la superfície del sol és alternança centimètrica de gresos i lutites, un 25% són lutites negres amb graptòlits i el 15% restant són dics d'aprites, pegmatites, leucogranits porfírics i pòrfirs leucogranitics. En aquesta zona el terreny és molt compacte, altrament les roques que la conformen presenten una duresa destacable, és per aquest motiu que serà necessari realitzar voladures en aquesta zona per a poder despendre el material rocós.

Cal destacar que la dimensió longitudinal del rectangle vermell, que simbolitza la zona afectada, sí que està a escala. Tanmateix, la dimensió transversal no, està augmentada.

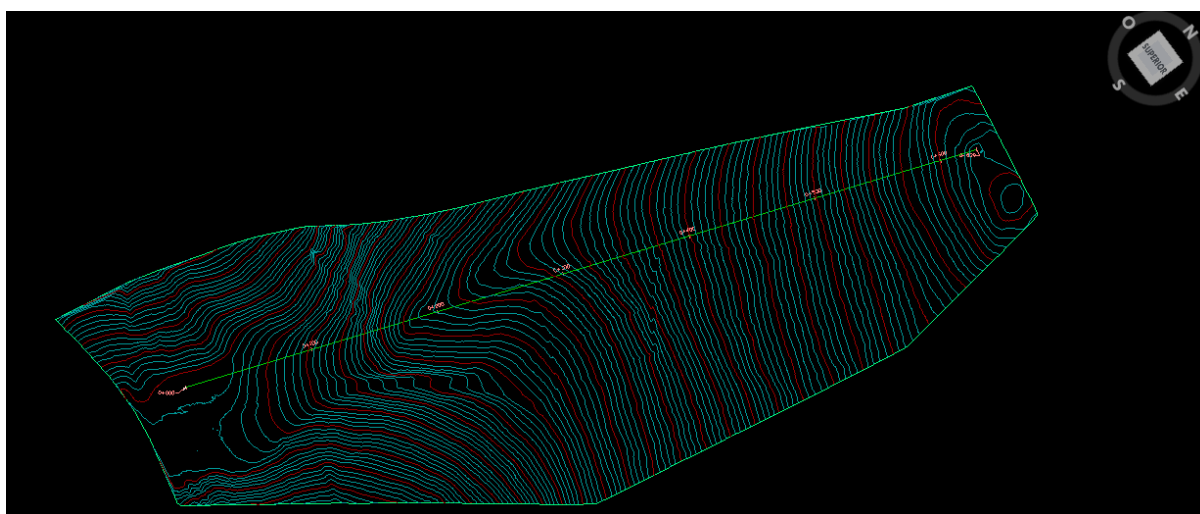


Figura 55: Eix longitudinal del nou remuntador.

L'eix longitudinal que es pot observa a la *Figura 53* és l'eix de la línia del telecadira actual i també del nou remuntador, com s'ha esmentat anteriorment. El moviment de terres proposat segueix aquest eix de referència.

D'altra banda, la secció és la que es pot observar a la *Figura 54*. Amb una amplada d'11 m, uns talús de desmunt de 2,5:1 del 40% i uns talús de terraplè d'1,75:1 del 57 %.

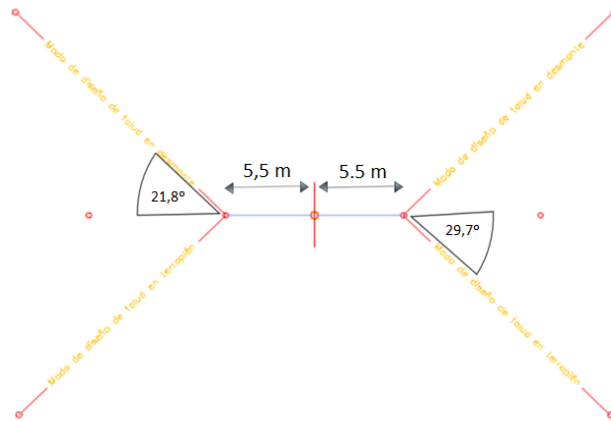


Figura 56: Secció.

El perfil del traçat proposat per a la nova instal·lació, és el següent:

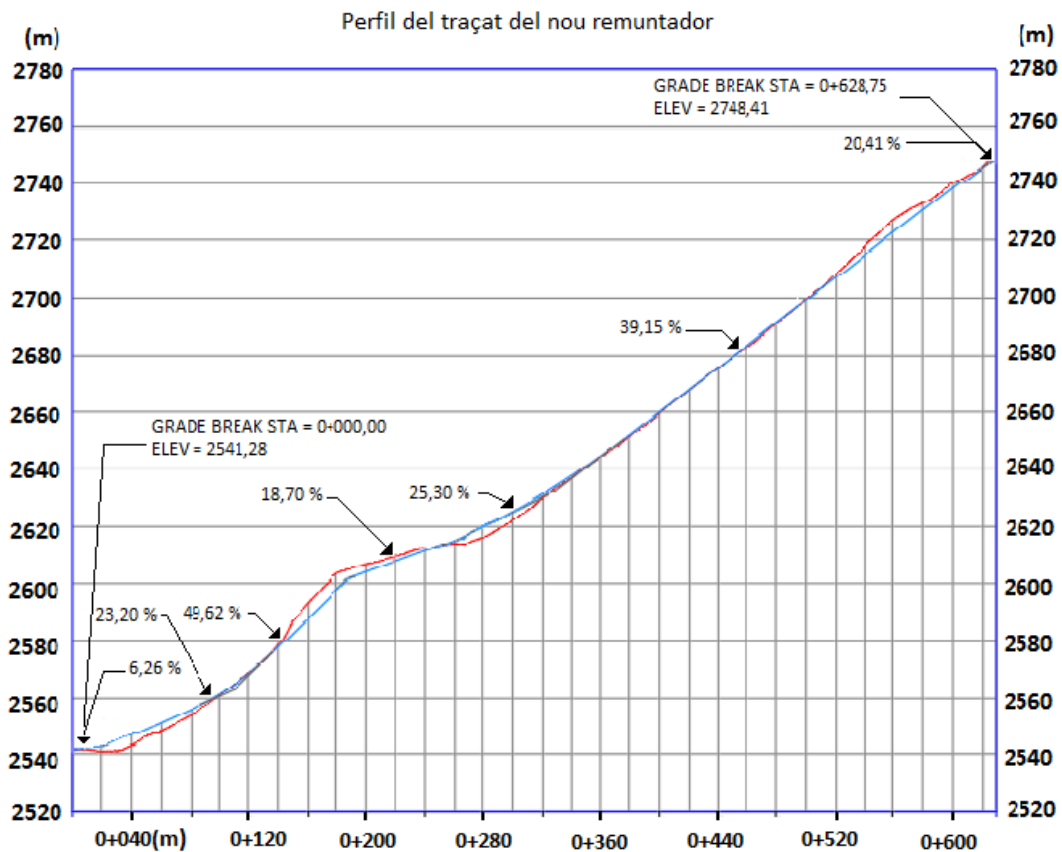


Figura 57: Perfil del nou remuntador.

