



(+34) 647 435 466
Pol. Industrial San Miguel Oeste | C/Isaac Newton, Nº 16 | Nave D
50830 | Villanueva de Gállego (Zaragoza) | España
info@imasc.com.es
www.imasc.com.es

PROYECTO BÁSICO

TELECABINA MONOCABLE ENTRE BENASQUE Y CERLER

PBTCB-2020-2021
BENASQUE
(HUESCA)

INGENIERÍA Y CONTROL DE OBRAS E INSTALACIONES SL.
ENERO 2021



Miembro de la OITAF

CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES	5	7.7.1.	GEOMETRÍA DE LÍNEA.....	53
2.	TRAZADO	6	7.7.2.	GEOMETRÍA DE VANOS Y PENDIENTES	53
2.1.	ESTACIÓN INFERIOR: UBICACIÓN.....	6	7.7.3.	HIPÓTESIS DE CALCULO SC/BV	54
2.2.	ESTACIÓN SUPERIOR: UBICACIÓN.....	6	7.7.4.	HIPÓTESIS DE CALCULO SV/BC	56
2.3.	LÍNEA	7	7.7.5.	HIPÓTESIS DE CALCULO SC/BC.....	58
3.	RELACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS.....	8	7.8.	CUMPLIMIENTO DE LA NORMA UNE EN 12929-1:2015	60
4.	ESTUDIO GEOLOGICO PRELIMINAR	9	7.8.1.	TRAZADO DE LOS TELEFÉRICOS	60
4.1.	MARCO GEOLÓGICO	9	7.8.2.	ESPACIO ENVOLVENTE.....	60
4.1.1.	LA CORDILLERA PIRENAICA.....	9	7.8.3.	VELOCIDAD DE MARCHA.....	60
4.1.2.	LOS PIRINEOS	10	7.8.4.	INTERVALOS	60
4.1.3.	LA ZONA DE BENASQUE - CERLER.....	11	7.8.5.	ACCIONAMIENTOS.....	60
4.1.4.	GEOLOGÍA LOCAL (plano 15, Geología).....	12	7.8.6.	FRENOS.....	60
4.2.	GEOMORFOLOGÍA	14	7.9.	CUMPLIMIENTO DE LA NORMA UNE EN 12930:2015	61
4.2.1.	MORFOLOGÍA REGIONAL.....	14	7.9.1.	CABLE.....	61
4.2.2.	RASGOS MORFOLÓGICOS.....	15	7.9.2.	ADHERENCIA	61
4.3.	EDAFOLOGÍA	18	7.10.	RESUMEN DE PARAMETROS SIGNIFICATIVOS	61
4.4.	HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	18	8.	PRESUPUESTO	62
4.5.	RIESGOS GEOLÓGICOS.....	19	8.1.	PRESUPUESTO PARCIAL	62
5.	ESTUDIO DE VIENTO.....	26	8.2.	RESUMEN PRESUPUESTO	63
6.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	31	9.	ELABORACIÓN DEL PROYECTO BASICO.....	64
6.1.	GENERALIDADES.....	31	10.	CERTIFICACIONES I+C INGENIERÍA	65
6.2.	ESTACIÓN MOTRIZ	33	11.	PLANOS	66
6.3.	LÍNEA	35			
6.4.	ESTACIÓN DE REENVÍO	38			
6.5.	GESTIÓN DEL VEHÍCULO EN ESTACIÓN.....	39			
6.6.	TREN DE ACELERACIÓN Y DESACELERACIÓN	41			
6.7.	EQUIPO ELÉCTRICO. SEGURIDADES. COMUNICACIONES	41			
6.8.	CASSETAS DE MANDO Y CONTROL	42			
6.9.	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES.....	43			
6.9.1.	CARACTERÍSTICAS LINEA.....	44			
7.	CALCULO DE LINEA.....	44			
7.1.	MÉTODO DE CÁLCULO DE LÍNEA PARA LOS TELEFÉRICOS MONOCABLES CON VEHÍCULOS DISTRIBUIDOS UNIFORMEMENTE A LO LARGO DE CABLE DE ARRASTRE.....	44			
7.2.	TEORÍA DE CÁLCULO	44			
7.3.	TENSIONES Y ÁNGULOS DE ENTRADA DE CABLE EN CADA TRAMO	44			
7.4.	TENSIÓN, PRESIÓN Y DESVIACIÓN DE CABLE EN EL SOPORTE	45			
7.5.	FLECHAS, DESARROLLOS, ELONGACIONES ELÁSTICAS DE CABLE EN VANO.	46			
7.6.	MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO POR EL PROGRAMA PARA SISTEMAS DE UN SOLO CABLE CON CARGAS DISTRIBUIDAS	47			
7.6.1.	TENSIÓN INICIAL	47			
7.6.2.	CÁLCULOS CON CARGAS DISTRIBUIDAS.....	48			
7.6.3.	CÁLCULOS CON CARGAS CONCENTRADAS	49			
7.6.4.	TENSIÓN EN LA POLEA DE TRACCIÓN	50			
7.7.	PERFIL DEL TERRENO	52			

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Ubicación de la estación de salida. Detalle general de la localidad de Benasque.	6	Fig. 28 Vehículos	37
Fig. 2 Ubicación de la estación inferior.	6	Fig. 29 Pinza	38
Fig. 3 Ubicación de la estación superior.	7	Fig. 30 Central hidráulica de tensión	39
Fig. 4 Zona de ubicación de la estación superior.....	7	Fig. 31 Trenes de ruedas	39
Fig. 5 Trazado.....	7	Fig. 32 Entrada de estación	40
Fig. 6 Torre de alta tensión con conexión a línea soterrada.....	8	Fig. 33 Sala de control	42
Fig. 7 Terminología geográfica y ejemplos de terminologías geológicas de la Cordillera Pirenaica (Tomada de Barnolas y Pujalte, 2004).	9		
Fig. 8 Esquema estructural de los Pirineos (Modificado de Teixel, 1996, en Barnolas y Pujalte, 2004).	10		
Fig. 9 Corte geológico de los Pirineos a escala cortical según Mattauer (1990) (en Hilario, 2004).	11		
Fig. 10 Entorno montañoso de Benasque.	11		
Fig. 11 Distribución de pendientes.	21		
Fig. 12 Orientación Laderas.....	21		
Fig. 13 Distribución altitudinal.....	22		
Fig. 14 Vista parcial del Mapa de la sismicidad de la Península Ibérica.	23		
Fig. 15 Mapas de iso-sistas de varios terremotos sentidos en Benasque (punto rojo) entre 1904 (A) y 1923 (E).....	24		
Fig. 16 Mapas de isosistas de varios terremotos sentidos en Benasque (punto rojo) entre 1924 (A) y 1980 (F).....	24		
Fig. 17 Mapa de peligrosidad sísmica de España	25		
Fig. 18 Velocidad media anual [Km/h].	29		
Fig. 19 Número de días al año con velocidades superiores a las expuestas	30		
Fig. 20 Rachas máximas de viento.....	30		
Fig. 21 Telecabina monocable	31		
Fig. 22 Estación motriz	33		
Fig. 23 Motor eléctrico.....	34		
Fig. 24 Reductor con ejes a 90°	34		
Fig. 25 Volante Motriz	35		
Fig. 26 Pilona.....	36		
Fig. 27 Tren de poleas de línea	37		

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas trazado	6
Tabla 2: Parcelas afectadas	8
Tabla 3 Escala de peligro de aludes.....	20
Tabla 4 Viento año 2011	27
Tabla 5 Viento año 2012	27
Tabla 6 Viento año 2013	27
Tabla 7 Viento año 2014	27
Tabla 8 Viento año 2015	28
Tabla 9 Viento año 2016	28
Tabla 10 Viento año 2017	28
Tabla 11 Viento año 2018	28
Tabla 12 Viento año 2019	29
Tabla 13 Viento año 2020	29
Tabla 14 Características técnicas	43
Tabla 15 Características de línea.....	44
Tabla 16 Perfil del terreno	53
Tabla 17 Geometría de la línea.....	53
Tabla 18 Geometría de vanos y pendientes	53
Tabla 19 Verificación Hidráulica SC/BV.....	55
Tabla 20 Verificación Hidráulica SV/BC.....	57
Tabla 21 Verificación Hidráulica SC/BC	59
Tabla 22 Parámetros significativos	61
Tabla 23 Resumen presupuesto.....	63

1. ANTECEDENTES

Desde la creación de la estación de esquí de Cerler a mediados de los años 70, ha sido pretensión del ayuntamiento de Benasque unir mediante un medio mecánico el núcleo urbano del municipio con la propia estación de esquí, unión que se realizó inicialmente mediante la construcción de la prolongación de la carretera que unía Benasque con el núcleo urbano de Cerler.

El proyecto de instalación de un remonte mecánico, que por diversas razones no se ha llevado hasta ahora al efecto, es un tema prioritario para el actual Ayuntamiento de Benasque. Dicha instalación al ser un sistema de acceso alternativo a la actual carretera, descongestionaría el tráfico de la misma, e incluso permitiría limitar su uso, evitándose los graves problemas que existen de acceso a Cerler y a la estación de esquí, tanto en los días de climatologías adversas como en los de grandes afluencias de esquiadores, reduciendo así mismo sus efectos contaminantes.

Además de ésta cuestión puramente de movilidad, Benasque y su entorno verían incrementado su valor añadido turístico, ya que el aprovechamiento en temporadas no invernales sería también manifiesto, como lo es así en multitud de poblaciones europeas de montaña que disponen de una instalación similar.

El ayuntamiento de Benasque encargó a la empresa I+C la realización de un estudio técnico para dar solución a éste sistema de transporte. En dicho estudio la opción elegida fue la de un telecabina bicable ya que dada su sensibilidad al viento, aseguraba siempre su apertura, independientemente de la climatología.

El ayuntamiento de Benasque, tras posteriores análisis de la solución bicable proyectada y de la cual el INAGA otorgó en su día la evaluación positiva de su impacto ambiental, decidió no seguir con ésta idea atendiendo a las pocas instalaciones similares instaladas en el mundo, a los altos costes iniciales para su construcción y a los posteriores de explotación y mantenimiento, que hacen ésta solución inviable económicamente para el ayuntamiento y

poco atractiva a entidades privadas que pudiesen interesarse en su construcción y posterior explotación.

Por ésta razón el ayuntamiento de Benasque ha decidió iniciar los trámites administrativos que permitan la construcción de un telecabina monocable, solución ésta más económica tanto en la inversión inicial como en los costes de explotación y mantenimiento y de la que existen más experiencias en el mundo tanto públicas como privadas en estaciones de esquí y en otros puntos de interés turístico o de transporte.

Las diferencias básicas de ésta instalación con la inicialmente proyectada, son que dispone de un solo cable, que hace las funciones de tractor y portador, son necesarias más número de pilonas de apoyo y la línea va más próxima al suelo.

El contenido de éste documento configura el proyecto básico que acompaña al Estudio de Impacto Ambiental, también llevado a cabo por la empresa I+C por encargo del Ayuntamiento de Benasque, que actúa como promotor, para la implantación de dicho telecabina monocable.

El trazado elegido para esta instalación es rectilíneo y sin ángulos, siendo el mismo que el que se presentó para la solución de instalación tricable, siendo idénticos sus puntos de partida y llegada tal y como se indica en la siguiente documentación.

Este proyecto ha sido elaborado por ingenieros de I+C Ingeniería, empresa certificada en ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 en el **“Diseño y desarrollo de estudios, proyectos, dirección facultativa y servicios de responsabilidad técnica, programación de grandes inspecciones de instalaciones de transporte por cable de personas”**.

2. TRAZADO

2.1. ESTACIÓN INFERIOR: UBICACIÓN.

La estación inferior se sitúa atendiendo al PLAN GENERAL DE ORDENACION URBANA DE BENASQUE en el área de ensanche 3, donde se prevé una reserva de aparcamientos.

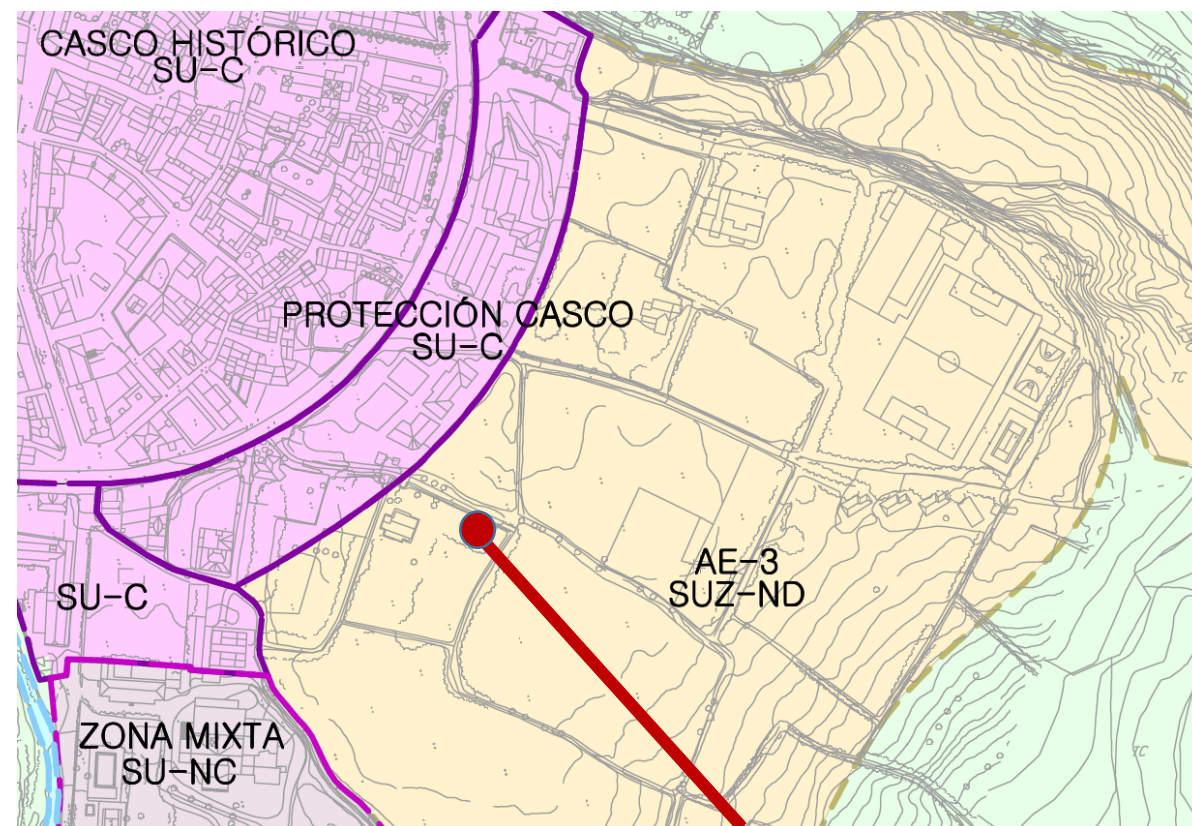


Fig. 1 Ubicación de la estación de salida. Detalle general de la localidad de Benasque.



Fig. 2 Ubicación de la estación inferior.

2.2. ESTACIÓN SUPERIOR: UBICACIÓN.

Dada la primera función de esta instalación, que no es otra que la de unir "física y directamente" el núcleo urbano de Benasque con la estación de esquí de Cerler, además del propio núcleo urbano de Cerler. La zona de llegada de la instalación se situará en el entorno próximo al parking de la zona de "El Molino".

COORDENADAS TRAZADO DE LA LÍNEA		
	ABCISAS	NORTE
ESTACIÓN VALLE	296982.2	4719691.7
ESTACIÓN MONTE	298047.4	4717947.1

Tabla 1 Coordenadas trazado

2.3. LINEA

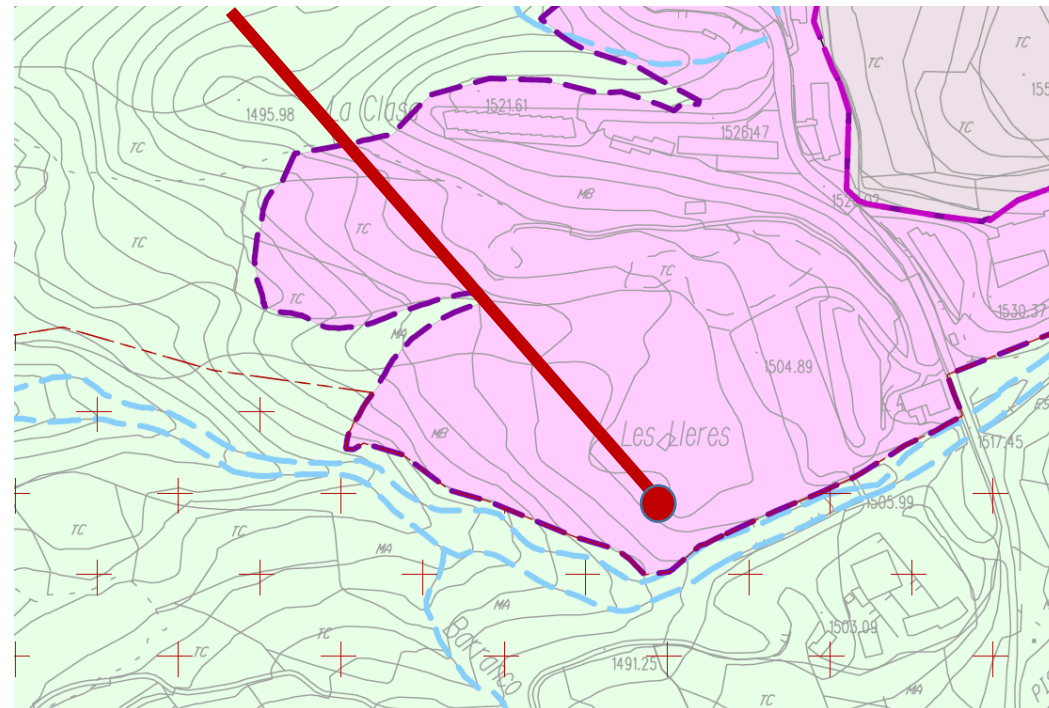


Fig. 3 Ubicación de la estación superior.



Fig. 4 Zona de ubicación de la estación superior.

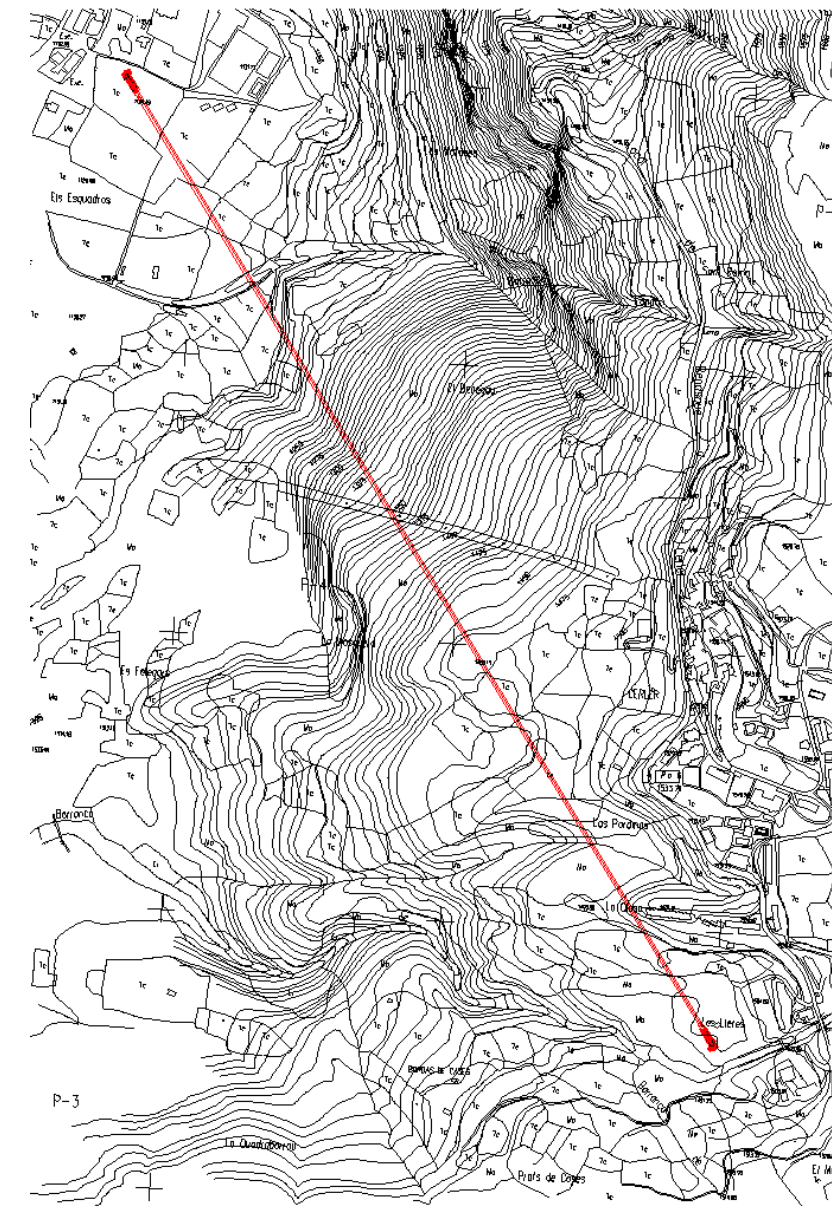


Fig. 5 Trazado

Para la construcción de la línea se han de tener en cuenta los condicionantes del terreno así como otras particularidades, con objeto de proteger el entorno se opta por realizar el vertido de hormigón, así como el montaje de las pilonas haciendo uso de medios aéreos como helicópteros etc, para la excavación de la cimentación existen máquinas que pueden acceder a zonas remotas sin ocasionar graves daños al entorno.

Entre las pylonas 6 y 7 intersecciona con el trazado del telecabina una línea de alta tensión, lo que indica la necesidad de tomar medidas al respecto, descartada la opción de sobrevolar la línea ya que impediría el rescate vertical de las cabinas, una opción es la sobreelevación de las torres de alta tensión y la inclusión de unos cables extra de protección que se colocan entre las pylonas del vano afectado, no obstante resulta más económico y práctico el soterramiento de la línea eléctrica en el tramo que intersecciona.



Fig. 6 Torre de alta tensión con conexión a línea soterrada.

De acuerdo con la normativa de teleféricos y con el objeto de garantizar la seguridad de la instalación y el rescate de los usuarios, es necesario desbrozar y retirar los árboles en un ancho total de al menos **11 metros** en la longitud completa del trazado es decir 6,5 metros a cada lado del eje de la línea.

3. RELACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS.

La relación de parcelas afectadas por el Telecabina Benasque-Cerler se enumera a continuación atendiendo a los datos de que se dispone:

NÚMERO DE PARCELA	CÓDIGO CATASTRO
1	22069A00400135
2	22069A00400367
3	22069A00400102
4	22069A00409012
5	22069A00400386
6	22069A00400103
7	22069A00400101
8	8081911BH9188S
9	22069A00400136
10	8081901BH9188S
11	8081910BH9178S
12	22069A00400137
13	22069A00400127
14	22069A00400130
15	22069A00409007
16	22069A00400319
17	7299807BH9179N
18	7299808BH9179N
19	7299806BH9179N
20	7299816BH9179N
21	7299817BH9179N
22	22069A00400099
23	22069A00400064
24	22069A00400069
25	22069A00400364
26	22069A00400068
27	22069A00400100
28	22069A00400013
29	7299818BH9179N
30	22069A00400320
31	7299809BH9179N
32	22069A00400092
33	22069A00400134

Tabla 2: Parcelas afectadas

4. ESTUDIO GEOLOGICO PRELIMINAR

4.1. MARCO GEOLÓGICO.

4.1.1. LA CORDILLERA PIRENAICA

La Cordillera Pirenaica abarca la totalidad de la alineación montañosa que bordea el Norte de España, desde el cabo Creus en Cataluña hasta Galicia (Barnolas y Pujalte, 2004). Su evolución geológica es reflejo y resultado de los cambios sedimentarios, tectónicos, paleogeográficos y paleoclimáticos ocurridos en el borde septentrional de la Placa Ibérica desde finales del Paleozoico hasta hoy, inducidos principalmente por su deriva latitudinal y su interacción con la Placa Europea. En síntesis, durante el Mesozoico el área Pirenaica fue sometida a condiciones distensivas intermitentes, reflejadas en extensión y adelgazamiento cortical, vulcanismo, desarrollo de cuencas sedimentarias fuertemente subsidentes y, eventualmente, separación entre Iberia y Europa. Posteriormente desde el Cretácico final y hasta el Mioceno, la convergencia y colisión oblicua de las dos placas causó la inversión positiva y deformación de las cuencas sedimentarias mesozoicas, proceso denominado Orogenia Alpina o Pirenaica. En dicha Orogenia se vio involucrado el sustrato Varisco infrayacente, que fue nuevamente deformado.

Es oportuno señalar que mientras en mapas y libros de geografía la Cordillera Pirenaica es dividida sistemáticamente en dos grandes conjuntos, Pirineos y Cordillera Cantábrica, en publicaciones geológicas no existe unanimidad en cuanto a su división y nomenclatura. Así, unos autores distinguen unidades geológicas aproximadamente coincidentes con las geográficas y otros, sin embargo, incluyen parte de la Cordillera Cantábrica en la denominación Pirineos, e incluso existe una propuesta de utilizar el término Pirineos como denominación única para toda la unidad. Barnolas y Pujalte (2004) para conciliar los usos de los diferentes autores utilizan Cordillera Pirenaica como denominación genérica de la cadena, manteniendo Pirineos y Cordillera Cantábrica para sus dos grandes unidades. El límite entre ambas unidades se establece en la Falla de Pamplona.

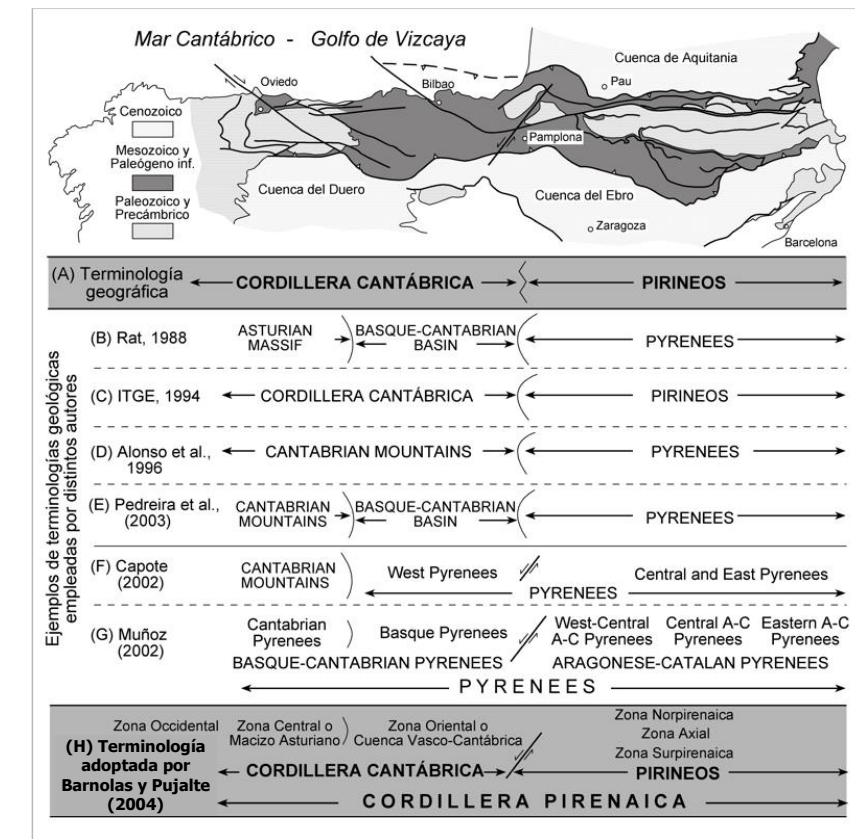


Fig. 7 Terminología geográfica y ejemplos de terminologías geológicas de la Cordillera Pirenaica (Tomada de Barnolas y Pujalte, 2004).

Los límites Norte y Sur de la Cordillera Pirenaica son situados por casi todos los autores en los cabalgamientos frontales de las unidades estructurales Mesozoico-Paleógenas sobre las cuencas Terciarias del Ebro, Duero, Aquitania y Golfo de Vizcaya. La extensión lateral de la Cordillera Pirenaica supera el ámbito peninsular, prolongándose por el Este por el Languedoc Francés, y por el Oeste hasta el denominado "King's Trough", en las cercanías de la dorsal Atlántica (Grimaud *et al.*, 1982).

4.1.2. LOS PIRINEOS

Los Pirineos corresponden a la porción de la Cordillera Pirenaica que se extiende entre el Golfo de León, en el Mediterráneo, y el Golfo de Vizcaya, en el Océano Atlántico, constituyendo la frontera natural entre Francia y España. Tienen una dirección estructural N100E y una anchura media de 200 km. De Norte a Sur ha sido subdividida en cinco zonas mayores que corresponden a la zonación clásica actualizada de la cadena definida por Mattauer (1968) (Fig. 19):

- La *cuenca de Aquitania* (antepaís plegado Norte), constituida por materiales mesozoicos y cenozoicos deformados por pliegues concéntricos.

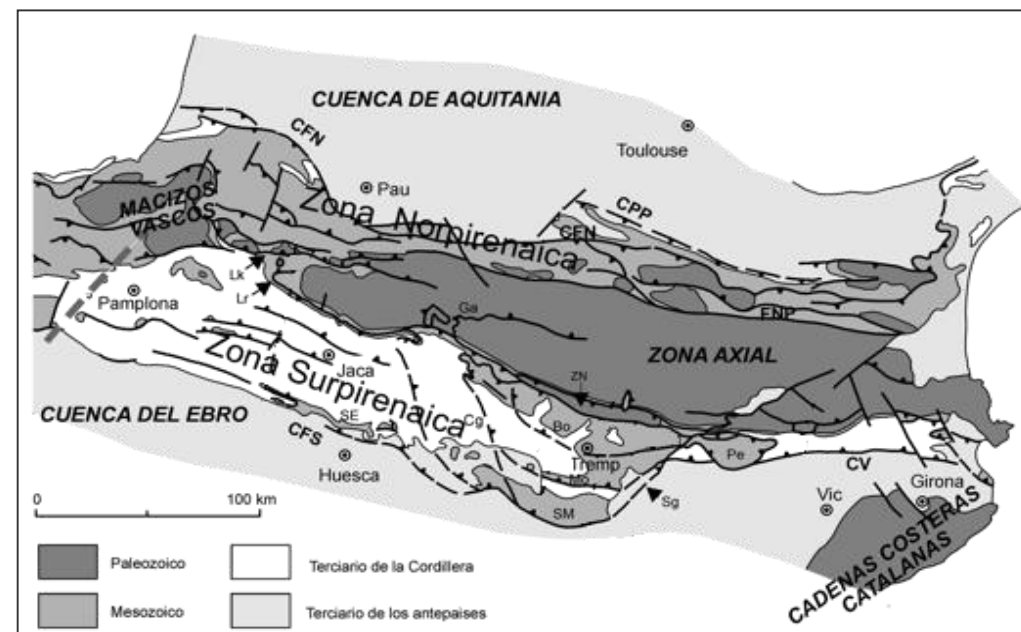


Fig. 8 Esquema estructural de los Pirineos (Modificado de Teixel, 1996, en Barnolas y Pujalte, 2004).

Denominación de las principales estructuras: CFS: Cabalgamiento Frontal Surpirenaico, CNF: Cabalgamiento Frontal Norpirenaico, CPP: Cabalgamiento de los *Petites Pyrénées*, Lk: cabalgamiento de Lakora, Lr: cabalgamiento de Larra, SE: Sierras Exteriores, Ga: cabalgamiento de Gavarnie, ZN: Zona de las Nogueras, Bo: cabalgamiento de Bóixols, Mo: cabalgamiento del Montsec, SM: Sierras Marginales, Sg: zona de rampas oblicuas del Segre (límite entre los Pirineos orientales y centrales), Cg: zona de rampas oblicuas del Cinca (límite occidental de la Unidad Surpirenaica Central), Pe: manto del Pedraforca, CV: Cabalgamiento de Vallfogona.

- La *Zona Norpirenaica* se caracteriza por la vergencia Norte de las estructuras alpinas. Afloran macizos paleozoicos de forma elíptica alargados según la dirección general de la cadena y materiales mesozoicos y cenozoicos plegados. Limita al Norte con la cuenca de Aquitania por medio del Cabalgamiento Frontal Norpirenaico (CPP) y al Sur con la Zona Axial, de la que queda separada por la Falla Norpirenaica (FNP), la cual presenta una dirección Este-Oeste en la parte central y oriental de la cadena y da lugar a un lineamiento fácilmente reconocible. Las zonas de metamorfismo alpino se asocian espacialmente a este accidente y se caracterizan por ser estrechas bandas, de 1 a 5 km de ancho, con secuencias metamórficas de alta temperatura y baja presión donde afloran lherzolitas (Choukroune, 1992).

- La *Zona Axial* está formada fundamentalmente por rocas paleozoicas. Se extiende básicamente desde el Oeste del Macizo Occidental de Caunterets hasta el Cabo Creus y coincide en buena parte con la principal divisoria de aguas de la cadena. En el área más oriental, la Zona Axial está constituida por metasedimentos de grado medio o alto que forman domos estructurales. Hacia el Oeste, donde se encuentra la zona de Benasque, predominan los materiales del Paleozoico medio o superior plegados durante la orogenia hercínica, generalmente no metamórficos o de grado bajo donde intruyen extensos plutones de naturaleza granodiorítica. Esta distribución de los afloramientos a lo largo de la Zona Axial está originada por el hundimiento relativo de la misma hacia el Oeste. Las estructuras alpinas corresponden esencialmente a cabalgamientos que apenas tienen repercusión en la estructura hercínica de dicha zona. Gran parte de las estructuras alpinas han reactivado accidentes preexistentes o acentuado estructuras generadas durante la orogenia hercínica.

- En la *Zona Surpirenaica* las estructuras alpinas tienen vergencia al Sur. Afloran principalmente materiales mesozoicos y cenozoicos, estructurados en grandes mantos de cabalgamiento; aunque también existen pequeñas unidades de material paleozoico alóctono en la zona de las Nogueras emplazadas durante la tectónica alpina. El límite Sur de esta zona es el Cabalgamiento Frontal Surpirenaico (CFS) en el margen Norte de la Cuenca del Ebro.

- La *Cuenca del Ebro* constituye la cuenca de antepaís meridional de los Pirineos y se encuentra rellena de sedimentos terciarios marinos y continentales.

En sección transversal la estructura de los Pirineos a escala cortical presenta una geometría en abanico determinada por las vergencias opuestas de las estructuras alpinas, hacia el Norte, en la Zona Norpirenaica, y hacia el Sur, en la Surpirenaica. Esta distribución estructural del orógeno pirenaico no es totalmente simétrica respecto de un eje central, puesto que la vergencia de las estructuras en gran parte de la Zona Axial está dirigida hacia el Sur.

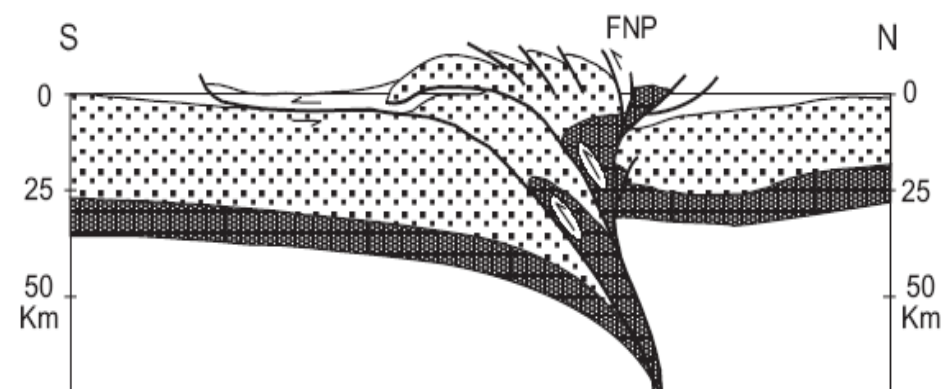


Fig. 9 Corte geológico de los Pirineos a escala cortical según Mattauer (1990) (en Hilario, 2004).

4.1.3. LA ZONA DE BENASQUE - CERLER

Esta zona situada en la cabecera del Ésera ha sido analizada geológicamente desde finales del siglo XIX por un buen número de autores. A continuación se citan algunos de los trabajos más relevantes:

- Wennekers (1968) revisa la Geología del Valle del Ésera y del Macizo de Lys.
- Arche (1971) analiza en su Tesis Doctoral la estratigrafía de los materiales aflorantes.
- Ríos, L.M. (1977) estudia el Devónico y el Carbonífero.
- Ríos, L.M. *et al.* (1979) contribuye al conocimiento de la geología del Valle del Ésera en un libro homenaje al Profesor Solé Sabarís.
- En 1991 el grupo de trabajo de la Cátedra de Geología de la ETSIMM encabezados por Luis M^o Ríos realizó la hoja del Plan MAGNA de Benasque (180), publicada en 2002. Las

normas, dirección y supervisión fueron labor de Vicente Gabaldón de la División de Geología del IGME.

- Hilario (2004) en su tesis analiza el magmatismo y la deformación en la transversal de Benasque a Luchon.

De todos estos trabajos podemos resumir que la zona de estudio presenta una geología compleja. Como ya se ha indicado, se sitúa en la Zona Axial del Pirineo y está formada por rocas sedimentarias y metasedimentarias paleozoicas fuertemente deformadas, afectadas por las orogénias Hercínica y Alpina, y plutones ígneos que se emplazaron en fases tardihercínicas (García-Sansegundo, 1991, 1992; Barnolas y Pujalte, 2004).

Las litologías más frecuentes son pizarras, calizas y las intrusiones ígneas (plano 8, geología). Las calizas generalmente aparecen intercaladas en series dominadas por pizarras, siendo ésta la litología más abundante. Su presencia destaca en los relieves alomados de Sierra Negra. La imagen siguiente muestra el Complejo subvolcánico de Cerler, una pequeña intrusión pórfido-riolítica controlada por la red de fracturas. Las Tucas de Ixeia se encuentran en la aureola de metamorfismo térmico o de contacto del Macizo granítico Posets-Millares.

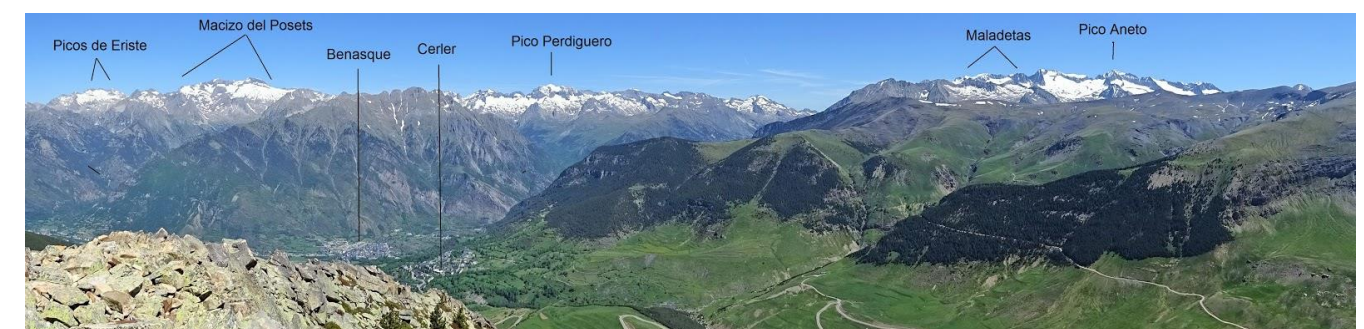


Fig. 10 Entorno montañoso de Benasque.