El perfil vermell és l'actual, el perfil blau és el perfil del moviment de terres proposat. Amb aquest nou perfil els canvis de rasant se suavitzen i es redueix el gradient màxim del traçat. En la següent taula es comparà el perfil actual aproximat amb el proposat.

Taula 16: Comparació dels perfils.

Descripció		Perfil actual	Perfil proposat
Nom del tram	Tram horitzontal (m)	Gradient (%)	Gradient (%)
A0	0+000/0+030	0	6
A	0+030/0+140	33	23
B	0+140/0+180	63	50
C	0+180/0+280	11	19
D	0+280/0+340	39	25
	0+340/0+620		39
D1	0+620/0+629	0	20

El volum de terra que s'haurà d'excavar al llarg de tot el traçat serà de 10.617 m³, tota aquesta terra es destinarà a volum de terraplè per al mateix moviment de terres, per a complir amb la normativa mediambiental.

El tram on s'haurà d'excavar més és el tram 0+160 / 0+0180, 20 m on el volum de l'excavació serà de 1.850 m³, per contra, el tram on s'haurà de realitzar un major terraplè serà el 0+280 / 0+300 amb 1.675 m³. A continuació, es mostra la secció del punt 0+180 (figura 56) i del punt 0+300 (figura 57). La fracció entre l'escala horitzontal i vertical és d'1,75 per la figura de l'esquerra i d'1 per a la figura de la dreta.

El detall del moviment de terres es troba a l'Annex 1 Moviment de terres.

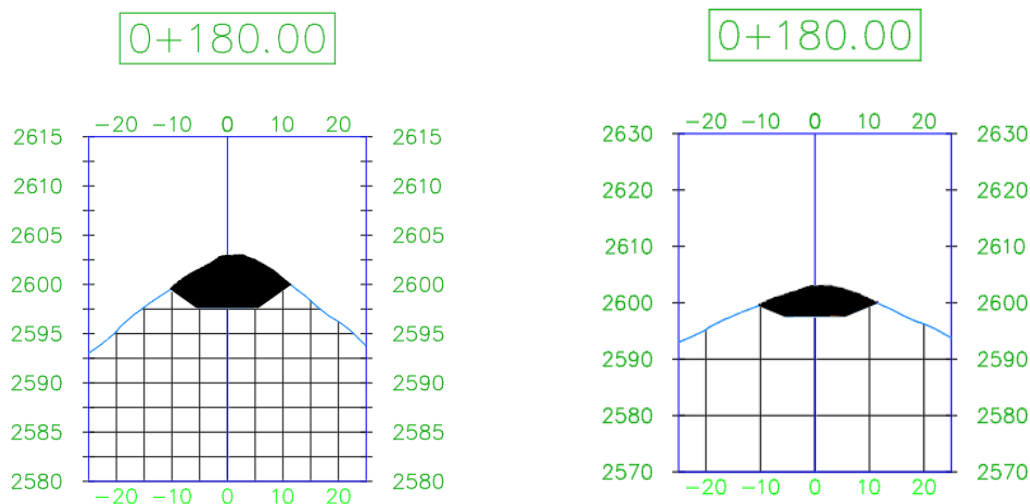


Figura 58: Secció 0+180.

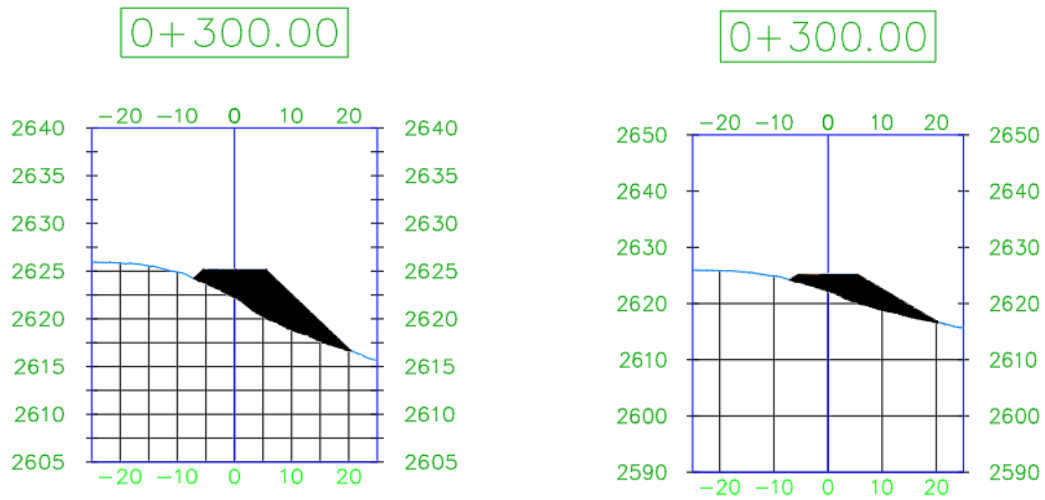


Figura 59: Secció 0+300.

Així doncs, recopilant la informació dels darrers punts, el tipus de línia plantejat per aquesta instal·lació és el representat en el croquis de la figura 60.

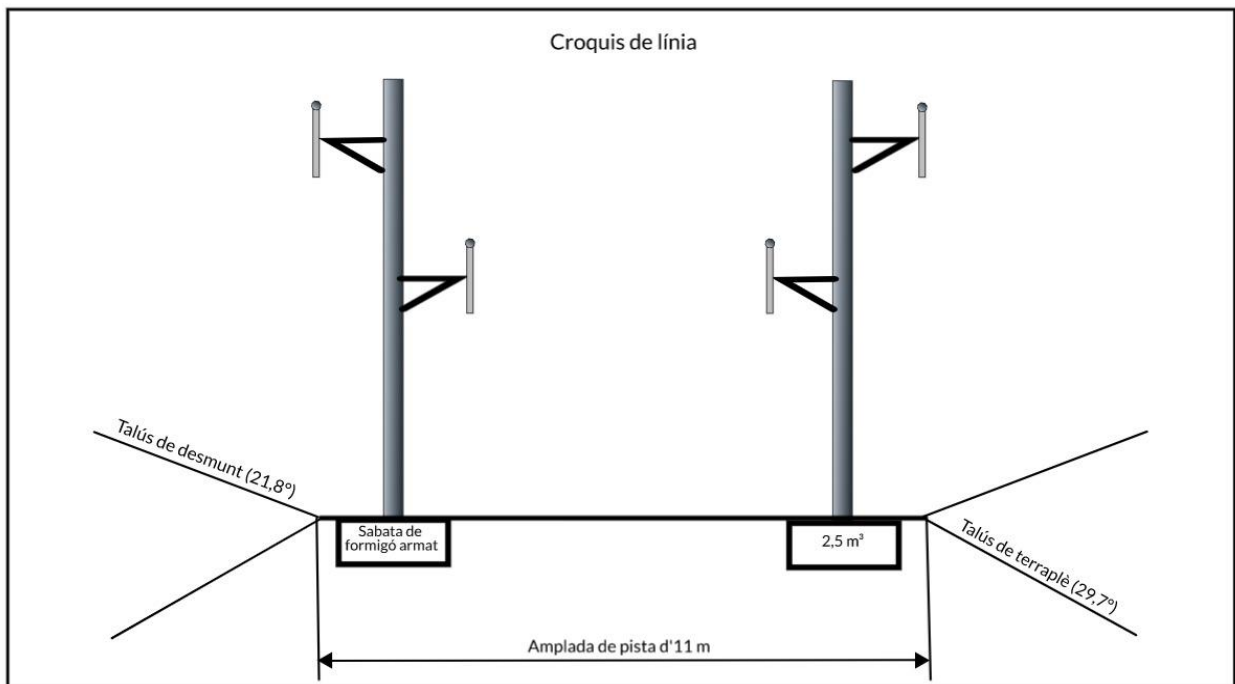


Figura 60: Croquis de línia.

11.3 Interferència amb els traçats actuals de pista

Com a norma general, per aquest tipus de remuntadors, s'ha d'evitar que en el seu traçat aquestes instal·lacions puguin encreuar-se amb qualsevol altre tipus de transport, així com amb les pistes de descens dels esquiadors.

En aquest cas, aquesta recomanació es converteix en una obligació, ja que són dos teleesquís en paral·lel.

Els traçats de les pistes adjacents a aquests s'hauran de modificar. En els següents mapes és mostra una comparació entre el traçat de les pistes actuals i el nou traçat proposat.

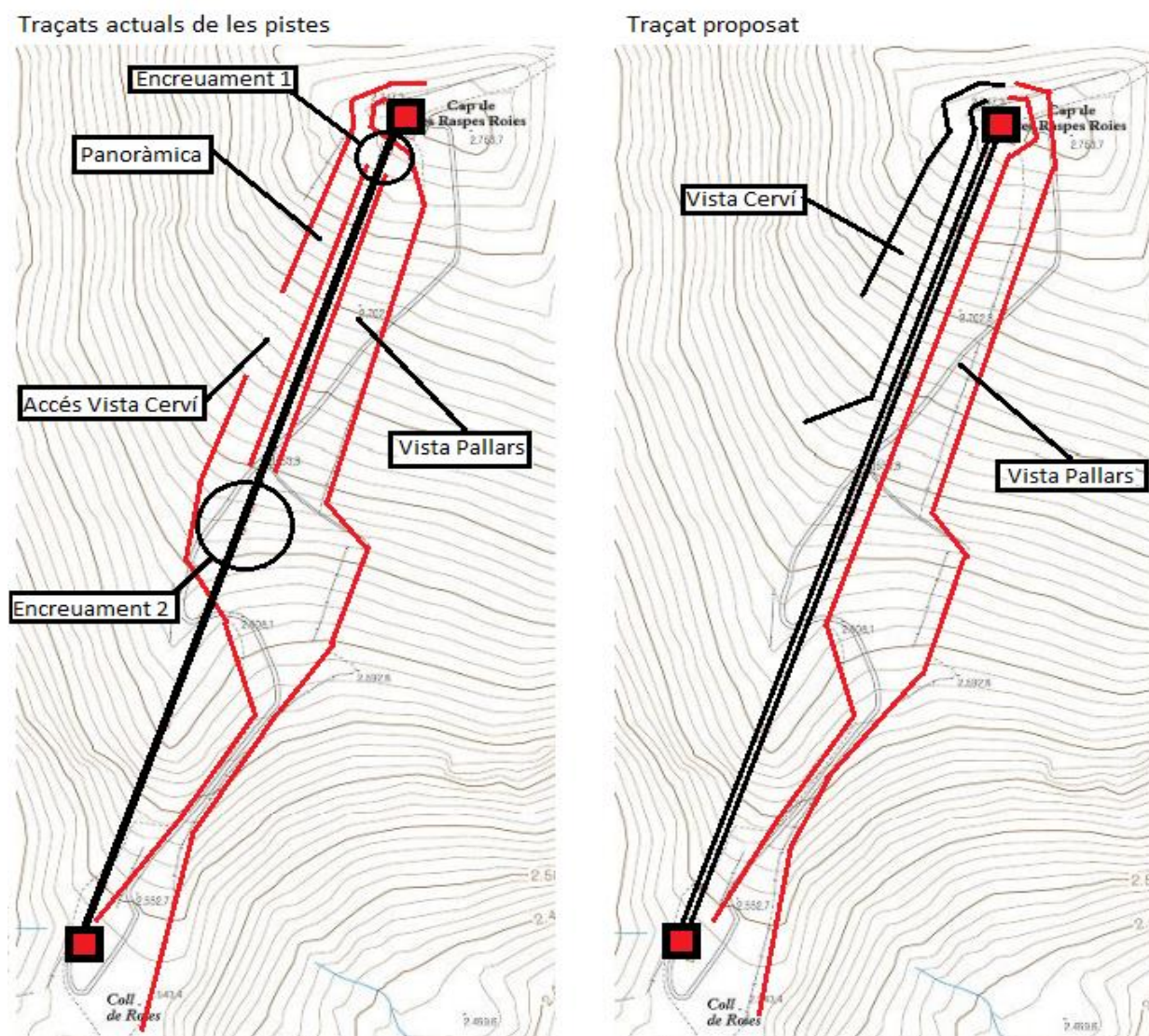


Figura 61: Comparació dels traçats.

S'anul·len els dos encreuaments i el primer tram de la pista "Panoràmica" passa a formar part de la pista "Vista Cerví" classificada com a dificultat "molt difícil" (negra). Així doncs, la pista "Panoràmica" desapareix. Altrament, l'accés a la pista "Vista Pallars" es realitzaria per la dreta.