Finalmente, hay que destacar el fuerte contraste que existe entre las zonas donde afloran las pizarras y las calizas debido a su diferente resistencia a la erosión. Las primeras propician el desarrollo de relieves alomados y ausentes de escarpes, salvo por la presencia de intercalaciones de rocas menos deleznales. Las calizas dan lugar a relieves abruptos, aunque

en general de escasa extensión. La energía actual del relieve se debe fundamentalmente a la intensa excavación que han llevado a cabo los glaciares durante el Pleistoceno.

4.1.4. GEOLOGÍA LOCAL (PLANO 15, GEOLOGÍA).

MATERIALES PAELOZOICOS (DEVONICO)

Calizas versicolores, formación Mañanet.

La Litología más característica de la formación Mañanet es la que le confiere una semejanza con la facies "griotta": calizas versicolores (rosa, gris claro, violáceo, verdoso) de aspecto a veces nodular, debido a la forma en que puede presentarse la esquistosidad de presión-disolución. Admite pasadas rítmicas pelíticas de algunos centímetros de espesor, alternantes con la caliza la cual es predominante.

Cerca de la aureola térmica de los granitos la formación mantiene ese carácter de alternancia y pierde su aspecto versicolor, aunque mantiene en general un color claro y una pátina amarillenta.

Se puede presentar en uno o en dos tramos, separados en este último caso por pizarras como es el caso del corte por la pista al N de Cerler.

En la mitad inferior del primer tramo calcáreo, facies intraclásticas en equivalente lateral de los biohermos descritos en las Tucas de Ixea, (ARCHE, A. 1971) constituidos por corales y estromatopóridos. En niveles comparables en cuanto a posición litoestratigráfica y facies son numerosas las especies de macrofauna arrecifal hallada. Así M. Dalloni (1910) cita junto a la cabaña del Turmo (Valle de Estós):

-*Favosites reticulata* GOLDF

-*Cyathocrinus primates*, GOLDF

Y en el pico Castanesa:

-*Favosites* sp.

-*Cyathocrinus* sp.

A.Arche (1971) les atribuye basándose en la fauna arrecifal una edad eifeliense.

El residuo sólido insoluble en CIH de estas calizas está compuesto (ARCHE, A.,1971) por granos de cuarzo transparente, mates y aplanados, raros circones, fragmentos de rocas volcánicas, muy oscuras y otras más claras, tal vez cenizas y, así mismo, abundante mica blanca detrítica.

Una muestra recolectada por nosotros (pista al N de Cerler) en la parte inferior de esta caliza ha dado los conodontos determinados por S. García López:

-*Polygnathus dehiscens* PHILIP Y JANSON

-*Ozarkodina* cf. *steinhornensis steinhornensis*, ZEIGLER

-*Latericriodus* sp.

Que atribuye al Emsiense inferior (subzona superior de gronbergi).

En la parte sur de la hoja (unidad de facies Baliera) la formación Mañanet se presenta según un solo tramo diferenciable, aunque el tránsito a las pizarras suprayacentes (pizarras de Vilaller), es gradual mediante recurrencias a las facies calcáreas, P.H.W. MEY (1967) muestra como la potencia de esta formación disminuye de Este a Oeste desde unos 270 m (divisoria de aguas entre el Ribagorza y el Baliera) hasta 120 m. (divisoria de aguas entre el Baliera y el Isabena).

Cerca de este lugar, 1 km al NW del pueblo de Denuy, S. García-López ha determinado conodontos en un corte de 170 m. de espesor en esta formación (garcía López S. et al. 1990), atribuyéndole desde la base una edad Emsiense. En las muestras pertenecientes a los niveles más altos del corte encuentran *Polygnathus cooperi cooperi* y *P. costatus* sp. Que indican la parte superior del emniense o el Eifeliense basal.

Pizarras con microritmos arenosos.

El área donde estas pizarras aparecen mejor representadas es al Sur de la Hoja en continuidad estratigráfica con la formación Mañanet. Se las conoce con el nombre de pizarras de Vilaler y son asimilables a la formación Civis en regiones más orientales.

También afloran ampliamente en el área de Cerler y su prolongación hacia el flanco sur y oriental del pico de Castanesa.

De manera más discontinua, entre los depósitos cuaternarios, ocupan la extensión de Anciles-Erste-Cerro de Santa Margarita hasta Ramastué.

También se las reconoce por sus facies y su posición, encima de la formación Mañanet, en el área del Literota, pico de Estós y prolongación hasta Baños de Benasque. Igualmente en los picos de la Sarronera y del Home, encima de los túneles de las obras de Llauset.

En la parte NE de la hoja, una falla separa, de la inconfundible facies Culm de la Serra d'Hurno, las pizarras con microritmos arenosos de la serie del valle de Arán (pizarras de entecada). Concretamente en el rincón NE de la hoja (pico de cota 2.345 m), estas pizarras soportan un sinclinal colgado de caliza masiva basal del Carbonífero y albergan una charnela de anticlinal recto en calizas rítmicas, aunque metamórficas, atribuibles a la facies D4.

Incluso en condiciones de metamorfismo se pueden reconocer las pasadas arenosas en algunos tramos de la serie destacándose, por su color claro, del color oscuro de las pizarras. Son pasadas de grano fino, eventualmente algo carbonáticas en su matriz. El espesor de las pasadas es frecuentemente de solo unos pocos milímetros y de hasta algunos cms en algunos tramos de la serie.

Es característica la presencia de pseudonódulos arenosos de grosor comparable, explicables en la mayoría de los casos por remoción del fondo arenoso.

La mayoría de estas áreas mencionadas fueron atribuidas antiguamente al Carbonífero, como ya se ha explicado en la introducción al capítulo. Posteriormente, las formaciones Civis y equivalentes "pizarras de Vilaller", "pizarras de Cerler" etc, se vió que pertenecían al Devoniano (GROSSUFFENORDE, H.et al. 1972; Rios, L.Mª 1977) y más exactamente a la segunda megasecuencia de las tres que se pueden considerar en este sistema (Galera, J. M. 1987).

Todos los hallazgos o citas de fósiles corresponden a fauna marina: corales, trilobites, braquiópodos, no clasificables con certeza. A. ARCHE (1971) encuentra *PHACOPS fecundus BARRANDE* y *Dalmanites sp.* En la serie del barranco de Literota.

Por su posición estratigráfica se le puede asignar una edad Devoniano medio, Eifeliense probable.

El medio sedimentario corresponde a una plataforma de mar abierto sublitoral.

MATERIALES CUATERNARIOS.**Complejo de morrenas coluvionadas.**

Puede ocurrir que veamos la existencia de varios niveles de rasa en un complejo de morrenas. Tal es el caso del amplio valle de Cerler, lateral al del río Ésera en Benasque. En el área de Cerler, sólo de manera local nos ha sido posible dibujar los bordes de rasa a diferentes cotas, correspondientes a diferentes etapas del glaciario. Esta limitación viene dada por los procesos de coluvionamiento, deslizamiento secular de los materiales, que desfiguran los rasgos antedichos.

Coluvial.

De una manera más general que en el caso anterior, distinguimos en este apartado aquellos depósitos cuaternarios de ladera cubiertos por vegetación natural o cultivos y en los que puede tener lugar frecuentemente un proceso de formación de suelo.

Si el substrato lo favorece (pizarras alteradas, morrenas,...) pueden ocurrir fenómenos de solifluxión a veces importantes.

Conos de deyección.

Son sedimentos, generalmente gruesos, en la salida de los barrancos esporádicamente más caudalosos, hacia el nivel del fondo del valle, según una configuración cónica.

Conectan generalmente con los depósitos aluviales actuales del llano correspondientes, eventualmente, con los niveles de terraza algo más antiguos descritos en el epígrafe anterior.

Aluvial.

Son los depósitos de acarreo esparcidos por el fondo llano de los valles por los cauces actuales.

Hay dos llanadas aluviales, las más extensas dentro de la Hoja, que merecen especial atención a la luz de los trabajos de sondeos eléctricos efectuados recientemente (BORDONAU, J. et. Al. 1989).

Una es la de Benasque que se extiende hasta el pueblo de Eriste. Otra es la de Bono, en el valle del Ribagorza, que se extiende hasta Forcat. Ambas corresponden en realidad a cubetas glacio-lacustres limitadas, aguas abajo respectivamente, por las angosturas de Forcat y la de Villanueva (inmediatamente al Sur de Eriste). Al Norte de dichas angosturas en roca firme, se produjo una sobrexcautación glacial que daría lugar posteriormente a una anormal acumulación de sedimentos tras el retroceso de los hielos, según una secuencia regresiva.

En las cubetas de Benasque hay hasta una acumulación de 300 m. en profundidad según una serie formada en su mayor parte por arcilla glaciolacustre (120 a 180 Ω m) sobre las que vienen

unas decenas de metros de depósitos fluvio deltáicos (500 a 1000 Ω m) y, encima depósitos aluviales y conos de deyección subactuales.

En la cubeta de Bono hay unos 150 m de profundidad de terrenos conductores, con una secuencia análoga.

4.2. GEOMORFOLOGÍA

4.2.1. MORFOLOGÍA REGIONAL.

El relieve del área de estudio viene controlado básicamente por dos factores, por una parte por la litología, y por otra por los procesos, fundamentalmente glaciales, que actuaron intensamente a lo largo de todo el periodo cuaternario, y que han esculpido formas que posteriormente han sido y siguen siendo, modificadas y remodeladas por procesos periglaciales y fluvio-torrenciales actuales. La conjunción de los dos ha conformado una morfológica típica de zonas de alta montaña.

En una primera aproximación regional se hacen evidentes dos dominios claramente marcados y que responden a un control de la litología en el moldeado.

Uno, correspondiente a toda un área ocupada por litologías graníticas, se encuentra limitada por un eje aproximado a lo largo del Valle de Vallibierna-Serra de Llauset y que ocupa la zona de los Montes Malditos, Serra de la Pleta Nova, Serra de Fontfreda y que se extiende hasta la zona noreste del valle de la Noguera Ribagorzana. Este dominio se caracteriza por presentar unos relieves muy marcados y abruptos, con fuertes escarpes y crestones, y con intensa acción de los fenómenos de gelifración, con poco o nulo desarrollo de formaciones superficiales y presencia de depósitos, en algunos casos importantes, de bloques y canchales. Es en esta zona donde el relieve de origen glacial y periglacial y los circos glaciales, entre otras formas, tienen más entidad, así como donde quedan los restos de neveros actuales y funcionales aunque un franco retroceso. Es en este dominio, también donde se identifican cumbres en forma de pirámides truncadas interpretadas como restos culminantes de superficies erosivas preglaciales, aristas delgadas producto del ensanchamiento de circos glaciales vecinos y

disimetrías entre las vertientes N y S en las que predominan corredores de gelifracción (Galivert 1956).

El otro gran dominio se corresponde con materiales de menor competencia, con lo que se genera una morfología de formas suaves, poco abruptas, con desarrollo de formaciones superficiales poco potentes ocupadas principalmente por prados alpinos y dónde dominan las incisiones fluvio-torrenciales con algunos rasgos de acaravamiento. Las roturas circulares y los movimientos de ladera debidos a fenómenos de soliflucción y deslizamientos.

4.2.2. RASGOS MORFOLÓGICOS.

Los rasgos morfológicos que dominan el ámbito de la hoja tienen su origen en los relieves preglaciales, en la acción, de los hielos cuaternarios y de las nivaciones y procesos fluvio-torrenciales actuales.

A) FORMAS DE ORIGEN GLACIAL.

Como rasgos morfológicos resultantes de la acción glacial cuaternaria se han establecido:

-Pared de circo glacial. Reconocibles por formas de geometría, en general, de anfiteatro con paredes rocosas verticalizadas con acumulaciones de bloques en los pies de las mismas. Son áreas que funcionaban en su momento como cuencas de alimentación de los glaciares cuaternarios. La mayoría están moldeados sobre sustratos granodioríticos aunque en las zonas más meridionales lo están sobre materiales esquistosos, pizarrosos y calcáreos. En la mayoría de los circos se aprecia un linde rocoso que configura una rotura brusca de la pendiente del valle produciéndose frecuentemente una contra pendiente que ha favorecido en gran medida la sobreexcavación.

-Cubeta de sobreexcavación. Se encuentran actualmente en su mayoría ocupadas por lagos o zonas de drenaje deficiente. Ocupan muchos de los fondos de los circos glaciales siendo mucho más abundantes en las zonas de litología granítica. Estas cubetas están ligadas a la

génesis de los circos glaciales y configuran un perfil longitudinal cóncavo limitado por lindes rocosos que cierran la boca de los circos.

Estas formas pueden encuadrarse en dos grupos diferenciados. Uno que engloba las cubetas situadas en los sectores más elevados de los valles entre las cotas 1700 y 2100 m y otro que incluye las grandes cubetas de valle, entre las que cabe destacar la de Bono y las de Benasque Eriste entre las cotas 1000 y 1100 aproximadamente. Estas se encuentran actualmente colmatadas de sedimentos glaciolacustres y fluvio-torrenciales.

-Lindes rocosos. Se hallan limitando frecuentemente las cubetas de sobreexcavación y cerrando la boca de muchos circos glaciales favoreciendo precisamente la generación de las cubetas de sobreexcavación.

-Collado de transfluencia glacial. Estos collados están ligados a las cabeceras de los valles altos y especialmente a las zonas ocupadas por los circos glaciales. Conforman una comunicación entre dos cuencas de alimentación de hielos y moldea collados que rompen la continuidad de las crestas que rodean a los circos. Presentan perfiles "U" sobre los que se observan en general, rasgos de abrasión glacial.

-Zona de pulimentación glacial. Superficies lisas y pulimentadas situadas en escarpes y en paredes de valle glaciales. Tienen su origen en la acción abrasiva de los hielos de los glaciares.

-Valle glacial. Son reconocibles por la típica forma en "U" y se caracterizan por presentar paredes rocosas verticales formando escarpes y fondos de valle ligeramente cóncavos, formas que se evidencian entre otros, en los valles de Llauset, Mulleras y Salenques. Por otra parte cabe indicar que en los valles principales este perfil no es continuo si no que se presenta en tramos separados (en la confluencia del valle de Salenques con el del Noguera Ribagorzana en la cubeta de Bono). Si bien estas formas tienen su origen en el proceso erosivo de fondo y lateral provocado por los hielos de los antiguos glaciares, este perfil y su continuidad presenta discusiones y controversias (Vilapalana 1983) y depende básicamente del sustrato de la dinámica glacial y de las modificaciones posteriores. En algunos casos es

observable una rotura de pendiente acusada en algunas laderas de estos valles que marcan la altura máxima conseguida por los hielos de los antiguos glaciares.

-Cordón morrénico. Se identifican sobre el terreno por las formas características a modo de lomas suaves alargadas instaladas sobre algunas laderas y fondos de valles. Están íntimamente ligadas a los depósitos morrénicos, de hecho se trata de depósitos morrénicos laterales u originados en la confluencia de dos lenguas glaciales. Pueden localizarse también en los límites distales de las lenguas glaciales como es el caso del cordón existente también en las inmediaciones del Seminario de Vilaller en el Valle del Noguera Ribagorzana.

B) FORMAS DE ORIGEN NIVAL

Como rasgos morfológicos resultantes de la actual acción nival se han establecido:

-Neveros actuales Se han identificado así las zonas ocupadas por neveros y glaciales actuales y funcionales de dimensiones evidentemente variables en su extensión y sujetas a variaciones estacionales. Estas zonas corresponden a las áreas de mayor altimetría como son las tempestades, encontrándose todas ellas actualmente en franco retroceso.

-Canales y conos de Aludes. Los canales de aludes se identifican como incisiones en forma de canales estrechas y de fuertes pendientes que suelen coincidir con zonas de debilidad estructural (fallas y diaclasas), concentrándose básicamente en las paredes rocosas que circundan los circos glaciares, aunque también son evidentes y abundantes en las laderas de las zonas altas de los valles donde hay una importante precipitación nival. Estos canales están sujetos a intensos procesos de gelifracción con lo que al producirse el alud el arrastre de materiales rocosos origina acumulaciones en forma de conos de deyección en el pie del canal que tienden a reducir y homogeneizar la pendiente de la pared o vertiente.

-Nichos de nivación. Se trata de cabeceras más o menos restringidas con geometrías semicirculares de perfil ligeramente cóncavo que actúan como cuencas de recepción y acumulación de nieves y que suelen estar conectadas a canales de aludes.

C) FORMAS DE ORIGEN FLUVIO-TORRENCIAL.

A grandes rasgos las redes fluvio-torrenciales principales se originan, tal y como se ha indicado a partir de los procesos de modelado del relieve pre-glacial estando este moldeado profundamente controlado por la estructura. En la presente Hoja cabe destacar dos valles principales uno al Este, el del río Noguera Ribagorzana, y otro al Oeste el del río Ésera. Cabe destacar también otro valle, de menor entidad, que se encuentra en el sector central (valle del río Balierá), todos ellos presentan un sistema de valles tributarios, sensiblemente perpendiculares a los principales, que dan lugar a valles estrechos, profundos y fuertemente retocados por la acción glacial (valles de Vallibierna, Salenques, Llauset, etc)

Como rasgos morfológicos resultantes de la acción fluvio-torrencial se han establecido:

-Zonas de deficiente drenaje. Se han identificado así aquellas zonas sensiblemente llanas que se encuentran normalmente ocupadas por cursos de agua no concentrados en un lecho, que en algunos casos coinciden con pequeñas cubetas de sobre excavación. En estas zonas se verifica un encharcamiento del agua y la presencia de formaciones superficiales intensamente edafizadas ocupadas, en la mayoría de los casos, por prados.

-Conos aluviales. Esta es una de las formas más espectaculares de origen fluvio-torrencial. Se trata de abanicos aluviales instalados en los fondos de los valles que cobran especial importancia en los valles principales siendo en muchos casos funcionales en periodos de grandes avenidas. En otros casos la funcionalidad del cono es restringida a la franja ocupada por la acción del torrente actual que en algunos casos lo secciona. Estos conos normalmente están alimentados por materiales provenientes de los depósitos de ladera y/o coluviales instalados en las cabeceras de los torrentes y en su curso, aunque también se verifican aportes de materiales morrénicos y materiales producidos por la intensa meteorización por gelifracción.

-Torreteras y cabeceras de torreteras. Estas formas que pueden considerarse como genuinas de procesos fluvio-torrenciales, son abundantes en todo el dominio de la hoja y se identifican como áreas con morfologías que pueden llegar a ser semicirculares con perfiles cóncavos que actúan como cuencas de recepción de aguas pluviales y como origen de torreteras. Estas se caracterizan por presentarse como incisiones en sedimentos o directamente sobre el sustrato con secciones en "V", de pendientes variables y regímenes, en su mayor parte, torrenciales, sujetos en muchos casos a las variaciones climáticas estacionales. Normalmente estas torreteras actúan de canales tributarios de otros principales, pudiendo generar, eventualmente, conos de deyección dependiendo este extremo de la identidad de la propia torretera.

-Zonas de acaravamiento e incisiones erosivas. Estas formas se verifican en sectores ocupados por depósitos morrénicos y /o coluvionados dando lugar a áreas de intensa erosión y suministro de materiales movilizados por los cursos de alta energía de las torreteras. Suelen estar asociadas a las cabeceras de torreteras.

-Cauces anastomosados. En algunos tramos de los cauces de los ríos Ésera y Noguera Ribagorzana el curso de estiaje se bifurca en multitud de canales, ocupando gran parte de la llanura de inundación, coincidiendo normalmente con los ensanchamientos del valle en las cubetas de sobre excavación de dichos valles. Estas formas son efímeras y desaparecen en periodos de crecidas de los ríos pero indudablemente contribuyen a la deposición y modelado de los lechos fluviales.

D) DEPÓSITOS.

La relación y caracterización de los depósitos presentes en la zona es la siguiente:

-Zona de bosque. Zonas sobre las que se ha instalado una cobertura vegetal que corresponden, salvo excepciones, a formaciones superficiales más o menos edafizadas y relativamente potentes. Hay que constatar que en algunos sectores, normalmente situados en las partes altas de los valles, estas masas boscosas se instalan directamente sobre el sustrato

rocoso, disminuyendo considerablemente la importancia de la formación superficial. Son muy evidentes a lo largo de los valles Noguera Ribagorzana, del Ésera de la zona de Urmella y en menor medida a lo largo del valle de Vallibierna.