Aquests canvis implicarien un canvi de senyalització i marcatge de les pistes. No es requeriria cap moviment de terres destacable.

12. Pressupost

Com s'ha esmentat anteriorment un dels objectius d'aquest estudi preliminar, és estimar un primer pressupost per al projecte. En els següents punts es detalla de forma genèrica les diferents actuacions que s'han de dur a terme amb els costos associats.

12.1 Pressupost del desmantellament de la instal·lació actual

En aquest apart es contemplà el cost de desmantellar tota l'estructura del remuntador actual i traslladar-la fins a la base de la instal·lació a l'aparcament principal del Pla de Vaques a 2.050 m. La instal·lació actual es troba en bones condicions, la gran majoria d'elements que la conformen es podrien utilitzar per a la construcció d'una futura instal·lació en un nou emplaçament.

Així doncs, el procés de desmantellament, transport i emmagatzematge s'haurà de realitzar de manera que no es produeixi cap dany a aquests elements.

Les tasques principals contemplades en aquest pressupost són:

- A.0 = Desmuntatge dels vehicles i transport fins la base de l'estació = T.F.B.E
- B.0 = Retirar el cable transportador de línia i T.F.B.E
- C.0 = Desmantellament del volant motriu i de retorn i T.F.B.E
- D.0 = Desmuntatge del sistema motriu principal i secundari i T.F.B.E
- E.0 = Desmantellament del sistema tensió i T.F.B.E
- F.0 = Desmantellament de l'estructura metàl·lica de l'estació superior i inferior i T.F.B.E
- G.0 = Desmantellament dels elements de suport de línia i T.F.B.E
- H.0 = Enderroc del pilar de formigó que suporta l'estació motriu
- I.0 = Enderroc del lloc de comandament inferior i superior
- J.0 = Altres tasques (retirar el cablejat elèctric de línia, transportar/retirar petits residus, etc.)
- K.0 = Transport dels residus fins a la base de l'estació
- L.0 = Transport residus fins a les instal·lacions de gestió

Pel que fa als fonaments de la línia i de les estacions la gran majoria s'enterraran durant el procés del moviment de terres, durant aquest també es retiraran aquells que interfereixin amb el nou perfil de la pista.

El personal d'obra estarà format per:

- Soldadors = Dos oficials de 1a soldadors.
- Muntadors = Dos oficials de 1a muntadors
- Electricista = Un oficial de 1a electricista
- Peons = Tres peons especialitzats en el muntatge i desmuntatge d'estructures metàl·liques.

En total vuit treballadors.

Altrament, també s'han de comptabilitzar els operaris de la maquinària utilitzada:

- Operari 1 = Grua mòbil sobre cadenes amb una capacitat màxima de càrrega de 33 tones
- Operari 2 = Excavadora giratòria de 25 tones
- Operari 3 = Bulldòzer de 20 tones equipat amb remolc
- Operari 4 = Dúmper d'obra amb una capacitat de càrrega màxima de 30 tones

S'estima que el temps necessari per a realitzar el desmantellament d'aquesta instal·lació, serà de 19 dies. En la següent taula es detalla amb més profunditat els temps estimats per cada tasca i per cada grup de treballadors

Taula 17: Temps estimat per al desmuntatge.

Treballadors	Tasques												Total (h)
	A.0	B.0	C.0	D.0	E.0	F.0	G.0	H.0	I.0	J.0	K.0	L.0	
Soldadors temps (h)	0	60	0	0	0	50	90	0	0	0	0	0	200
Muntadors (h)	15	0	20	25	20	60	150	0	0	10	0	0	300
Electricista (h)	0	0	0	10	0	0	15	0	5	10	10	0	50
Peons (h)	30	50	20	30	20	60	150	0	10	10	20	0	400
Operari 1 (h)	10	20	10	10	5	30	60	0	0	5	0	0	150
Operari 2 (h)	0	20	0	0	0	0	60	5	20	0	35	10	150
Operari 3 (h)	0	20	10	0	0	20	60	0	20	5	15	0	150
Operari 4 (h)	30	10	5	10	5	15	40	5	10	0	20	0	150
Total (h)	85	180	65	85	50	235	625	10	65	40	100	10	(...)

Taula 18: Pressupost de desmantellament de la instal·lació actual.

Personal/Equipament	Personal/Equipament (Unitats)	Temps (h)	Preu hora (€/h)	Parcial (€)
Oficial 1a soldador	2	200	20	4.000
Oficial 1a muntador	2	300	20	6.000
Oficial 1a electricista	1	50	20	1000
Peó especialitzat	3	400	15	6.000
Operari 1 (Grua amb cadenes)	1	150	135	20.250
Operari 2 (Excavadora giratòria 25 t)	1	150	75	11.250
Operari 3 (Buldòzer de 20 t equipat amb un remolc)	1	150	75	11.250
Operari 4 (Dúmpers d'obra)	1	150	45	6.750
Transport dels residus (Camió 4 eixos M.M.A 30 tones)	1	30	35	1.050
Total				67.550

Els costos de l'equipament els ha proporcionat una empresa local (Pinater S.L.) especialitzada en el sector del moviment de terres que ha realitzat diferents projectes per l'estació de Boi Taüll. Altrament, aquesta empresa va participar en l'execució del projecte de construcció del telecadira de Puig Falco durant els anys 1997 i 1998.

En aquest cost també s'inclou el cost del combustible el trasllat de la maquinària fins a l'emplaçament i el sou de l'operari. Així mateix, també es té en compte un plus per l'altura i per al llarg desplaçament fins a la zona de treball.

12.2 Pressupost del moviment de terres

Per a construir les dues pistes ascendents per a la nova instal·lació s'haurà de realitzar un moviment de terres de 10.620 m³.

Com s'ha esmentat anteriorment, el tram comprés entre 0+140 m i 0+200 m és el tram on s'haurà de realitzar una major excavació i al mateix temps és on el terreny presenta una major duresa i és més compacte. En aquest tram s'hauran de realitzar voladures per despendre el terreny.

Taula 19: Pressupost moviment de terres.

Personal/Equipament	Volum d'excavació/voladura (m ³)	Cost parcial (€/m ³)	Cost (€)
Tècnic topògraf	(...)	(...)	1.000
Buldòzer 20 T	10.620	4	42.480
Excavadora giratòria 25 T	10.620	4	42.480
Equip de perforació i explosius	4.194	5	20.972
Total			106.932

Els costos de l'equipament, els ha proporcionat la mateixa empresa. Altrament, en aquest cas es contracta un tècnic topogràfic per la direcció d'obra.