-Depósitos morrénicos. Depósitos que se concretan en acumulaciones caóticas de bloques heterométricos largamente transportados, con estrías y restos de la acción glacial, englobados en una matriz arenosa con cierta fracción de finos y con ciertas estructuras de flujo. Tienen su origen en la deposición de los materiales arrastrados por la acción de los hielos de los antiguos glaciares. Pueden distinguirse depósitos morrénicos, entre otras, en las zonas de Cerler y en las vertientes este del Valle del Noguera Ribagorzana (sectores de Senet, Aneto y Estet) que, como en el caso de Senet, han dado lugar a importantes roturas generando corrientes de derrubios y formación de importantes conos de deyección como ya se ha indicado anteriormente. Estos depósitos se localizan también en la zona sur de Llauset y en el valle del Ballera (Sector de las Bordas de Castanesa).

Igualmente en las zonas bajas de los valles, principalmente en el valle del río Noguera Ribagorzana aparecen también restos de morrenas correspondientes a las pulsaciones máximas de los climas glaciares que alcanzaron hasta las inmediaciones de la zona del seminario de Vilaller en el valle del Noguera Ribagorzana.

Los depósitos morrénicos más importantes, en número y en valor sedimentario, corresponden a las acumulaciones laterales que se extienden diseminados en distintos sectores de la zona principalmente en ensanches de los valles que facilitan su deposición y conservación (sectores de Llesui, Llauser, Senet etc).

Es importante destacar la presencia de una serie de Depósitos morrénicos coluvionados en las laderas de la vertientes este del valle del río Ésera.

-Depósitos morrénicos de obturación glacial. Depósitos morrénicos caracterizados por una organización y laminación del sedimento. Esta viene dada por la circulación laminada de flujos de agua por el depósito correspondiendo en general a ambientes glaciolacustres. Los

depósitos de obturación glacial más importantes se localizan en la carretera de Ampriu y en las inmediaciones de las Bordas de Puyol (Zona sur de Llauset).

-Depósitos aluviales. Depósitos de granulometrías gruesas a finas propios de regímenes torrenciales de alta energía, localizados a lo largo de los principales cursos fluviales y en las cubetas generadas por sobrecavación glacial y colmatadas por sedimentos glaciolacustres en los procesos de retroceso de los aparatos glaciales cuaternarios. Cabe destacar por su importancia las de Benasque y Bono con espesores máximos, según Vilaplana *et. Al.* (1989) de 290m y 200 m respectivamente.

Finalmente hay que destacar todos los depósitos de pie de ladera, acumulación de bloques y canchales localizados, principalmente, en los pies de los escarpes y crestones así como depósitos de coluviones en el sector de Benasque y en la zona de Castejón de Sos donde, además se distinguen algunos retazos correspondientes a terrazas fluviales.

4.3. EDAFOLOGÍA

La mayor parte de los suelos del área de estudio están constituidos por suelos de carácter ácido debido a sus rocas originarias (pizarras y cuarcitas).

En el entorno de Benasque hay suelos aluviales que podrían clasificarse como entisoles. En las zonas muy húmedas, pero bien drenadas lateralmente, situadas en las laderas de los valles, se localizan unos suelos con poco desarrollo edáfico ligeramente ácidos, y cuya vegetación natural es bosque y pradera, pudiéndose incluir dentro del orden inceptisol. En las zonas de lagos y lagunas de origen glacial, con suelos poco o nada evolucionados y con abundancia de masas rocosas, litosuelos, etc. Pudiéndose incluir estos suelos dentro del orden entisol.

4.4. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.

Dentro de la zona de estudio (Planos 1, 2, 3 y 4), el valle principal, por el que transcurre el Río Ésera, sigue una orientación general NE-SO subperpendicular a la directriz morfoestructural predominante, formando un drenaje transversal o discordante. En su cabecera, en cambio, presenta un trazado subsecuente (*strike valley*) aproximadamente NO-SE. Sus principales afluentes siguen un trazado subperpendicular siendo los más importantes, en sentido horario: Aigüeta de la Val, Eriste, Estós, Literola, Remuñe, Cregüeña, Vallibierna y Remáscaro.

La mayoría de los terrenos de Paleozoico que constituyen la casi totalidad de la zona son impermeables y su morfología controla el sistema hidrológico que es su mayor parte de escorrentía.

No obstante, en el borde norte del macizo de la Maladeta-Bohí las calizas marmóreas de la base del carbonífero, con varios cientos de metros de potencia, flanqueando a dicho macizo con buzamiento, en general, fuerte hacia el Norte, reciben el agua de los circos del flanco norte de dicho macizo existiendo en diversos lugares sumideros y surgencias (sumidero, cueva y fuentes de Alba, sumideros de Peña Blanca, forau de la Renclusa, sistema del valle de la Escalera). En particular es famoso el sumidero del Forau de Aiguallut que recibe las aguas de fusión del glaciar y circo del Aneto y surgen en las fuentes llamadas Güells del Joeu en el valle de Artiga de Lin, ya al Norte de la zona, y en vertiente atlántica: cuenca del río Garona en su cabecera, comarca del Arán.

El macizo de la Maladeta es el que presenta el conjunto y extensión de circos de altas cotas, mayor de los Pirineos. Presenta glaciares que han seguido en retroceso desde la mitad del siglo XIX según datos históricos precisos (Martínez de Pison E. y Arenillas Parra, M. 1988). Se pueden considerar unas 9 masas de hielo, cuya cota inferior se sitúa entre 2720 m y 3020 m de las cuales las más importantes son el glaciar del Aneto (136 ha y 34 hm³) y el glaciar de La Maladeta (75 ha y 18,75 hm³) (Martínez de Pison E. y Arenillas Parra, M. 1988). Solo estos dos glaciares representan la mitad del total de volumen de hielo del Pirineo Español.

4.5. RIESGOS GEOLÓGICOS.

A) MOVIMIENTOS DE LADERA.

Como rasgos morfológicos genéticamente ligados a movimientos de ladera se han establecido:

-Fenómenos de geliflujión y gelifracción. Los fenómenos de geliflujión tienen su origen en los procesos de hielo-deshielo frecuente y afectan básicamente a zonas de formaciones superficiales poco potentes ocupadas por prados alpinos. Son fenómenos que se concentran en las zonas altas de las lomas y en laderas de relativa poca pendiente (sectores de Pico Gallinero, Estibafreda, Bordas de Castanesa y Barranco de Menara), dando lugar a formas lobuladas aplanadas más o menos continuas a modo de guirnaldas de escala métrica. Por otra parte, en los circos y sectores de los valles altos, principalmente en dominios litológicos de naturaleza granítica, se verifican procesos de gelifracción que dan lugar a una fracturación de la roca por la acción del hielo y que se traduce en acumulaciones gelifractadas (canchales), al pie de formas abruptas que tienden a regularizar las vertientes. Muchas de estas acumulaciones son actuales y funcionales y en su mayoría están asistidos por acciones nivales (aludes)

-Movimientos rotacionales. Bajo este epígrafe se han identificado todas aquellas roturas que afectan normalmente a formaciones superficiales y coluviones en laderas de pendientes medias. Sus morfologías típicas se caracterizan por presentar cicatrices semicirculares con nulo o muy escaso desarrollo del depósito en unos casos, con desarrollo en paquete o colada en otros y con corrientes de derrubios asociadas en un tercer caso. En cada uno de los tres casos la morfología varía en cuanto al depósito se refiere.

B) ALUDES.

Un alud es una masa de nieve en movimiento, apreciable a simple vista y de dimensiones significativas.

Se entiende por alud el desprendimiento de una masa de nieve, de dimensiones y recorrido variables, por una pendiente abajo.

Según el grado de cohesión y el estado físico de la nieve, el tipo de alud será diferente. Los aludes se producen tanto en invierno como en primavera. En primavera son más frecuentes en la vertiente sur de la montaña, debido al aumento de temperatura por estar más tiempo expuesta al sol.

Las diferentes nevadas que se producen a lo largo del invierno dan lugar al mantel nival. Al depositarse en el suelo la nieve va formando capas con las diferentes nevadas que se han dado. A medida que pasa el tiempo y varían las condiciones meteorológicas los cristales de nieve de cada nevada se van transformando (en forma, medidas y unión entre los cristales). Por todo ello el mantel es una composición de capas de nieve cada una con unas características propias.

Tipología

Una clasificación sencilla es la que diferencia los tres tipos siguientes:

Aludes de nieve reciente

Se produce durante o poco después de intensas nevadas. El desencadenamiento de un alud de nieve reciente se produce a causa de una pérdida de cohesión de la capa superficial por sobrecarga o por un aumento de la temperatura durante o poco después de la nevada. Son aludes muy temidos por las altas velocidades de desplazamiento que alcanzan (hasta 300 Km/h). Esto les confiere un gran poder destructivo.

Aludes de placa

Se producen por la existencia de discontinuidades dentro del manto nivoso. El resultado es el deslizamiento de las capas superiores, que aparentemente pueden parecer estables, por encima de una capa de baja cohesión o una superficie de rehielo. Un caso particular son las placas de viento, capas duras y frágiles formadas por la acumulación de la nieve transportada por el viento a las zonas situadas generalmente en sotavento. La fragilidad de las placas y la desunión con las capas inferiores hacen que actúen como trampas para los excursionistas y esquiadores, el sobrepeso de los cuales, al pasar por encima, actúa como desencadenante del alud.

Aludes de fusión

Son debidos a la fusión del manto nivoso, cuando la temperatura del aire aumenta notablemente por encima de los 0°C o en caso de lluvia. Son los típicos aludes de primavera, tal vez los más conocidos, aunque a veces se pueden producir en pleno invierno en periodos de calor. La nieve es húmeda y pesada. La velocidad de deslizamiento es lenta, pero no por eso dejan de ser peligrosos. A veces, puede llegar a deslizarse todo el bloque del manto hasta el suelo, arrastrando barro, rocas, árboles, matorros, etc. Éstos son los aludes de fondo.

Los aludes de placa son los que provocan más accidentes: el 70 % de los accidentes son debidos a placas de viento.

Escala de peligro de aludes

ÍNDICE DE PELIGRO	ESTABILIDAD DEL MANTO NIVOSO	PROBABILIDAD DE DESENCADENAMIENTO DE UN ALUD	INDICACIONES PARA EL ESCURSIONISMO Y RECOMENDACIONES
1 Débil	El manto nivoso está bien estabilizado en la mayoría de las pendientes	Desencadenamiento sólo posible por fuerte sobrecarga*** en algunas pendientes extremas*. Puede haber algunas caídas espontáneas de pequeños aludes	Las excursiones y el descenso con esquís son posibles casi sin restricciones
2 Moderado	Manto nivoso estabilizado de forma moderada en pendientes inclinadas*	Posible desencadenamiento de aludes sobre todo por sobrecarga fuerte*** en pendientes de orientación y altitud indicadas. No se esperan caídas espontáneas de aludes de grandes dimensiones	Hay que hacer una planificación previa de las excursiones. Se aconseja prudencia en la elección del itinerario, evitando en lo posible las vertientes inclinadas y la orientación y alturas indicadas.

ÍNDICE DE PELIGRO	ESTABILIDAD DEL MANTO NIVOSO	PROBABILIDAD DE DESENCADENAMIENTO DE UN ALUD	INDICACIONES PARA EL ESCURSIONISMO Y RECOMENDACIONES
3 Marcado	Manto nivoso entre moderada y débilmente estabilizado	Posible desencadenamiento de aludes por sobrecarga débil*** en numerosas pendientes sobre todo en las generalmente descritas en el boletín. En algunas situaciones son posibles las caídas espontáneas de aludes de tipo medio y ocasionalmente grandes	Deben evitarse las pendientes inclinadas y las alturas y orientaciones indicadas. Se requiere mucha experiencia y capacidad para apreciar el peligro de aludes.
4 Fuerte	Manto nivoso débilmente estabilizado	Probable desencadenamiento de aludes debido a sobrecarga débil*** en numerosas laderas lo suficientemente empinadas. En ocasiones han de esperarse numerosas caídas espontáneas de aludes de tipo medio y ocasionalmente grandes.	Las excursiones se han de limitar a pendientes moderadas. En algunos casos las partes bajas de las pendientes están también expuestas al peligro de aludes.
5 Muy fuerte	Generalizada inestabilidad del manto	Numerosas caídas espontáneas de grandes aludes, incluso en pendientes poco pronunciadas	Ha de renunciarse a las excursiones

Tabla 3 Escala de peligro de aludes

* Pendientes particularmente propicias a los aludes por la inclinación, configuración del terreno, proximidad de la cresta, rugosidad del suelo, etc.

** Las características de dichas pendientes se describen de forma más detallada en el boletín de aludes (altitud, exposición, topografía...).

*** Sobrecarga fuerte: Por ejemplo, un grupo de esquiadores; sobrecarga débil: Un esquiador, un excursionista, etc.

El término caída espontánea se refiere a un alud provocado por causas naturales, es decir, sin intervención humana.

Cartografía de riesgo de aludes

Se tienen que observar las características del terreno:

La pendiente: La gran mayoría de aludes se producen entre los 30 y 45 grados de inclinación, por lo tanto, se debe conocer el valor aproximado de la pendiente donde estamos.

La orientación de la vertiente: atención con las vertientes situadas a sotavento porque son las zonas donde encontraremos las placas de viento. En caso de calor se deberá evitar las vertientes sur, es donde se producirán con más probabilidad los aludes de fusión.

El relieve: Atención a las laderas regulares y zonas convexas. Un terreno ondulado evita la formación de grandes aludes.

La vegetación: Mientras que un bosque denso es una zona segura, en un bosque calvo se pueden producir aludes.

Pendiente

Este gráfico de la distribución de la pendiente muestra que la mayor parte de las celdas de 5x5 m de la zona de Benasque - Cerler tienen una pendiente de unos 10 - 40°.

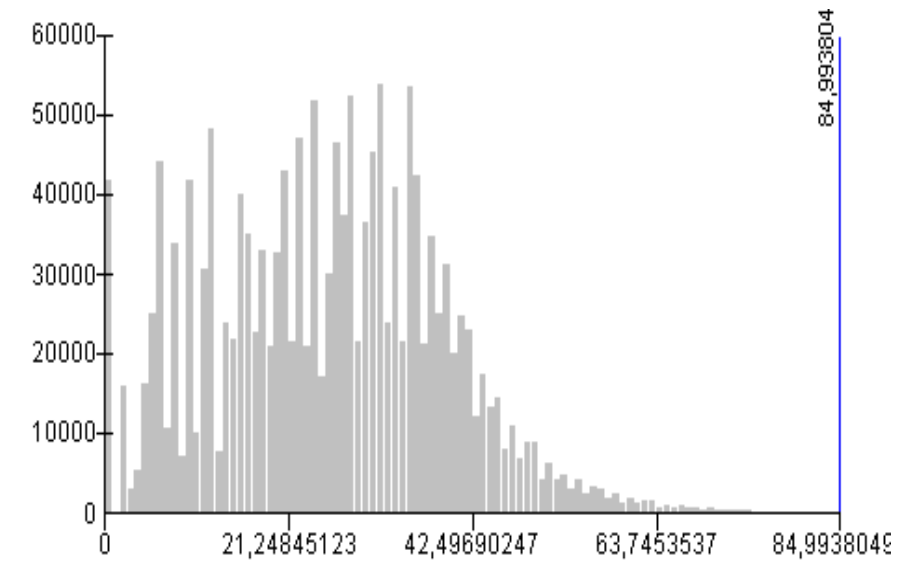


Fig. 11 Distribución de pendientes.

Orientación de las laderas

La distribución de la orientación muestra que las orientaciones NE, E y S son ligeramente menos frecuentes que las orientaciones W, NW y N.

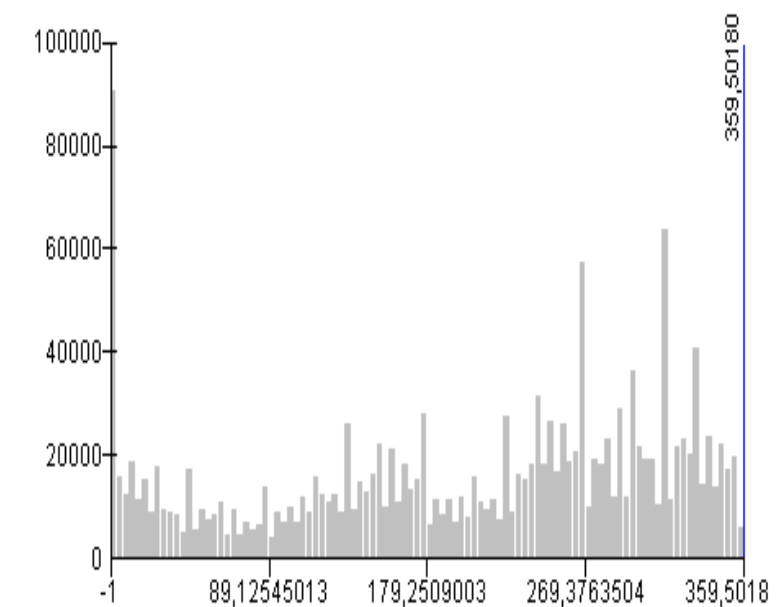


Fig. 12 Orientación Laderas

Altitud

La distribución altitudinal revela que el mayor número de celdas se encuentran por debajo de los 1200 m, y que las zonas situadas por encima de los 2300 m son escasas.

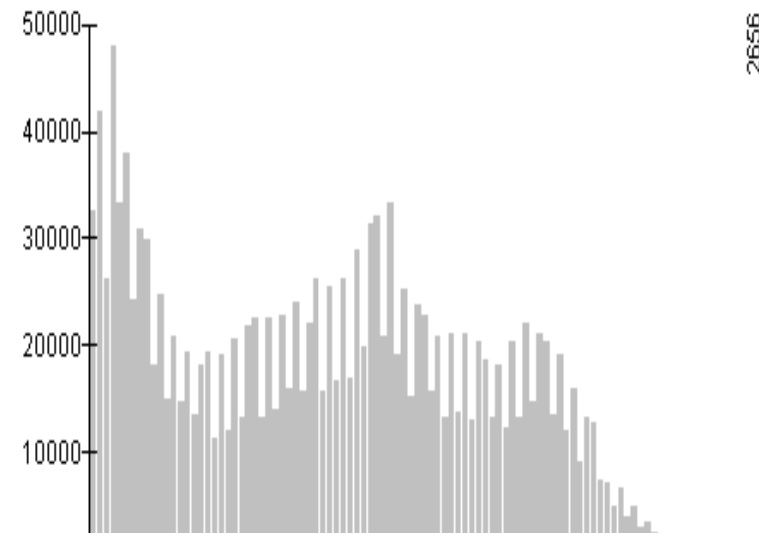


Fig. 13 Distribución altitudinal

De acuerdo a la cartografía de aludes del Valle de Benasque, teniendo en cuenta la pendiente, la orientación de la vertiente y la vegetación, se puede decir que no hay riesgos de aludes en la zona estudiada.

Sismicidad

Debido al importante papel de los terremotos en el desencadenamiento de movimientos de ladera (Beck, 1968; Radbruch-Hall, 1978; Yen y Trotter 1978; Kotarba, 1989; Van Steijn, 1996; Blikra y Nemeč, 1998; McCalpin, 1999; Ayala, 2002; Michetti *et al.*, 2003), se hace necesaria una breve descripción de la sismicidad de esta zona de los Pirineos.

La actividad sísmica natural es el resultado del desplazamiento brusco de fallas en la corteza terrestre. Como cabría esperar, en los Pirineos, un orógeno generado como consecuencia de la convergencia y colisión de las placas ibérica y europea durante el Terciario, se han registrado numerosos temblores en época histórica (Fig. 14).

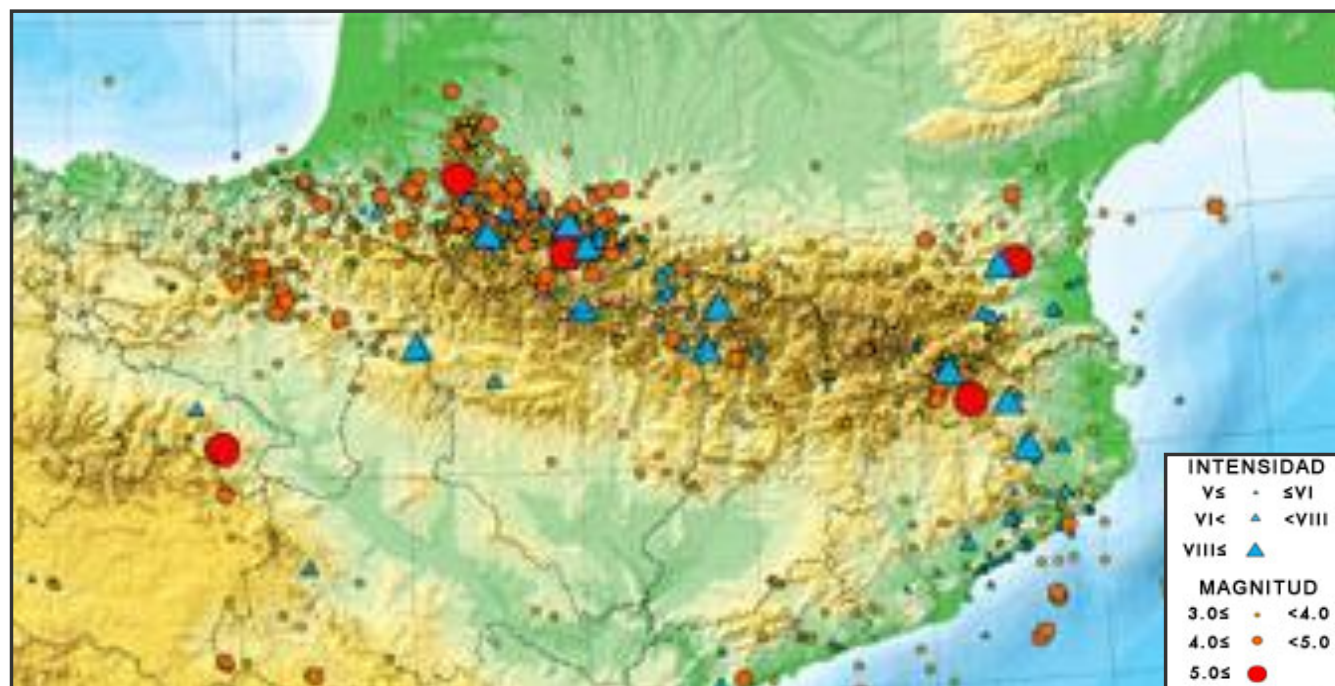


Fig. 14 Vista parcial del Mapa de la sismicidad de la Península Ibérica.

La información sísmica proviene de la base de datos del Instituto Geográfico Nacional actualizada al año 2003. Los epicentros del periodo histórico entre los años 1048 y 1919 están representados mediante valores de intensidad sísmica, mientras que los correspondientes al periodo instrumental 1920-2003 se representan por valores de magnitud (Modificada de <http://www.geo.ign.es/servidor/sismo/cnis/sismicidad.html>).

Según el banco de datos del Centro Nacional de Información Sísmica (CNIS), zonas como la comarca de la Jacetania, el Valle de Benasque, Bielsa o Panticosa han sido testigos a lo largo del siglo XX de hasta 51 terremotos de entre tres y siete grados de intensidad MSK (fuente: CNIS, en <http://www.aragondigital.es/noticias.asp?notid=15127>). En áreas situadas a menos de 25 km de la zona de estudio se han sentido cinco terremotos de intensidades máximas MSK mayores de V durante el siglo XX (IGN, 2004).

Durante este mismo siglo, Benasque ha sido afectado por más de 14 seísmos. Entre los más fuertes destacan el de 1915 que alcanzó una intensidad MSK de siete grados (IGN, 1982) y el de Viella de 1923, originado muy probablemente en la Falla Norte de la Maladeta (Ortuño *et al.*, 2004), que alcanzó una intensidad máxima MSK de VIII (IGN, 1982) y que causó importantes daños. El terremoto más grande registrado instrumentalmente en Benasque ocurrió en 1982 y alcanzó una magnitud de 4,1 en la escala Richter. Su epicentro se localizó a unos 7 km al Sur de Benasque (IGN, 2004). También existen datos de terremotos anteriores al siglo XX como el de 1373, que con una intensidad MSK de VIII-IX destruyó edificios (Olivera *et al.*, 1994).

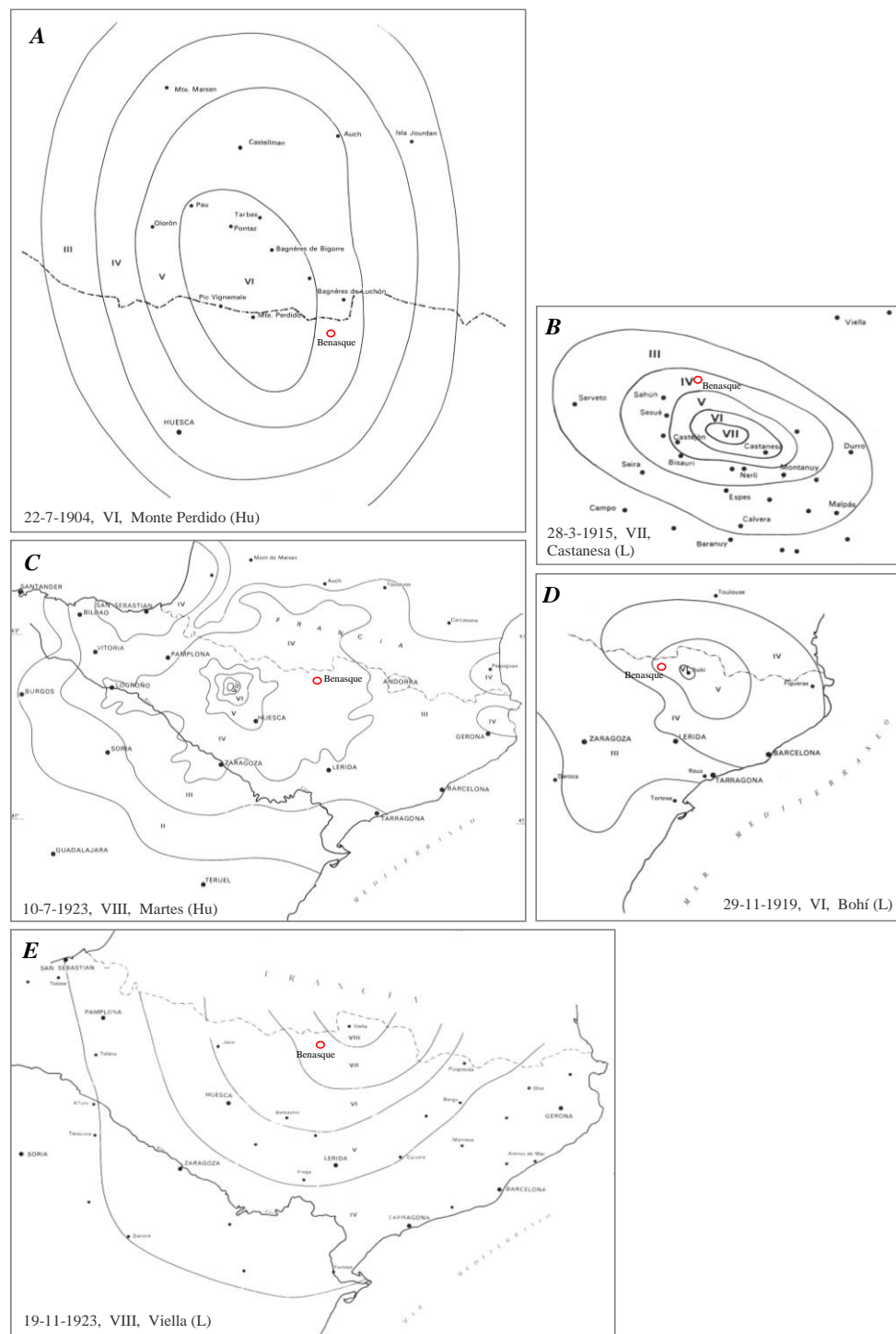


Fig. 15 Mapas de iso-sistas de varios terremotos sentidos en Benasque (punto rojo) entre 1904 (A) y 1923 (E).

En cada uno se indica la fecha del seísmo, su intensidad máxima MSK y su epicentro (Tomados de IGN, 1982).

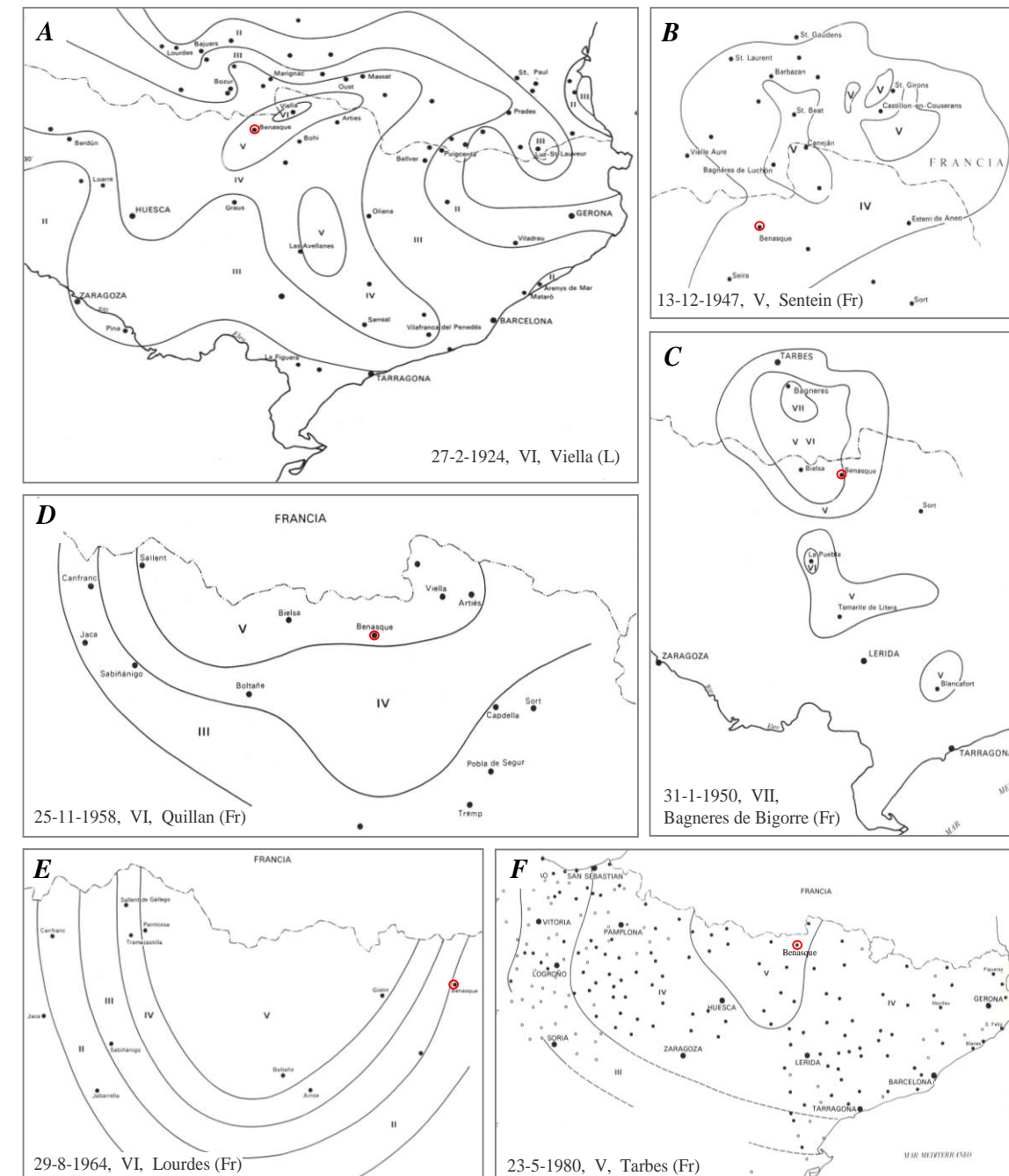


Fig. 16 Mapas de isosistas de varios terremotos sentidos en Benasque (punto rojo) entre 1924 (A) y 1980 (F).

En cada uno se indica la fecha del seísmo, su intensidad máxima MSK y su epicentro (Tomados de IGN, 1982).

En la norma de construcción sismoresistente actualmente vigente (NCSE-02), en la que se evalúa la peligrosidad sísmica del territorio nacional, al municipio de Benasque se le asigna, para un periodo de retorno de 500 años, una aceleración horizontal de 0,05 g (Fig. 16), siendo g la aceleración de la gravedad (Ministerio de Fomento, 2009).

En el que se reflejan isóneas de aceleración horizontal para un periodo de retorno de 500 años. También representa el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto (Tomada de Ministerio de Fomento, 2020).

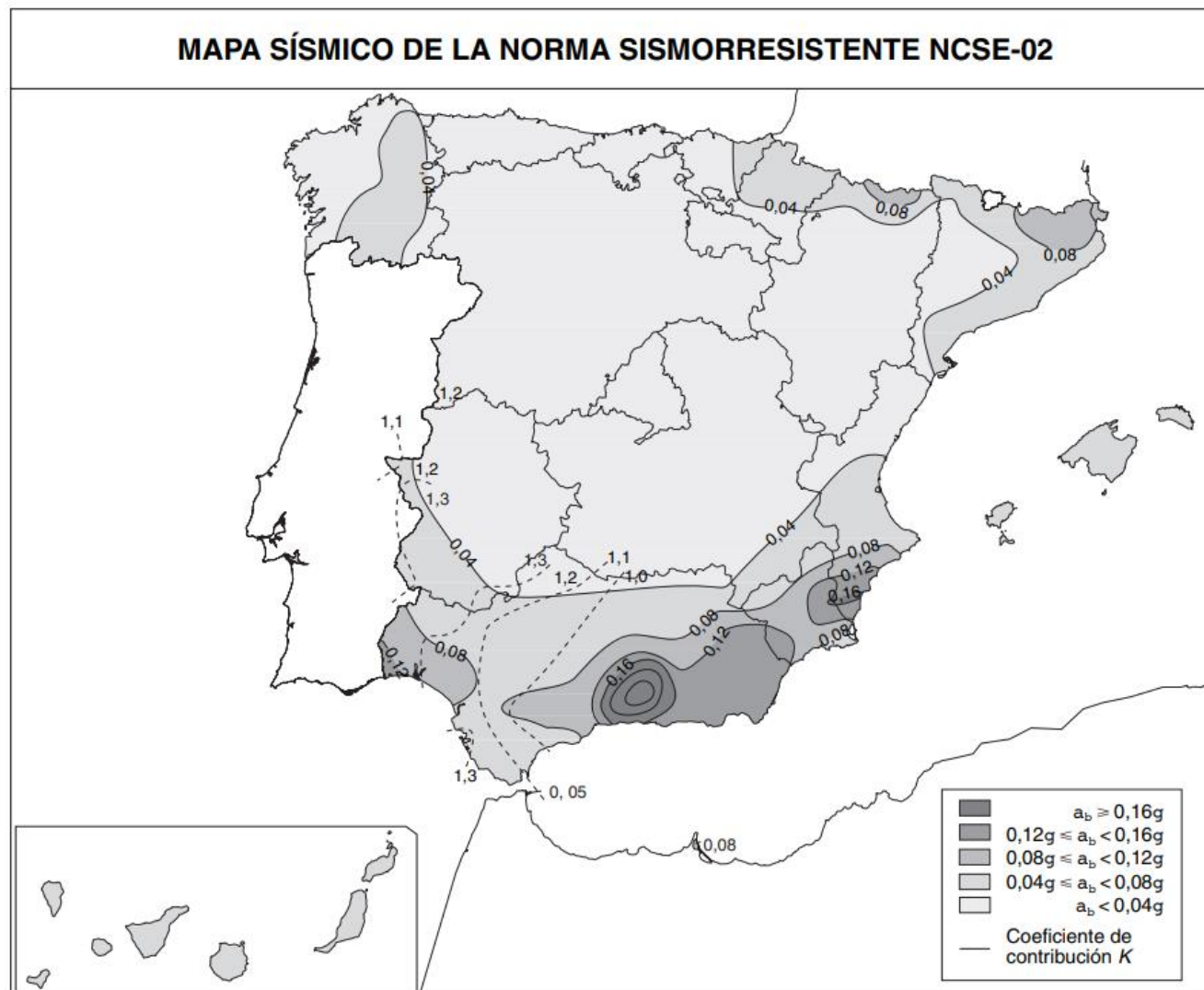


Fig. 17 Mapa de peligrosidad sísmica de España

5. ESTUDIO DE VIENTO.

A la hora de determinar la viabilidad técnica de una instalación de transporte por cable, uno de los factores a estudiar es la velocidad y la dirección del viento dominante en la zona.

Por motivos de seguridad y para evitar situaciones en las que el cable se pudiese salir de sus apoyos, siempre existen unos sistemas de seguridad que detienen la instalación si un determinado valor de velocidad de viento es superado, pudiéndose reanudar la marcha nuevamente cuando dicho valor ha disminuido. Esto, obviamente repercute en la calidad del servicio, ya que, si se instala una instalación inadecuada para el viento existente en la zona, dicha instalación estará la mayor parte del tiempo parada.

Dependiendo del tipo de instalación, su trazado, el tipo y tamaño del vehículo, etc., la sensibilidad de ésta a la velocidad del viento es diferente. Como regla general una instalación de transporte por cable monocable podrá permanecer en funcionamiento siempre y cuando la fuerza del viento en dirección perpendicular a la línea no provoque una aproximación de los vehículos a partes fijas de la instalación inferior a lo indicado a la norma en vigor para la construcción y explotación de teleféricos UNE EN 12929 y UNE EN 12930. Estos límites dependiendo de la aerodinámica del vehículo están en fuerzas de viento provocadas por velocidades de entre **70 y 90 km/h (25 m/s)**.

Es por ello que es fundamental realizar un análisis de las velocidades del viento en la Villa de Benasque, para lo cual se han utilizado los datos facilitados por el centro regional del Instituto Nacional de Meteorología durante el periodo de tiempo comprendido entre mayo de 2011 y julio de 2020.

Los datos proporcionados por este Instituto son tomados a diferentes horas del día (12:00,7:00,13:00,18:00), y son siempre velocidades medias de la velocidad del viento en un intervalo de tiempo de diez minutos; intervalo convenido para solventar el carácter fluctuante del valor instantáneo de dicha velocidad.

Dado la cantidad de datos analizados y la finalidad prevista de la instalación (enlace entre Benasque y la estación de esquí de Cerler), se ha optado por mostrar únicamente los valores más significativos para el estudio.

- El valor medio de la velocidad para cada mes, calculado en base a todos los datos anteriores.
- La racha máxima, que es la velocidad instantánea de viento. No debe producirse el paro de la instalación por viento dado los problemas logísticos que esto acarrearía (todo el que suba a la estación, utilizando el transporte por cable, debe volver a bajar mediante el).
- El número de días al mes en los que se supera una determinada velocidad de viento en un momento puntual, mostrando así el número de veces al mes que la instalación se detendría temporalmente (el tiempo que durará la racha).