Aquesta obra s'estima que es pot realitzar en un període de 15 dies.

12.3 Pressupost de l'obra civil

Excavació de pous i formigonat de la fonamentació d'estacions i pilones. Per al càlcul d'aquest pressupost s'ha considerat que cada línia de remuntador comptarà amb 9 elements de suport.

A la següent taula es mostra el volum d'excavació necessari per als fonaments, així com els materials (formigó i acer).

Taula 20: Volum de materials.

	Excavació	Materials	
	Volum d'excavació (m ³)	Volum de formigó armat (m ³)	Acer (kg)
Estació inferior	23,4	13	910
Pilona 1-9	40,5	22,5	1.575
Estació inferior	27	15	1.050
1 sol teleesquí	91	50,5	3.535
La instal·lació (els 2 teleesquís)	182	101	7.070

Amb un volum de 101 m³ de formigó per als fonaments s'estima que el volum d'excavació serà pràcticament el doble (multiplicat per un factor d'1,8) per deixar espai suficient per als encofrats. Així doncs, s'obté un volum aproximat d'excavació de 182 m³.

Cost excavació fonaments:

Taula 21: Pressupost excavació fonaments.

Equipament	Temps (hores)	Cost parcial (€/h)	Cost total (€)
Excavadora giratòria de 25 T	130 (per excavar 182 m ³)	75	9.750

Pel que fa al procés de formigonatge s'ha estimat parcialment un cost directe de 190 €/m³ amb l'agut de la base de dades de l'ITeC. En aquest es contempla el cost de les següents tasques i materials:

- Cost de la mà d'obra, equipament, materials i transport dels mateixos fins a la base de l'estació. Es comptabilitza també el cost d'abocar el formigó i acabat així com el de la construcció de l'armadura d'acer.

El transport del formigó des de la base de la instal·lació fins a la ubicació final es realitzarà amb helicòpter. Ja que, l'accés per pista es força complicat, aquesta té un gradient mitjà molt pronunciat. Altrament, el temps del viatge seria excessivament llarg.

Els costos de l'helicòpter són valors reals d'altres intervencions que s'han dut a terme a l'estació. L'equip de manteniment de l'estació els ha proporcionat.

A continuació es detallen els costos associats aquest transport:

- Definició de l'aparell: Helicòpter amb una capacitat de càrrega externa màxima de 1.000 kg.
- Cost helicòpter: 25 €/minut.
- Posicionament de l'helicòpter fins a la zona d'operació: 1.500 € (considerant que ve des de la Vall D'Aran).
- Capacitat útil de càrrega: 750 kg de formigó per cubilot/ 0.326 m³ de formigó.
- Període estimat del viatge: 2 minuts (enganxar cubilot + transport + descarregar + transport)

Cost per m³ de formigó amb una densitat de 2.300 kg/m³:

$$Cost \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right) = \frac{2 \text{ minuts}}{0,326 \text{ m}^3} * \frac{25 \text{ €}}{1 \text{ minut}} = 153,4 \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right)$$

Taula 22: Pressupost del procés de formigonat.

Tasca	Material	Cost parcial (€/m ³)	Cost total (€)
Tècnic topògraf	(...)	(...)	3.000
Tècnic geòleg	(...)	(...)	5.000
Transport, preparació de la zona de treball, fabricació i col·locació de l'armadura, abocament del formigó amb cubilot i acabat superficial	101	190*	19.190
Transport del formigó amb helicòpter	Posicionament de l'helicòpter fins a la zona d'operació durant 2 dies		3.000
	101	153,4	15.493
Transport de l'acer amb el dúmper d'obra	7070	(...)	200
Total			45.883

*Valor extret de la Plataforma ITEC (Refè. P350).

Per determinar el tipus de terreny i els fonaments necessaris serà indispensable un estudi geològic en profunditat de la zona. Per la direcció d'obra també serà necessari comptar amb un topògraf per determinar el punt exacte on s'hauran de situar els fonaments segons el projecte, així com els ancoratges metàl·lics pels elements de suport de línia i de les estacions.

Total de l'obra civil:

Taula 23: Pressupost de l'obra civil.

Tasca	Cost (€)
Excavació	9.750
Formigonat	45.883
Total	55.633

L'excavació dels pous per als fonaments es calcula que es pot realitzar en un període de 17 dies. El procés d'encofrat i preparació de l'armadura en 5 dies i l'abocament del formigó en 2 dies. El procés complet de formigonat es pot realitzar en 7 dies.

Considerant que algunes d'aquestes tasques poden realitzar en paral·lel s'estima que seran necessaris 19 dies per a realitzar tota l'obra civil.

12.4 Cost dels remuntadors

Per estimar el cost dels dos nous remuntadors s'ha analitzat diferents inversions de projectes molt similars.

Els dos remuntadors, com hem esmentat anteriorment seran idèntics. Són dos teleesquís desembragables tipus "VECTRIS" de la marca "POMAGALSKI".

Estaràn formats pels diferents elements:

- **Estació motriu:** Terminal "GENIUS" amb capacitat per emmagatzemar 77 perxes. Potència motriu de 75 kW.
- **Elements de suport:** Nou pilones tubulars
- **Cable transportador:** 1.400 m de cable d'acer de 18 mm de diàmetre amb ànima de plàstic
- **Vehicles:** 77 perxes telescòpiques de disc amb pinça desembragable
- **Estació de tensió:** LSP "lacher sur poulie" (desembarcament sota politja) sistema hidràulic de fins a 9.000 daN.

Així doncs, s'estima un cost per als dos nous remuntadors de 670.000 €.

Aquest cost li hem de sumar el cost de transportar de tota l'estructura dels dos remuntadors des de Voreppe, un petit poble francès proper als Alps on està situada la seu de "Pomagalski", fins a l'estació de Boí Taüll.

Taula 24: Transport dels remuntadors fins a la base de l'estació.

Tasca	Nombre de viatges	Preu per viatge (€)	Total (€)
Transport dels remuntadors	15	1.290	19.350

El cost per viatge és d'anada i de tornada. Es considera que el camió parteix des de Catalunya sense càrrega i tornà carregat.

Per tant, el cost total de l'estructura i del seu transport s'estima en:

Taula 25: Cost dels dos teleesquís més transports.

Tasca	Cost (€)
Cost de dos teleesquís	670.000
Transport	19.350
Total	689.350

12.5 Pressupost del muntatge de la nova instal·lació

En aquest apart es contemplà el cost del muntatge dels dos teleesquís i el trasllat de tots elements des de la base de l'estació a 2050 m fins al seu emplaçament final a una altura compresa entre els 2.550 m i els 2.750 m aproximadament.