Todos estos valores se reflejan en las siguientes tablas:

AÑO 2011	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO	59	5	3	0	24
JUNIO	64	5	2	0	23
JULIO	57	7	1	0	19
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					18
OCTUBRE					26
NOVIEMBRE					22
DICIEMBRE	83	12	9	0	34
MEDIA	66	7	4	0	24

Tabla 4 Viento año 2011

AÑO 2013	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE	55	7	1	0	26
NOVIEMBRE	99	21	18	2	44
DICIEMBRE	87	6	4	0	35
MEDIA	80	11	8	1	35

Tabla 6 Viento año 2013

AÑO 2012	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO	110	15	5	2	37
FEBRERO	105	22	14	2	43
MARZO	76	8	3	0	38
ABRIL	7	0	0	0	3
MAYO	5	0	0	0	2
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
MEDIA	25	4	2	0	10

Tabla 5 Viento año 2012

AÑO 2014	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO	113	12	4	1	40
FEBRERO	60	13	3	0	27
MARZO	75	17	10	0	36
ABRIL	67	15	3	0	34
MAYO	78	16	5	0	35
JUNIO	62	20	4	0	34
JULIO	54	9	0	0	26
AGOSTO	81	4	2	0	24
SEPTIEMBRE	41	4	0	0	19
OCTUBRE	67	6	2	0	28
NOVIEMBRE	59	6	1	0	29
DICIEMBRE	97	21	11	1	45
MEDIA	71	12	4	0	31

Tabla 7 Viento año 2014

AÑO 2015	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO	84	14	7	0	44
FEBRERO	100	17	13	1	45
MARZO	90	19	9	0	49
ABRIL	65	12	4	0	31
MAYO	82	18	7	0	37
JUNIO	60	11	2	0	29
JULIO	63	11	1	0	27
AGOSTO	71	2	1	0	28
SEPTIEMBRE	58	4	1	0	29
OCTUBRE	59	6	2	0	36
NOVIEMBRE	103	9	4	2	50
DICIEMBRE	24	0	0	0	14
MEDIA	72	10	4	0	35

Tabla 8 Viento año 2015

AÑO 2017	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO	88	16	8	0	47
FEBRERO	96	12	5	1	44
MARZO	76	15	7	0	40
ABRIL	70	17	5	0	42
MAYO	43	8	0	0	25
JUNIO	48	7	0	0	24
JULIO	68	15	1	0	26
AGOSTO	48	7	0	0	25
SEPTIEMBRE	67	11	2	0	30
OCTUBRE	75	10	3	0	36
NOVIEMBRE	103	18	11	2	56
DICIEMBRE	84	18	11	0	43
MEDIA	72	13	4	0	37

Tabla 10 Viento año 2017

AÑO 2016	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO	77	6	3	0	49
FEBRERO	104	10	6	1	51
MARZO	86	21	11	0	47
ABRIL	72	17	6	0	39
MAYO	77	14	3	0	39
JUNIO	54	10	0	0	26
JULIO	64	9	3	0	36
AGOSTO	61	11	3	0	35
SEPTIEMBRE	52	10	0	0	28
OCTUBRE	41	1	0	0	18
NOVIEMBRE	78	12	5	0	39
DICIEMBRE	54	1	0	0	27
MEDIA	68	10	3	0	36

Tabla 9 Viento año 2016

AÑO 2018	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO	105	14	7	1	54
FEBRERO	86	16	12	0	39
MARZO	97	18	6	1	44
ABRIL	44	8	0	0	24
MAYO	77	19	4	0	42
JUNIO	63	7	2	0	31
JULIO	55	11	1	0	24
AGOSTO	53	11	0	0	27
SEPTIEMBRE	52	4	0	0	26
OCTUBRE	78	14	8	0	42
NOVIEMBRE	69	7	4	0	37
DICIEMBRE	77	11	5	0	33
MEDIA	71	12	4	0	35

Tabla 11 Viento año 2018

AÑO 2019	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO	93	24	15	1	41
FEBRERO	102	10	4	1	44
MARZO	76	17	11	0	41
ABRIL	53	11	0	0	31
MAYO	77	21	8	0	40
JUNIO	51	8	0	0	28
JULIO	54	11	0	0	27
AGOSTO	54	9	0	0	26
SEPTIEMBRE	73	10	3	0	36
OCTUBRE	85	6	2	0	28
NOVIEMBRE	78	11	6	0	37
DICIEMBRE	67	15	8	0	36
MEDIA	72	13	5	0	35

Tabla 12 Viento año 2019

AÑO 2020	RACHA MAXIMA	nº días con velocidad = o >			MEDIA
		36Km/h	55 Km/h	91 Km/h	
ENERO	85	6	3	0	48
FEBRERO	97	7	3	1	44
MARZO	100	12	9	2	40
ABRIL	50	7	0	0	26
MAYO	59	10	2	0	31
JUNIO	54	9	0	0	29
JULIO	46	8	0	0	22
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
MEDIA	70	8	2	0	34

Tabla 13 Viento año 2020

Se ha realizado un análisis sobre los datos aportados por la oficina regional de AEMET y se ha podido obtener las siguientes conclusiones:

En base a los valores anteriormente citados, se obtiene que la velocidad media del viento durante el periodo de tiempo comprendido entre los años 2011 y 2020 es de **8,83 Km/h (2,45 m/s)**.

Que la velocidad de viento en periodos de más de 10 minutos consecutivos superior a **36 km/h** se supera de media unos 12 días al mes.

Este valor está en cualquier caso muy lejos de los valores límite de funcionamientos anteriormente citados al principio del apartado, por lo que no existe ningún condicionante técnico relacionado con el viento, que impida la utilización de la instalación de transporte por cable en el recorrido a estudio.

En el siguiente gráfico se observan las diferentes velocidades medias "máximas" durante ese mismo periodo, año a año.

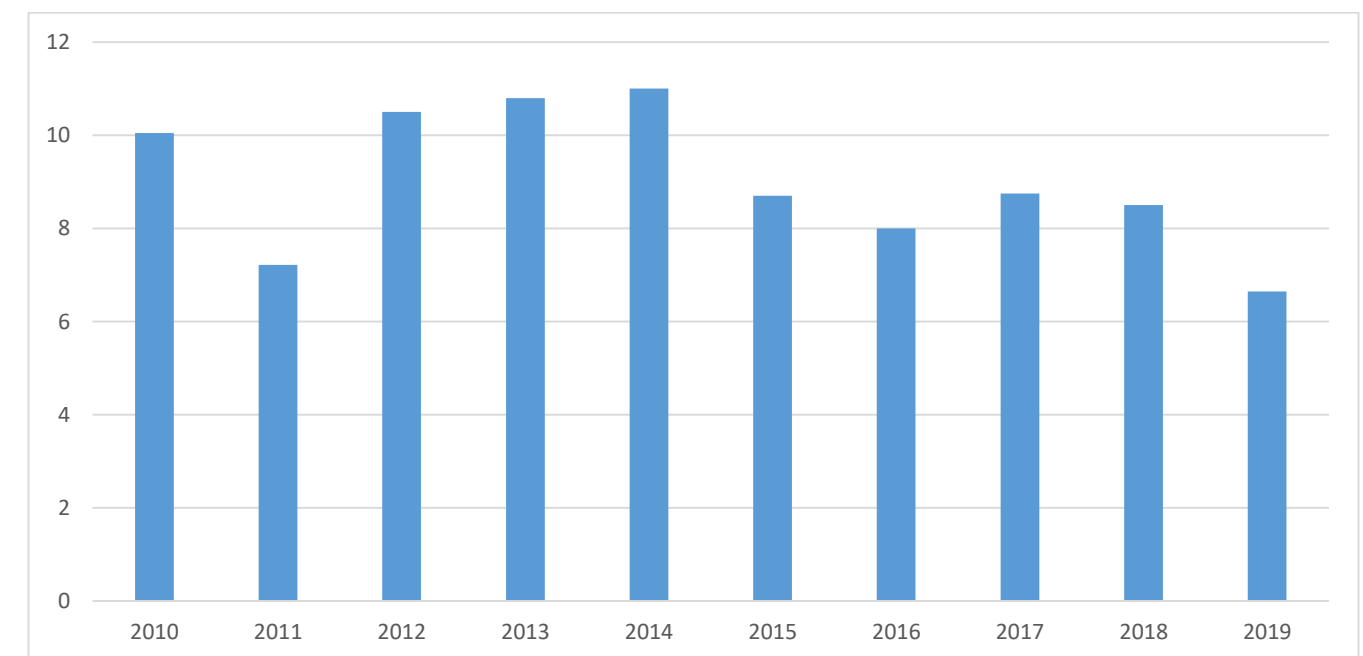


Fig. 18 Velocidad media anual [Km/h].

En el gráfico siguiente se observa las variaciones del número de días al mes en que se ha superado las velocidades de 36, 55 y 91 km/h durante el periodo estudiado.

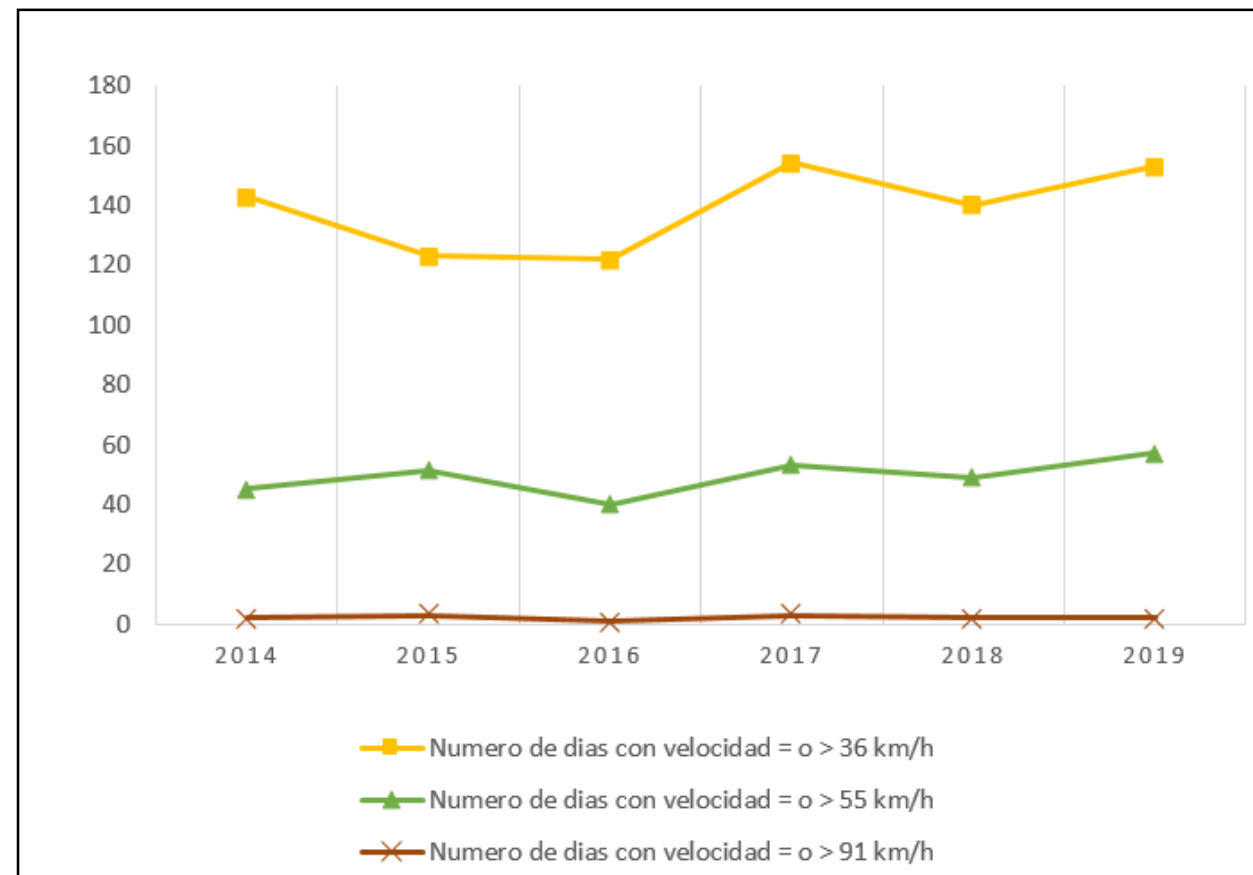


Fig. 19 Número de días al año con velocidades superiores a las expuestas

Como se puede observar en la gráfica, son pocos los días en los que el viento supera rachas superiores a 55 km/h y no hay ninguno en el que supere los 91 km/h a lo largo del año.

Por último, se ha considerado también el valor máximo del viento en un momento dado, es decir, su valor instantáneo, cuyo valor máximo durante el periodo estudiado desde 2014 hasta 2019, fue de 113 Km/h en Enero de 2014.

En el grafico se observa las diferentes rachas máximas en kilómetros a la hora durante el periodo:

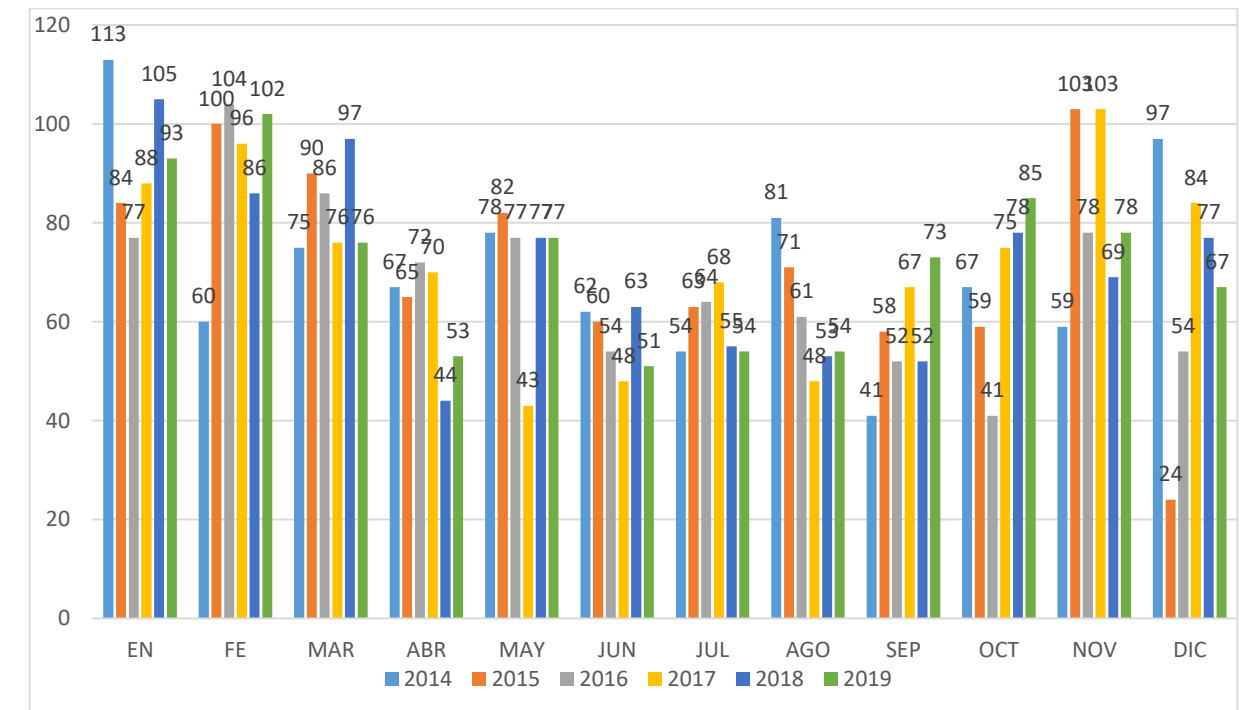


Fig. 20 Rachas máximas de viento.

6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

6.1. GENERALIDADES.

La presente descripción corresponde a la instalación de un telecabina monocable que uniría los núcleos urbanos de Benasque y Cerler.

El sistema monocable es una instalación de transporte por cable aéreo de personas compuesto por un solo cable que a la vez trabaja como cable portador y tractor.

El transporte de pasajeros se hace por medio de un determinado número de cabinas en función de la capacidad de la instalación, situadas a una misma distancia unas de las otras en cada sentido de dirección. Como se ha dicho anteriormente dichas cabinas van sujetas al cable por un mecanismo o "pinza" que permite su acoplamiento/desacoplamiento del cable a su paso por cada estación. En el momento que una cabina entra en una de las estaciones, esta pinza se desacopla del cable, en el área de desenganche, y el vehículo se decelera aproximadamente a una quinta parte de la velocidad nominal que lleva el cable, permitiendo así que los pasajeros puedan embarcar y desembarcar de una manera cómoda.

La entrada o la salida de los pasajeros a los vehículos de la instalación únicamente puede llevarse a cabo en las dos estaciones ubicadas al inicio y al final del recorrido. La velocidad del vehículo durante el embarque o desembarque de estos pasajeros en las estaciones es muy inferior a la velocidad durante el trayecto normal.

Cuando el vehículo sale de la estación, el proceso es el mismo, pero inverso. La cabina es acelerada hasta alcanzar prácticamente la velocidad que lleva el cable, enganchándose en ese momento al mismo.

Cuando el telecabina no está operativo, los vehículos pueden estar guardados en un garaje al efecto, lugar dónde se pueden efectuar igualmente las tareas de mantenimiento. El movimiento de las cabinas desde la estación hasta el garaje se puede efectuar de manera automática, este garaje se dispondrá en la estación inferior.

En este caso en particular, la instalación tendrá un rendimiento aproximado de hasta 2.400 personas/hora en ambos sentidos, de subida y de bajada, con un total de 68 vehículos en línea, siendo la velocidad de marcha de la línea variable, hasta un máximo de 6,00 m/s, mediante un motor eléctrico de 550 kW. Se calcula que el tiempo de viaje a la velocidad máxima será de 5 minutos y 47 segundos. La marcha de socorro tendrá una velocidad de hasta 0,8 m/s, mediante motor térmico diésel de 350 kW.

La línea dispondrá de quince (15) pilonas intermedias de sección tubular galvanizada con balancines de poleas para permitir el rodamiento del cable sobre ellos y manteniendo la tensión constante a lo largo de los cambios de pendiente en el terreno.

Todos los elementos de la instalación han de ser concebidos, diseñados, construidos y probados según la norma internacional de aseguramiento de la calidad ISO 9001.



Fig. 21 Telecabina monocable

Tal y como se solicita en el Reglamento (UE) 2016/424, los principales componentes de seguridad de los distintos sistemas y subsistemas de la instalación vendrán certificados y con su correspondiente marcaje CE.

Los reglamentos de referencia para el cálculo y dimensionado de las instalaciones son:

- “Pliego de Condiciones Técnicas para la Construcción y Explotación de las Instalaciones de Teleféricos y Funiculares para Transporte de Viajeros” (Orden de 14 de enero de 1998 del Ministerio de Fomento).
- Reglamento (UE) 2016/424 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016 relativa a las instalaciones de transporte de personas por cable y por el que se deroga la directiva 2000/9/CE.
- UNE-EN 1709:2020 Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte de personas por cable. Examen previo a la puesta en servicio, instrucciones para el mantenimiento, la inspección y los controles en explotación.
- UNE EN 12929:2015 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Requisitos para todas las instalaciones.
- UNE EN 12930:2015 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cálculos.

A continuación, se hace una descripción de los componentes y materiales de la instalación.

Las estaciones serán de reducidas dimensiones, para que su impacto visual y volumétrico sea limitado. Ambas deberán contar con sus adecuadas zonas de embarque y desembarque de viajeros incluidos aquellos discapacitados que accedan en sillas de ruedas.

La superficie ocupada por la estación inferior incluida zonas de acceso y de embarque y desembarque, incluido el garaje es 1150 m², y la estación de reenvío es 450 m²

El ancho de vía es de 6,4 m. El control del viento se realiza por medio de dos anemómetros, ubicados en las zonas más expuestas de la instalación.

La instalación es accionada por un motor de corriente continua, capaz de mover el conjunto al 100% de su velocidad nominal y un motor de emergencia diésel con transmisión hidrostática, capaz de mover la instalación a una velocidad de 0,8 m/s para la evacuación y salvamento de viajeros en caso de que hubiera un corte en el abastecimiento de energía eléctrica.

Los vehículos se desplazan a la velocidad lineal designada a lo largo de todo el recorrido. En las proximidades a las estaciones se decelera hasta llegar a la velocidad de 0,8 m/s que permite tanto subir como bajar de los vehículos confortablemente. Una vez se ha producido el embarque, la instalación acelera hasta llegar nuevamente a la velocidad lineal de recorrido. Ambas estaciones extremas permiten tanto el embarque como el desembarque.

A continuación, se detallan los componentes constituyentes de la instalación y que podrán variar ligeramente dependiendo del constructor final.