Les tasques principals contemplades en aquest pressupost són:

- A.1 = (Transport fins a l'emplaçament final = T.E.F) de les estructures metàl·liques dels estacions motrius/inferiors i muntatge.
- B.1 = T.E.F de les dues estructures metàl·liques de les estacions de tensió/superiors i muntatge
- C.1 = T.E.F dels volants motrius i de retorn i muntatge
- D.1 = T.E.F dels sistemes motrius i muntatge
- E.1 = T.E.F dels sistemes tensió i muntatge
- F.1 = T.E.F dels elements de suports de línia i instal·lació
- G.1 = T.E.F dels elements constructius per al nou lloc de comandament inferior i construcció del mateix
- H.1 = T.E.F dels sistemes de l'electrònica de potència i control de l'estació motriu amb muntatge i connexionat
- I.1 = Excavació de rasa per al cablejat de línia
- J.1 = T.E.F del cablejat de línia i instal·lació/connexionat
- K.1 = Cobrir la rasa del cablejat de línia
- L.1 = T.E.F del cable transportador i col·locació/empalmat
- M.1 = Altres tasques
- N.1 = T.E.F dels vehicles i muntatge.

A més, abans d'obrir la instal·lació al públic s'hauran de realitzar un seguit de proves i comprovacions per confirmar que la instal·lació compleix amb els requisits tècnics especificats i no presenta cap desperfecte.

El personal d'obra estarà format per:

- Tècnic cable = Tècnic especialitzat per empalmar el cable
- Muntadors = Quatre oficials de 1a muntadors
- Electricista = Dos oficials de 1a electricistes
- Peons = Sis peons especialitzats en el muntatge i desmuntatge d'estructures metàl·liques.

En total tretze treballadors.

Altrament, també s'han de comptabilitzar els operaris de la maquinària utilitzada:

- Operari 1 = Grua mòbil sobre cadenes amb una capacitat màxima de càrrega de 33 tones
- Operari 2 = Excavadora giratòria de 25 tones
- Operari 3 = Bulldòzer de 20 tones equipat amb remolc
- Operari 4 = Dúmper d'obra amb una capacitat de càrrega màxima de 30 tones

En aquest cas també serà necessària la figura d'un topògraf supervisant l'obra per assegurar la correcta alineació i col·locació dels diferents elements que conformen els remuntadors.

S'estima que el temps necessari per a realitzar el muntatge d'aquests dos remuntadors, serà de 25 dies. Per a realitzar les proves i comprovacions seran necessaris 2 dies. Així doncs, el temps necessari per al muntatge dels dos nous remuntadors i per la seva posada en marxa és de 27 dies.

En la següent taula es detalla amb més profunditat els temps estimats per cada tasca i per cada grup de treballadors:

Taula 26: Temps estimat per al muntatge.

	Tasques														Total (h)
	A.1	B.1	C.1	D.1	E.1	F.1	G.1	H.1	I.1	J.1	K.1	L.1	M.1	N.1	
Tècnic cable (h)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20
Muntadors (h)	120	80	20	80	40	300	0	0	0	10	0	70	40	40	800
Electricista (h)	0	0	0	20	10	60	10	90	0	90	0	0	20	0	300
Peons (h)	120	80	20	80	40	300	200	90	0	90	0	70	70	40	1200
Operari 1 (h)	20	15	15	15	10	80	5	5	0	5	0	10	15	5	200
Operari 2 (h)	0	0	0	0	0	0	25	0	40	0	20	10	40	5	140
Operari 3 (h)	0	10	10	0	10	70	0	0	0	5	10	30	15	0	160
Operari 4 (h)	20	20	20	10	10	40	20	5	0	5	0	5	20	25	200
Total (h)	280	205	85	205	120	850	260	190	40	205	30	215	220	115	(...)

Taula 27: Pressupost del muntatge dels dos nous remuntadors.

Personal/Equipament	Personal/Equipament	Temps (h)	Preu hora (€/h)	Parcial (€)
Topògraf	1	(...)	(...)	5.000
Tècnic especialitzat per empalmar el cable	1	20	40	800
Oficial 1a muntador	4	800	20	16.000
Oficial 1a electricista	2	300	20	6.000
Peó especialitzat	6	1.200	15	18.000
Operari 1 (Grua amb cadenes)	1	200	135	27.000
Operari 2 (Excavadora giratòria 25 t)	1	140	75	10.500
Operari 3 (Buldòzer de 20 t equipat amb un remolc)	1	160	75	12.000
Operari 4 (Dúmpfer d'obra)	1	200	45	9.000
Proves/comprovacions prèvies a l'obertura	(...)	(...)	(...)	10.000
Total				114.300

Durada del procés constructiu

Tot el projecte es podrà realitzar en el període de temps compres entre dues temporades d'esquí, ja que s'estima que tindrà una durada de 80 dies, aproximadament 4 mesos.

12.6 Pressupost General

Pressupost d'execució material de l'obra (PEM)

Desmantellament de la instal·lació actual (telecadira de Puig Falcó)	67.550 €
Moviment de terres	106.932 €
Obra civil	55.633 €
Cost dels dos remuntadors i transport fins a la base de l'estació	689.350 €
Muntatge dels dos remuntadors	114.300 €
Pressupost d'execució material de l'obra (PEM)	1.033.765 €

Subtotal

Pressupost d'execució material de l'obra (PEM)	1.033.765 €
2 % Direcció tècnica	20.675 €
6 % de Benefici Industrial	62.026 €
13 % de Despeses Generals	134.389 €
Subtotal	1.250.856 €

Pressupost d'execució per contracte de l'obra (PEC)

Subtotal	1.250.856 €
21 % d'IVA	262.680 €
Pressupost d'execució per contracte de l'obra (PEC)	1.513.535 €

13. Avaluació mediambiental

En aquest punt es detallaran per una banda els impactes ambientals produïts per la construcció de la nova instal·lació i d'altra banda aquells produïts durant la fase d'explotació. També s'avaluarà l'impacte socioeconòmic d'aquest projecte.

13.1 Impactes ambientals duran la fase de construcció.

En aquest punt es detallaran els impactes ambientals produïts per la construcció de la nova instal·lació.

Es tindran en comptes les següents actuacions:

- Desmantellament de la instal·lació actual
- Moviment de terres per a la construcció de la pista ascendent
- Obra civil
- Instal·lació dels dos telesquís

Impacte en l'aire

Durant tot el projecte de construcció s'emetraran gasos contaminats (hidrocarburs, aerosols atmosfèrics, etc.) per culpa del procés de combustió dels motors tèrmics que propulsen tota la maquinària implicada, entre altres fonts. Aquests gasos altrament són gasos d'efecte hivernacle que contribueixen a agreujar la crisi climàtica.

També és important destacar que, durant el moviment de terres, sobretot, a causa del tràfec de la maquinària i materials, es projectaran partícules de pols. Tanmateix, l'efecte serà molt localitzat i un cop s'acaba l'activitat el seu efecte cessa ràpidament.

Aquestes activitats també generaran una contaminació acústica important. Es destaca que durant el moviment de terres s'hauran de realitzar petites voladures en una zona concreta per a despendre el terreny.

Impacte en el sòl

Els sòls que es veuran més afectats negativament, seran aquells per on transcorri el moviment de terres. S'estima que la superfície de terreny afectada directament pel moviment de terres plantejat és d'1,84 ha. En aquesta zona el sòl es perdrà definitivament.

També s'ha de tenir en compte el sòl de les vies d'accés aquesta zona que també es veuran afectades pel tràfec de la maquinària i vehicles. Tanmateix, l'afectació serà menor.

Aquest impacte sols derivar també en un augment de l'erosió a causa de la pluja, ja que el terreny es compacta i perd porositat.

La recuperació d'aquests impactes un cop cessen les obres, no és immediata, però es veu afavorida pel fet que un cop acabi el projecte de construcció rarament circularà cap vehicle per la zona.

Impacte en l'aigua

Durant el procés de construcció com s'ha esmentat anteriorment es produirà un augment de les partícules sòlides en suspensió que es poden dissoldre a l'aigua així com materials de construcció com el ciment. Altrament, també existeix la possibilitat de vessaments carburants i d'olis durant l'obra

Tanmateix, si s'apliquen unes mesures preventives adients, aquests possibles impactes tindran una afectació molt local i serà reversible en una escala temporal molt reduïda.

Impactes sobre la flora i la fauna.

L'impacte sobre la flora està íntimament lligat al del sòl.

Aquelles zones afectades pel moviment de terres i d'accés a l'obra es destruirà pràcticament tota la flora. Aquest impacte però serà reversible.

També és important destacar que a causa de la situació geogràfica, l'altitud i l'orientació de la zona la vegetació (prats alpins) és molt escassa. A més, una part de la superfície està coberta per tarteres o esperons rocosos on la vegetació és pràcticament inexistent.

Pel que fa a l'afectació a la fauna, durant el període que durin les obres patirà uns efectes nocius per culpa de la pèrdua d'habitualitat, al soroll, i a la presència humana. Es tracta d'efectes molt locals, temporals i recuperables. Durant el període que durin les obres, a més, és possible que petits mamífers com petits talpons i musaranyes i invertebrats puguin morir a causa del moviment de terra i maquinària.

Afectacions al paisatge

La construcció d'aquesta nova instal·lació, sobretot, durant el procés de moviment de terres tindrà un impacte paisatgístic negatiu important. Això no obstant, un cop es recuperi el sòl i la flora i aquest moviment de terres quedi més incorporat dins del paisatge l'impacte serà molt menor. A més, l'estructura de la nova instal·lació té una menor altura i en termes generals és menys voluminosa que l'actual.

Generació de residus

Durant el projecte de construcció es generaran residus de tota mena que s'hauran de gestionar correctament. Perquè no esdevinguin una font de contaminació. S'hauran de traslladar fins a unes instal·lacions de gestió de residus adients.

De forma genèrica es destaquen aquests residus per la seva quantitat:

- Runes i altres residus de la construcció (Enderroc caseta superior i inferior i alguns dels fonaments de l'estructura actual) aproximadament 60 m³.
- L'estructura metàl·lica del telecadira reemplaçat que presenti desperfectes importants o que no es pugui reutilitzar per a un nou projecte com és el cas del cable transportador.
- Cablejat elèctric de línia del remuntador actual.
- Excedents del material utilitzat duran la instal·lació dels dos nous remuntadors

Es destaca que durant el moviment de terres no es preveu la generació de cap residu, ja que tot el volum de terra d'excavació s'utilitzarà per a terraplè.

13.2 Impactes ambientals durant la fase de l'explotació

L'impacte d'aquesta nova instal·lació durant la fase d'explotació es preveu que serà molt similar a l'actual.

L'impacte que més es destaca és el paisatgístic, això no obstant, quan el sòl afectat pel moviment de terres es recuperi l'impacte paisatgístic d'aquesta instal·lació serà pràcticament idèntic a l'actual. Pel que fa a la resta d'afectacions analitzades en el punt anterior l'impacte en fase d'explotació serà molt reduït i amb un grau d'afectació molt baix.

Cal destacar, que en moments de molta afluència quan els dos teleesquís operin a la màxima capacitat, el consum màxim d'electricitat serà superior que en les mateixes condicions per al telecadira actual. Tanmateix la capacitat combinada dels dos nous teleesquís també és superior. Altrament en comptar amb dues instal·lacions, quan l'afluència sigui baixa, i amb la capacitat d'un sol remuntador sigui suficient, el consum energètic serà força menor al de la instal·lació actual.

13.3 Impacte socioeconòmic

Aquest projecte tindrà un impacte socioeconòmic positiu.

Ja que com s'ha esmentat anteriorment, permetrà accedir de forma més segura i regular a la zona de Puig Falcó que proporciona accés a un total aproximat de 12 km esquiabls, que representen un 26 % del total de quilòmetres esquiabls de l'estació. El remuntador actual està fora de servei aproximadament un 50 % del temps durant la temporada a causa de les condicions meteorològiques adverses, avaries i desperfectes.

Altrament el cost de manteniment i reparació d'aquests dos nous remuntadors es preveu molt inferior al del telecadira actual.

14. Planificació

En la següent taula s'especifiquen les tasques principals per a la realització d'aquest estudi, així com la data d'inici i final prevista de cadascuna. Aquesta planificació es va realitzar a l'inici de l'estudi. Durant la realització de les diferents tasques s'ha seguit la planificació original a excepció d'un d'elles, cerca d'informació i entrevistes, que s'ha prolongat fins al 12/06/2020

Taula 28: Llistat de tasques.

Tasques	Data d'inici	Data final
Cerca d'informació i entrevistes	03/02/2020	30/04/2020
Redacció del Project Charter	10/02/2020	24/02/2020
Anàlisi de la instal·lació actual	24/02/2020	09/03/2020
Estudi el terreny i condicions meteorològiques	09/03/2020	30/03/2020
Plantejament de diferents propostes i selecció	30/03/2020	20/04/2020
Desenvolupament de la proposta final	20/04/2020	18/05/2020
Pressupost del projecte	18/05/2020	25/05/2020
Anàlisi mediambiental	25/05/2020	08/06/2020
Conclusions i recomanacions de continuació del treball	08/06/2020	15/06/2020
Revisió del format i del contingut del document	15/06/2020	26/06/2020

A continuació es presenta el diagrama de Gantt de l'estudi.