6.2. ESTACIÓN MOTRIZ

La estación motriz consta fundamentalmente de una estructura portante elevada anclada normalmente a un pie metálico o bien a un pie de hormigón unido a su vez a la cimentación.

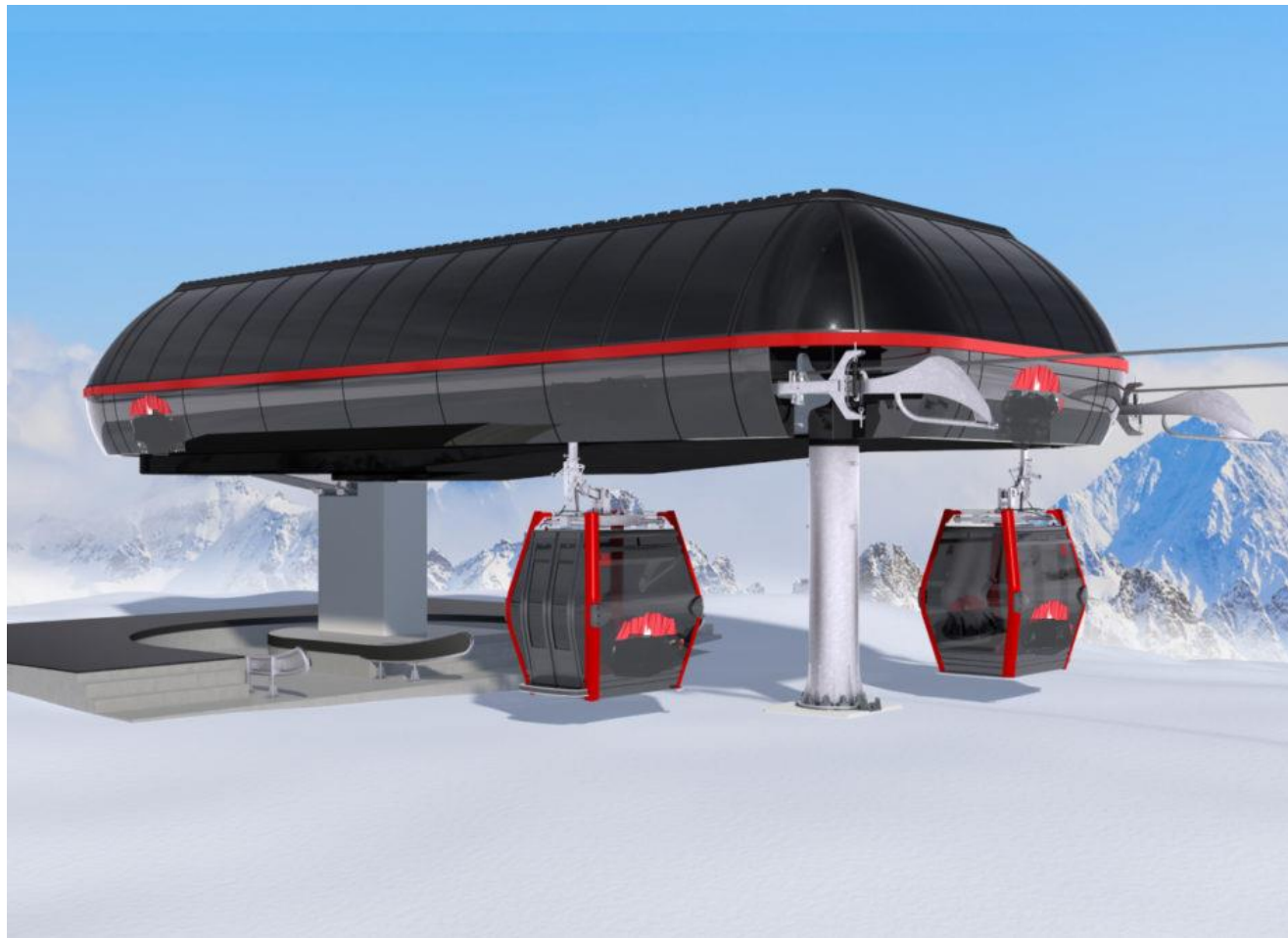


Fig. 22 Estación motriz

La cimentación que suele ser en forma de zapata corrida y subterránea es la primera parte de la estación. Sobre la cimentación se anclan los dos pies de apoyo, el primero de ellos suele ser de hormigón, y el segundo de metal. Sobre dichos pies se apoya la estructura principal o chasis de la estación.

En el chasis de la estación van apoyados todos los elementos mecánicos, mecanismos y accionamientos propios de la estación. En caso de que la estación sea también la encargada

de mantener la tensión del cable dentro de los valores calculados para el correcto funcionamiento, en esta estructura principal discurre, a través de un sistema de rodadura, el carro motriz el cual alberga igualmente en su interior los mecanismos y accionamientos propios del telecabina. Estos mecanismos y accionamientos son:

- Motor eléctrico
- Reductor
- Volante Motriz
- Freno de servicio
- Freno de emergencia
- Motor y accionamiento de socorro
- Transmisiones.

Además, sobre el chasis principal se apoya el sistema estructural que soporta la cubierta de la estación en caso de que la estación posea cubierta ya que es un aspecto de las estaciones que se puede elegir. Normalmente las estaciones motrices sí que llevan cubierta para proteger los mecanismos nombrados anteriormente, pero es la estación de retorno la que realmente no necesita para su correcto funcionamiento una cubierta.

A. **Motor eléctrico.** Es el componente que origina el movimiento. Puede ser de corriente continua y excitación variable o bien de corriente alterna con varios bobinados. Los sistemas actuales contemplan la opción de un motor eléctrico dispuesto con su eje en posición vertical sobre el eje de un reductor planetario y alineado con el volante motriz, este sistema reduce las pérdidas relativas a cambio de dirección del movimiento.



Fig. 23 Motor eléctrico

del propio motor eléctrico permite tener una velocidad de salida muy baja, del orden de velocidades necesario para mover el cable de este tipo de instalaciones.



Fig. 24 Reductor con ejes a 90°

B. **Reductor.** Es el elemento que transforma las altas revoluciones de salida del motor eléctrico en las adecuadas y necesarias para conseguir una velocidad lineal de la instalación que permita el acceso cómodo de los viajeros. Está formado por grupos de engranajes de diferentes tamaños y diámetros. En las últimas versiones de motores eléctricos destinados a instalaciones de este tipo no llevan reductor, porque el diseño

C. **Volante Motriz.** Se encuentra acoplado al eje de velocidad lenta del reductor y a través de él se produce el movimiento del cable. Está construida en perfiles y chapas de acero soldados y dispone de la pista de freno para la acción del freno de emergencia. Además, tiene la garganta revestida de un bandaje de goma que permite la adherencia con el cable; sobre este van insertados tornillos regulables para la puesta a tierra del cable tractor.



Fig. 25 Volante Motriz

D. **Freno de servicio.** Es el principal freno y está formado por un disco montado sobre el árbol de gran velocidad del reductor y por dos pinzas que actúan sobre él.

E. **Freno de emergencia.** Este actúa en casos de emergencia y está formado por unas pinzas que actúan directamente sobre la polea o volante motriz. Normalmente es de funcionamiento hidráulico.

F. **Motor y accionamiento de socorro.** Se trata de un motor auxiliar dispuesto a entrar en funcionamiento en caso de avería del motor eléctrico. Normalmente es un motor diesel al que se le acopla una transmisión hidrostática compuesta de bomba y motor hidráulico y que actúa directamente sobre la polea motriz a través de un piñón y corona dentada.

G. **Transmisiones.** Son elementos mecánicos intermedios que permiten la unión entre los sistemas que producen el movimiento, motor eléctrico y de socorro, y el reductor o volante, suelen ser sistemas de poleas y correas, juntas cardánicas y transmisiones de tipo hidrostático.

Para el tránsito del personal de mantenimiento existen a lo largo de toda la estación unas plataformas de trabajo construidas en chapa de tipo lagrimada.

El revestimiento de las estaciones se realiza por medio de una cubierta completa construida en chapa de acero la cual dispone de puerta de acceso y ventanales laterales. Esta cubierta apoya en la estructura principal de la estación. En el caso de la estación de retorno no es completamente fundamental cubrir la estación con una cubierta completa, de manera que existe la opción de instalar esta estación con una tipología más simple.

6.3. LÍNEA

La línea está compuesta por todos los elementos que se sitúan entre la estación motriz y la estación de reenvío.

Sus componentes fundamentales son:

- Pilonas
- Trenes de poleas
- Cable tractor-portador
- Vehículos.
- Línea eléctrica de seguridad

A- **Pilonas.** Son los elementos estructurales que soportan y permiten el apoyo y desplazamiento del cable y vehículos. Son generalmente torres construidas en chapa plegada soldada o bien, si las cargas son muy elevadas mediante estructuras de celosía. Estas se mantienen ancladas al suelo por medio de unos pernos de anclaje embebidos en su correspondiente cimentación, siendo esta variable en función de las cargas actuantes, dimensionándose para evitar el vuelco y deslizamiento de la piona.

Como protección superficial para evitar las oxidaciones y deterioro del metal, existen dos opciones, a base de tratamientos galvanicos, o de esmaltes sintéticos, siendo éstos normalmente de color que permita el mimetismo con el entorno.

Cada piona se compone de cuatro elementos fundamentales:

1. Fuste
 2. Ménsula
 3. Caballete elevador
 4. Plataformas de trabajo
- Los fustes son de altura variable en función del perfil topográfico y del diseño final del trazado. Todos se equipan con escalera y línea de vida para acceder a las partes superiores.
 - La ménsula normalmente va unida al fuste en su parte superior mediante una unión atornillada. Es el componente estructural donde se sitúan los trenes de poleas o balancines. Estos normalmente se sujetan mediante unas bridas atornilladas que permiten además la regulación del conjunto.
 - Caballete elevador. Es una estructura de tipo pórtico unida también a la ménsula, cuyo objetivo es permitir la colocación de los elementos auxiliares de mantenimiento para elevación del cable del apoyo.



Fig. 26 Piona

- Plataformas de trabajo. Se suspenden o bien de la ménsula o del propio fuste y permiten el tránsito en una longitud igual a la de los trenes de polea al personal de mantenimiento.

B. **Trenes de poleas.** Son los elementos móviles que permiten el desplazamiento del cable a lo largo de todo el recorrido. Están compuestos por diferentes números de poleas en función de las cargas que soporta cada apoyo. Normalmente forman grupos de dos poleas constituyendo balancines de 2, 4, 6, 8, 10 y 12 poleas. El contacto entre la polea y el cable se realiza a través de un bandaje de caucho.

C.



Fig. 27 Tren de poleas de línea

D. **Cable tractor-portador.** Permite el desplazamiento y soporte de los vehículos. Este forma un bucle cerrado cuyos extremos son la estación motriz y la estación de reenvío o retorno.

Están contruidos en acero y lo conforman un número determinado de cordones de diferentes diámetros de hilos de acero, que se entrelazan alrededor de un alma textil o sintética.

E. **Vehículos.** Se trata de vehículos cerrados o cabinas que permiten alojarse en su interior ocho pasajeros sentados, estos se sitúan cara a cara hacia el interior de la cabina. Este tipo de vehículos permite la entrada de personas discapacitadas en silla de ruedas, característica esta que les aventaja respecto de otro tipo de vehículos.



Fig. 28 Vehículos

Normalmente están contruidos con materiales ligeros como el aluminio y la fibra de vidrio.

Su unión al cable se materializa por medio de un mecanismo llamado pinza o mordaza construida en forja. Dispone en su interior un sistema de muelles que permiten el apriete necesario de la pinza al cable que imposibilita el deslizamiento o caída del vehículo.

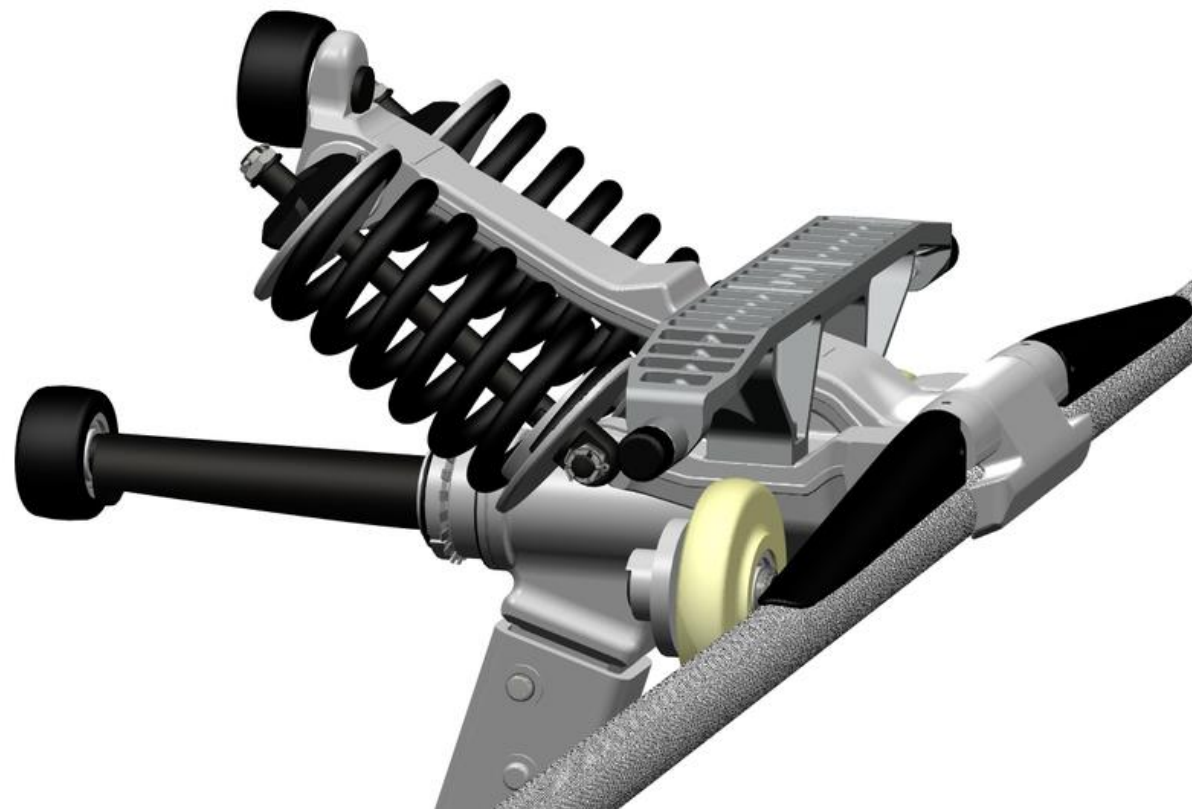


Fig. 29 Pinza

F. **Línea de seguridad.** La línea de seguridad de descarrilamiento del cable en la línea se controla mediante interruptores de varilla situados a la entrada y salida de cada balancín de poleas. En caso de descarrilamiento, el cable rompe la varilla y para automáticamente la instalación mediante el sistema de control automático que incorpora.

También se dispone en cada balancín de una polea pesada que bascula y rompe otra varilla independientemente de la posición del cable al descarrilar.

La línea de seguridad tiene doble circuito conectado a cada torre y cada balancín. En cada torre la conexión se realiza en forma de cruz, así una línea se conecta al lado de entrada de cada balancín y la otra al lado de salida. De esta manera se puede corroborar un descarrilamiento en las dos líneas simultáneamente.

La conexión de la línea al display del cuadro de maniobra se hace agrupando la señal de torres con toda la línea.

En este caso, la línea de seguridad será aérea.

6.4. ESTACIÓN DE REENVÍO

Al igual que la estación motriz se compone de un pie de sustentación que puede ser de hormigón o metálico, si es de hormigón se une mediante las armaduras a la cimentación y si es metálico la unión se realiza a través de pernos de anclaje.

En el caso de ser también de tensión, decisión que se tomará en el proyecto definitivo de construcción, dispondrá de los oportunos carriles donde deslice el carro tensor. Igualmente dispondrá como ya se ha indicado en el caso de motriz tensora de un cilindro hidráulico que transmite al cable la adecuada tensión.

A. **Sistema hidráulico de tensión.** Es el sistema que permite mantener el cable a la tensión adecuada, absorbiendo las dilataciones y los estiramientos del cable, así como las diferentes flechas del cable dependiendo de los estados de carga. Está formado por una central hidráulica conectada a un cilindro hidráulico. Este cilindro está anclado por un extremo a la estructura fija de la estación, que puede ser tanto la motriz como la de reenvío, y el otro extremo al carro móvil. Unos carriles unidos a la estructura fija,

permiten desplazarse al carro en el cual están instalados los diferentes mecanismos, o accionamientos de la estación.



Fig. 30 Central hidráulica de tensión

6.5. GESTIÓN DEL VEHÍCULO EN ESTACIÓN

Cada una de las estaciones comprende:

- Las trompetas que impiden la oscilación de los vehículos a la entrada y a la salida de la estación.
- Las poleas de desviación del cable hacia el volante.
- Las guías para los rodillos estabilizadores de los vehículos
- Las levas fijas (vigas) para la apertura/cierre de las pinzas (embrague/desembrague)
- Dispositivo de prueba de eficiencia de la pinza, que aseguran el correcto apriete de la misma.

- El tren de ruedas neumáticas para la progresiva aceleración o deceleración de los vehículos (grupo de sincronización). Con este tren de ruedas además de conseguir la deceleración o aceleración se consigue también el desplazamiento del vehículo por el interior de la estación, ya que ha sido desacoplado del cable.
- Un dispositivo espaciador formado también por ruedas neumáticas que se utiliza para conseguir la equidistancia entre vehículos en caso de que esta se haya perdido.
- El sistema de transmisión (toma de movimiento) para el accionamiento mecánico de las ruedas neumáticas.
- Un encoder solidario al primer rodillo de estación, tanto en entrada como en salida de estación que calcula que se cumpla equidistancia entre los vehículos.

El vehículo cuando entra en la estación se encuentra acoplado o embragado al cable portador-tractor; apoya sobre la guía de deslizamiento, mientras que la trompeta de entrada hace las veces de guía estabilizadora asegurando la entrada del vehículo de una manera recta, sin oscilar.



Fig. 31 Trenes de ruedas



Fig. 32 Entrada de estación

La leva de maniobra de cada una de las pinzas, viene guiada hasta la leva fija (viga) provocando la apertura de la pinza; contemporáneamente la guía de deslizamiento desplaza ligeramente el mecanismo hacia el exterior de la línea, permitiendo que el cable salga hacia abajo, sin ningún tipo de interferencia con las mordazas de la pinza. La desviación del cable viene realizada a través de dos grupos de poleas fijos verticales; dos de las poleas tienen la

función de realizar la toma de movimiento de todo el grupo de sincronización. Esta toma de movimiento proviene del cable.

En esta primera fase, el transporte de los vehículos viene asegurado por los primeros neumáticos del tren de deceleración, sincronizada con la velocidad del cable.

Una vez garantizada la salida del cable; la leva fija permite de una forma gradual el cierre espontáneo de la pinza, a través de la leva de maniobra; simultáneamente el tren de deceleración, compuesto de rodillos neumáticos decelera gradualmente el vehículo hasta una velocidad de máximo 1 m/s; adecuada para realizar el contorno de estación y que los pasajeros embarquen cómodamente.

El contorno de estación viene formado por un tren de rodillos neumáticos, llevando el vehículo del tren de deceleración hasta el tren de aceleración, a lo largo de una guía en perfil "U". En esta fase, el vehículo pasa la zona de desembarque /embarque de esquiadores, e incluso podría ser transportado a la plataforma de mantenimiento en caso de ser necesario a través de las agujas de cambio (solo estación inferior). En esta zona se encuentra el "espaciador", cuya función es controlar el intervalo entre dos vehículos consecutivos, y en caso de ser necesario, corregir su equidistancia.