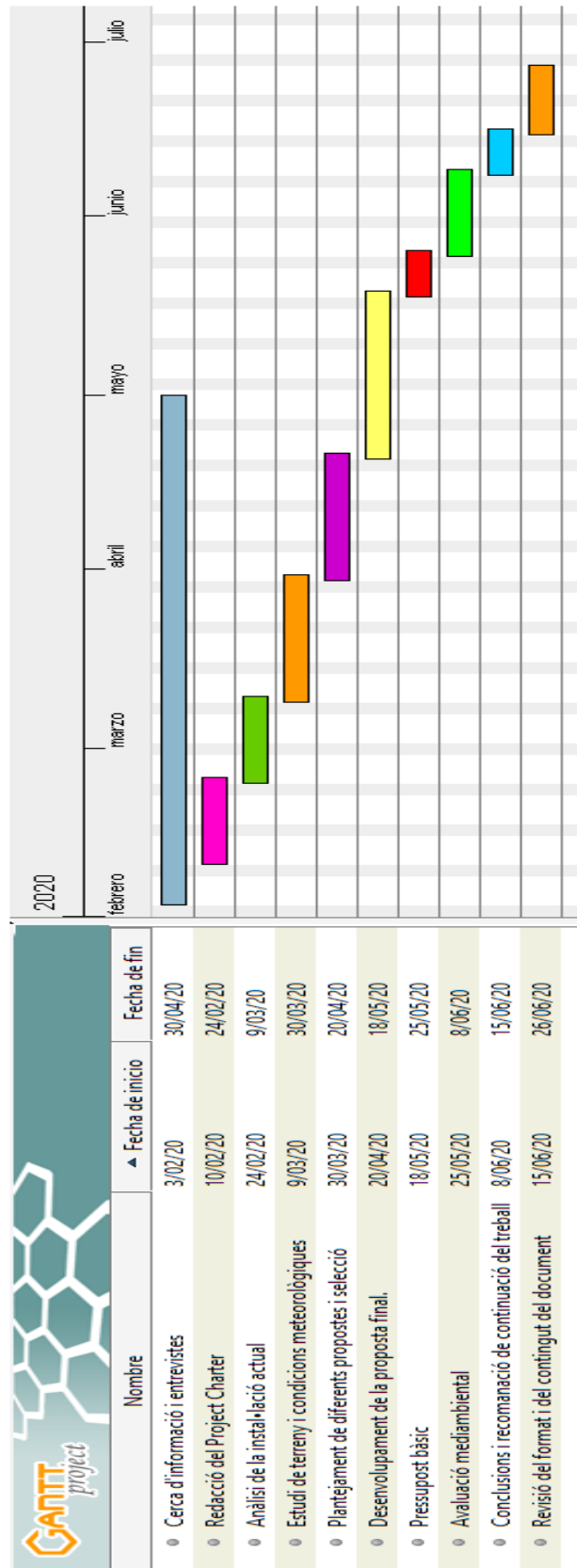


Figura 62: Diagrama de Gantt.

15. Conclusions

En aquest apartat s'especificaran el seguit de conclusions que s'han extret durant la realització d'aquest estudi.

En primer lloc, és necessari destacar la importància de l'adequació de les infraestructures al medi, l'orografia i la climatologia de la zona. Per evitar incidències i avaries que fan que siguin inutilitzables durant llargs períodes de temps.

El telecadira biplaça actual resulta ser molt poc eficient, precisament perquè no es van tenir en compte els requisits anteriorment esmentats. Aquest està inoperatiu gairebé un 50 % de la temporada.

En segon lloc, és important que no se supediti la comoditat dels usuaris a la viabilitat tècnica de la infraestructura. El telecadira actual en termes generals és més còmode per als usuaris, tanamteix, en aquest projecte, en tractar-se d'un trajecte relativament curt (inferior als 700 m) el teleesquí és l'opció més adequada, ja que, s'adequa millor a les condicions de la zona.

En tercer lloc, també és important destacar que aquest remuntador proporciona accés a pistes de dificultat elevada pensades per als esquiadors i "snowboarders" amb un nivell intermedi alt o expert. Per aquest tipus d'usuaris l'opció del teleesquí és àmpliament acceptada i fins i tot preferida davant dels telecadires de pinça fixa com l'actual, ja que són més ràpids. Els teleesquís plantejats són un 52 % més ràpids que la instal·lació actual, reduïnt el temps del recorregut en més d'un minut. A més, tenen una capacitat combinada major, concretament de 1.440 persones per hora, minimitzant el temps d'espera en moments puntuals de màxima afluència.

Per concloure aquest punt també m'agradaria destacar la importància de realitzar aquest tipus d'estudis preliminars, per a estudiar i seleccionar les diferents solucions abans de realitzar el projecte constructiu, ja que, la substitució d'aquest tipus d'instal·lacions no són operacions senzilles ni econòmiques.

16. Bibliografia

- [1]. **ICGC.** Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. [En línia] [Data: 20 / 3 / 2020.] <https://www.icgc.cat>.
- [2]. **Servei Meteorològic de Catalunya.** meteo.cat. [En línia] [Data: 15 / 3 / 2020.] <https://www.meteo.cat>.
- [3]. **Taüll, Equip manteniment Boí.** *Dies obertura remuntador Puig Falcó.* (la) Vall de Boí: s.n., 2015/2019.
- [4]. **remontees-mecaniques.** remontees-mecaniques. [En línia] [Data: 25 / 2 / 2020.] www.remontees-mecaniques.net.
- [5]. **Virto Albert, Luis.** Bibliotècnia. *Mecànica de fluids : fonaments.* [En línia] [Data: 18 / 3 / 2020.] https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1088799__SMecanica%20de%20fluids__Orightresult__U__X7?lang=cat&suite=def.
- [6]. **Orro, Alfonso, Novales, Margarita i Rodríguez, Miguel.** *Transporte por Cable.* A Coruña : Tórculo Artes Gráficas, 2003. ISBN: 84-688-3536-6.
- [7]. **2020 Doppelmayr Seilbahnen GmbH.** Doppelmayr Garaventa. [En línia] [Data: 2 / 4 / 2020.] <https://www.doppelmayr.com/es/productos/>.