El tren de aceleración es análogo al de deceleración; es decir, conduce una silla a velocidad gradualmente creciente hasta encontrar la leva fija que provoca la reapertura de la pinza permitiendo el sucesivo y espontáneo cierre sobre el cable portador-tractor. En el momento del embrague, la sincronización entre la velocidad del cable y la de los últimos neumáticos del tren acelerador asegura que la velocidad relativa entre el vehículo y el cable se aproximadamente igual a cero, evitando así cualquier tipo de desgaste.

$$(V_{pinza/cable} \approx 0)$$

Hay que precisar que todas las operaciones que se han descrito, se desarrollan en modo totalmente automático, sin ningún tipo de intervención por parte de los agentes de estación, los cuales pueden dedicarse a la vigilancia de las zonas de embarque/desembarque.

Cualquier tipo de disfunción provoca la parada automática de la instalación, y ésta viene inmediatamente visualizada en el ordenador de mando y control.

Todos los mecanismos vienen directamente o indirectamente accionados en modo mecánico por la acción del cable portador-tractor; siguiendo en modo instantáneo cualquier tipo de variación de velocidad, incluso en el caso de marcha atrás.

En ambas estaciones, el tren de deceleración toma el movimiento del cable sobre el lado de entrada, mientras que el tren acelerador hace lo mismo sobre el lado de salida; por tanto, ambas transmisiones están físicamente separadas. De este modo, se garantiza la sincronización entre la velocidad de los vehículos y la del cable tanto en la fase de embrague como de desembrague, e incluso en presencia del dispositivo de tensión, cuya velocidad instantánea del cable en las dos ramas podría ser ligeramente distinta a causa de los movimientos del cilindro hidráulico de tensión.

Las tomas de movimiento para cada uno de los lados son dobles, permitiendo incluso la explotación de la instalación, con reducción de las prestaciones, en caso de rotura de:

- una de las dos tomas de movimiento de un grupo de sincronización.
- completa de las dos tomas de movimiento de un lado, mediante acoplamiento con el otro grupo de sincronización.

6.6. TREN DE ACELERACIÓN Y DESACELERACIÓN

El tren decelerador está formado por una serie de ruedas neumáticas, las cuales actúan sobre el patín solidario a cada una de las pinzas; transportando cada vehículo a la velocidad periférica de cada rueda.

Los neumáticos vienen conectados entre sí y a la toma de movimiento mediante un sistema de correas trapeciales (doble correa debidamente dimensionada) y poleas ranuradas con el fin de obtener en cada punto la velocidad periférica deseada, es decir:

- una velocidad periférica igual a la del cable en la zona inicial de desembrague
- una velocidad periférica igual a la del contorno de estación en la zona final
- velocidad gradualmente decreciente en la zona intermedia

El funcionamiento de este tren es perfectamente reversible; es decir, puede funcionar también como acelerador en caso de retromarcha; esto también vale para el tren acelerador.

6.7. EQUIPO ELÉCTRICO. SEGURIDADES. COMUNICACIONES

El equipo eléctrico de control del telecabina está compuesto por:

- Armarios de maniobra en cada estación. A través de ellos se realiza el control de toda la instalación gracias a una serie de dispositivos electromecánicos conectados a unos autómatas programables que envían constantemente la información del telecabina a las CPU's. Gracias a sus pantallas se puede acceder a una completa información del estado de la instalación, tanto en la estación motora como reenvío.
- Botoneras de paro y control.
- Línea de señales eléctricas y de comunicaciones entre las dos estaciones. Esta línea de cables será aérea, apoyando en la parte superior de cada pila, para evitar así la excavación de cualquier tipo de zanja a lo largo de la línea.
- Anemómetros para el control de la velocidad del viento con alarma acústica y visual.
- Línea eléctrica de seguridad. La línea de seguridad de descarrilamiento del cable en la línea se controla mediante interruptores de varilla situados a la entrada y salida de cada balancín. En caso de descarrilamiento, el cable rompe la varilla y para automáticamente la instalación. La línea tiene doble circuito conectado a cada torre y balancín.

- Dinamo tacométrica. Instalada sobre la polea motriz, controla la velocidad de la línea en cada momento. Un circuito comparador analógico analiza permanentemente los valores de velocidad en línea y la del motor, detectando cualquier avería en la cadena cinemática.
- Toma a tierra mediante cable de acero galvanizado, conectando cada torre y estaciones.

Así mismo, en las estaciones se introducen distintos dispositivos de seguridad dedicados al control del correcto funcionamiento del equipamiento de estación (trenes de deceleración/aceleración, contorno de estación...):

- Dispositivos de control funcional de la eficacia de la mordaza: se trata de un grupo de sensores que tienen como finalidad, evitar que un vehículo con alguna anomalía en la fase de embrague pueda salir a la línea.
- Dispositivo de control geométrico del acoplamiento entre cable-pinza: se encuentran en la zona de embrague/desembrague y tienen como objetivo evitar que un vehículo sea enviado a la línea en caso de un apriete incorrecto, así como en el caso de presencia de una pinza deficiente.
- Dispositivos de control de posición de las agujas de cambio hacia la plataforma de mantenimiento/garaje.

La instalación incluye tres circuitos de parada de la instalación diferentes:

- a) Parada normal. Parada mediante rampa de desaceleración con entrada en funcionamiento del freno de servicio cuando la velocidad baja de 0,2 m/sg.
- b) Parada de servicio. Provoca la entrada en funcionamiento del freno de servicio y desconexión del equipo.
- c) Parada de emergencia. Provoca la entrada en funcionamiento de los frenos de servicio y emergencia, desconectándose al mismo tiempo el equipo.

Todo el tendido eléctrico entre estaciones, línea de seguridad, mando y control y comunicaciones será aéreo a través de las pilonas de apoyo.

6.8. CASETAS DE MANDO Y CONTROL

Casetas de mando y control en cada estación terminal de dimensiones suficientes para albergar los cuadros correspondientes.



Fig. 33 Sala de control

6.9. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES.

CARACTERÍSTICAS	
Código Instalación	TC8P BENASQUE
Denominación	Telecabina 8P Benasque
Capacidad Horaria	2400p/h
Velocidad servicio	6 m/s
Nº personas por vehículo	8
Masa de cada viajero	80 kg
Cable tipo	6x36 WSLD
Diámetro del cable	50 mm
Masa del vehículo vacío	830 kg
Motriz	Monte
Tensión	Valle
Acción del tensor	45.000 daN
Ancho de vía	6,4 m
Ramal de descenso	cargado
Viento sobre el vehículo fuera de servicio	No
Numero de pinzas por vehículo	1
Superficie vehículo cargado	4 m ²
Superficie vehículo vacío	4 m ²
Aceleración al arranque	0,2 m/s ²
Deceleración eléctrica	0,8 m/s ²
Viento en ejercicio	200 N/m ²
Viento fuera de servicio	1.200 N/m ²
Masa equivalente cadena cinemática	70.000 kg

CABLE TRACTOR PORTADOR	
Diámetro externo	50 mm
Sección metálica	1.021,00 mm ²
Masa unitaria	9,26 kg/m
Diámetro hilo externo	3,2 mm
Carga de rotura mínima	1.853 kN
CABLE LÍNEA DE SEGURIDAD	
Diámetro	10 mm
Masa unitaria	1,5 kg/m
Masa unitaria con hilo	5 kg/m
Diámetro cable con hielo	100 mm
Carga de rotura del cable	6,5 Kn
Sección metálica	39,43 mm ²
BALANCINES	
Tipo	Polea 460
Masa de la polea de soporte	10 kg
Masa de la polea de compresión	10 kg
Paso polea soporte	0,69 m
Paso polea compresión	0,61 m
Diámetro polea soporte	460 mm
Diámetro polea compresión	460 mm
Desviación máxima balancín soporte o compresión	4,5 °
Carga máxima polea soporte	9.000 N
Carga máxima polea compresión	6.500 N

Tabla 14 Características técnicas

6.9.1. CARACTERÍSTICAS LINEA

CARACTERÍSTICAS LÍNEA	
Longitud Horizontal	2.011,00 m
Desnivel	370,37 m
Longitud desarrollada	2.084,00 m
Vehículos por ramal (excluidas estaciones)	29

NÚMERO PUNTO	CÓDIGO PILONA	DISTANCIA PROGRESIVA CABLE (M)	ALT. TERRENO (M)	ALTURA PILONA (M)	COTA CABLE (M)	Nº RODILLO
1	R1	32,00	1130,00	5,00	1135,23	6
2	2	125,00	1132,32	15,00	1147,32	8
3	3	295,00	1138,23	15,00	1153,23	6
4	4	440,00	1150,00	15,00	1165,00	6
5	5	535,00	1155,28	15,50	1170,78	10
6	R5b	550,00	1159,44	15,70	1175,14	10
7	6	826,00	1300,00	15,00	1315,00	12
8	7	1025,00	1393,46	15,00	1408,46	10
9	8	1183,00	1456,11	20,00	1476,11	10
10	9	1199,00	1460,91	20,00	1480,91	10
11	10	1215,00	1465,00	19,00	1484,00	12
12	11	1520,00	1480,00	20,00	1500,00	10
13	12	1767,00	1505,00	15,00	1520,00	12
14	13	1889,00	1495,26	17,00	1512,26	6
15	R14	1995,00	1497,34	7,50	1504,84	4

Tabla 15 Características de línea.

7. CALCULO DE LINEA

7.1. MÉTODO DE CÁLCULO DE LÍNEA PARA LOS TELEFÉRICOS MONOCABLES CON VEHÍCULOS DISTRIBUIDOS UNIFORMEMENTE A LO LARGO DE CABLE DE ARRASTRE.

El programa de cálculo adoptado para las siguientes verificaciones es el conocido programa S.I.F. adoptado por multitud de diseñadores y fabricantes de teleféricos durante muchos años.

A continuación, se describe detalladamente la teoría de cálculo adoptada, los datos de entrada y las tablas resultantes del procesamiento con la simbología utilizada.

7.2. TEORÍA DE CÁLCULO

El procedimiento de verificación de la línea permite determinar el valor de las magnitudes características que describen el estado del cable en cada tramo (tensión, ángulos de entrada, flechas) y las acciones sobre los soportes (presiones, ángulos de presión, ángulos de desviación de cable y fricción sobre las poleas).

Se ha adoptado un algoritmo de cálculo generalizado capaz de tener en cuenta el efecto de cualquier carga concentrada en línea, aplicado a los vanos individuales mediante el uso de expresiones matemáticas derivadas de las siguientes consideraciones.

7.3. TENSIONES Y ÁNGULOS DE ENTRADA DE CABLE EN CADA TRAMO

Consideremos el estiramiento de cable entre dos apoyos consecutivos e identifiquemos las variables inicialmente conocidas:

- l = longitud horizontal del tramo

- d = diferencia de altura del tramo
- Ci = longitud inclinada del tramo = $(l^2 + d^2)^{1/2}$
- Pv = masa del vehículo
- nc = número total de vehículos en el vano
- Boj = distancia horizontal de un vehículo desde el extremo superior
- Qf = masa unitaria de cable
- Tk = tensión en cable en el extremo de abajo
- alfa = ángulo de cable entre A y B = $\text{ATN}(d/l)$
- ac = valor de aceleración/desaceleración para los transitorios de arranque y frenado

Habiendo liberado el extremo inferior A, escribimos la expresión del equilibrio de fuerzas en el tramo con respecto al vértice del extremo superior B:

$$T_k * \text{SEN}(\beta) * C_i = Q_f * C_i * l/2 + \sum(P_v(j) * B_o(j))$$

de la cual obtenemos el valor de beta

$$\beta = \text{ARCSEN}(1/T_k * (Q_f * l/2 + \sum(P_v(j) * B_o(j) / C_i))$$

desde el cual el ángulo de entrada a valle

$$a_v = \alpha - \beta$$

y por lo tanto los componentes horizontales y verticales de la tensión

$$H_k = T_k * \text{COS}(a_v)$$

$$N_k = T_k * \text{SEN}(a_v)$$

El componente horizontal de la tensión es constante a lo largo de todo el tramo, mientras que ahora se puede determinar el componente vertical de la tensión en el extremo superior (B).

$$N_v = N_k + Q_f * C_i + P_v * n_c$$

y finalmente la tensión en cable en el extremo superior es

$$T_v = (H_k^2 + N_v^2)^{1/2}$$

El valor de tensión a monte del vano puede estar sujeto a variaciones debido a la inercia de las masas en el intervalo sujetas a la aceleración de arranque (+) o de frenado (-), lo que resulta en:

$$G = \text{aceleración de la gravedad}$$

$$M_i = \text{masa en el intervalo} = (Q_f * C_i + P_v * n_c) / G$$

$$K_s = \text{dirección de la fuerza de inercia}$$

$$(+ 1) \text{ para la rama de escalada hacia adelante}$$

$$(- 1) \text{ para la rama de descenso hacia adelante}$$

$$T_v = T_v + M_i * a_c * K_{sd}$$

7.4. TENSIÓN, PRESIÓN Y DESVIACIÓN DE CABLE EN EL SOPORTE

Después de haber determinado la tensión en la entrada de cable en el balancín superior del vano, es posible calcular la tensión inferior del siguiente vano con su ángulo de entrada y luego la presión (en valor y dirección) de cable en el soporte entre los dos vanos. Sin embargo, el cálculo no es inmediato, sino que requiere un procedimiento de aproximaciones sucesivas porque el valor y el ángulo de la tensión en cable que sale del transportador de poleas depende de la fricción en el mismo, la fricción a su vez es proporcional a la presión de cable en el transportador de poleas, presión que a su vez depende de la diferencia de los ángulos de entrada y salida de cable en el balancín y del valor de la tensión en el soporte. Las expresiones utilizadas para la verificación, teniendo en cuenta también las posibles fuerzas de inercia, son las siguientes:

- am = ángulo de entrada del tramo por debajo del soporte (entrada de polea)

- av = ángulo de entrada del tramo anterior al soporte (salida del transportador de poleas)

- m_{rul} = masa de la polea con función de apoyo
- n_r = Número de poleas en el transportador de poleas
- T_p = Tensión en el soporte (en el centro del transportador de poleas)
- D_p = Desviación de cable en el transportador de poleas ($a_m - a_v$)
- P_p = Presión de cable de polea
- A_t = Fricción de cable-polea (porcentaje o unidad absoluta)
- V_{atio} = Valor total de la fricción en todo el transportador de poleas
- $V_{atio} = E_n * n_r / 2$ suposición de fricción absoluta
- $V_{atio} = A / 100 * P_p / 2$ porcentaje de fricción supuesto
- $D_p = (a_m - a_v) / 2$
- $P_p = 2 * T_p * \text{SEN} (D_p / 2)$
- $T_p = T_v + (V_{att} + m_{rul} / G * a_c) * K_{sd} / 2$
- $T_k = T_p + (V_{att} + m_{rul} / G * a_c) * K_{sd} / 2$

Considerando inicialmente nula la fricción en el transportador de poleas, los valores de T_p y T_k quedan determinados en una primera aproximación, para la cual se calcula el ángulo de entrada a_v , la desviación D_p , la presión P_p y la fricción V_{att} . Este ciclo de cálculo se repite hasta que el valor de fricción no varía más que un mínimo preestablecido (por ejemplo, 0,1).

7.5. FLECHAS, DESARROLLOS, ELONGACIONES ELÁSTICAS DE CABLE EN VANO.

Flechas: los valores debidos a la carga uniformemente distribuida (peso propio de cable) y a las cargas concentradas (vehículos presentes en el vano) se calculan por separado. La desviación global se obtiene aplicando el método de superposición de efectos.

Carga distribuida:

- T_m = tensión en la línea central = $(T_k + T_v) / 2$ - F_m = desviación en la línea central = $Q_f * C_i^2 / 8 * T_m$
- S_v = desarrollo de cable = $8/3 * F_m^2 * \text{COS}(\alpha)^2 / C_i$ Carga concentrada:
- F_v = desviación de la carga $P_v = P_v (l - B_{oj}) * B_{oj} / (l * H_k)$
- F_{vm} = Flecha F_v llevada en la línea central Flecha general en la línea central:
- F_{mtot} = desviación de la línea central = $F_m + F_{vm}$

Desarrollos: El desarrollo de cable en extensión debe tener en cuenta la configuración exacta que asume cable debido a las cargas distribuidas y concentradas. Por esta razón determinamos, para cada tramo simple, primero la posición geométrica de los puntos de sujeción de las cargas a cable, identificando los tramos simples de cable entre dos vehículos consecutivos y luego calculamos los desarrollos de las catenarias (sin carga de cabinas) subordinadas a los vanos simples; el procedimiento es el siguiente:

1. DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN TOTAL DE LOS VEHÍCULOS. SE CONOCEN LOS TRES PUNTOS DE PASO DE CABLE DESNUDO EN EL VANO, LOS EXTREMOS DEL VALLE ($X_1=0$, $Y_1=0$), EL EXTREMO DE LA MONTAÑA ($X_2=L$, $Y_2=D$) Y EL PUNTO CENTRAL ($X_3=(X_1+X_2)/2$, $Y_3=(Y_1+Y_2)/2$). LA ECUACIÓN QUE DESCRIBE EL PASO DE UNA CURVA A TRAVÉS DE TRES PUNTOS TOMA LA SIGUIENTE FORMA

$$K_1 * X^2 + K_2 * X + K_3$$

Los valores de los coeficientes K_1 , K_2 , K_3 son inmediatamente obtenibles (por ejemplo, con el método de Kramer). Se obtiene entonces el valor de la desviación en correspondencia con la posición de la carga P_v .

$$X = (l - B_{oj})$$

$$F_f = X * \text{TAN}(\alpha) - Y(X)$$

$$F_{vt} = F_f + F_v$$

2. determinación de los acordes de todas las secciones entre las cargas presentes en el vano

l_i = longitud horizontal de cable

d_e = Diferencia de altura de cable

C_i = valor de la cadena

3. cálculo de los desarrollos de cable para cada tramo considerado

$$F_i = Q_f * l_i^2 / (8 * H_k * \cos(\alpha))$$

$$S_{vi} = 8/3 * F_i * \cos(\alpha)^2 / C_i$$

4. la longitud total de cable en el tramo

$$S_{vtot} = S_{vi}$$

Alargamiento **elástico: el alargamiento** elástico se determina para cada tramo.

aplicando la ley de Hooke:

- E = módulo de elasticidad de cable
- T_m = tensión media en el intervalo
- A = sección de metal de cable
- S_{vtot} = desarrollo de la catenaria en el vano
- $Allc$ = alargamiento elástico de la sección de cable en extensión
- $Allc = T * S_{vtot} / (E * A)$

La elongación elástica total será la suma de la de los tramos individuales.

7.6. MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO POR EL PROGRAMA PARA SISTEMAS DE UN SOLO CABLE CON CARGAS DISTRIBUIDAS

Por regla general y con las excepciones que se mencionan a continuación, el cálculo se realiza bajo el supuesto convencional (de acuerdo con la normativa vigente) de que la masa de los vehículos está uniformemente distribuida a lo largo de cable, y luego utilizando las fórmulas clásicas que interpretan con una parábola la configuración geométrica de cada vano.

De este modo, el régimen de tensión de cable puede calcularse en función de la carga atribuida a cada vano, de la dirección del recorrido, de la eventual aceleración, pero no está influenciado por la posición del tren de carga a lo largo de la instalación y dentro de cada vano.

Una vez que se ha determinado el régimen de tensión del vano de la manera antes mencionada, algunos parámetros fundamentales como las flechas y las inclinaciones máximas de la trayectoria se calculan en cambio teniendo en cuenta la posición real de las cargas concentradas en el vano considerado situadas en la posición más desfavorable.

La carga distribuida uniformemente atribuida a cada tramo puede ser una de las siguientes (masa distribuida expresada en daN/m);

p_n cable desnudo sin carga

p_q vehículos cargados a la mínima interdistancia

p_v vehículos vacíos al mínimo espacio

7.6.1. TENSIÓN INICIAL

Para la conveniencia de la tabulación y el diseño interactivo, el programa está diseñado para empezar siempre desde la tensión de cable en la estación del valle, independientemente de

la posición del contrapeso. Esta tensión se conoce inmediatamente sólo en el caso de un sistema con tensión en la estación motriz de abajo y de arriba.

En todos los demás casos, el programa para cada condición de carga parte de un par de valores de intento TV1 y TV2 para las tensiones a ambos lados de la polea de bajada, y realiza un cálculo completo de la línea por separado para los dos ramales hasta determinar las tensiones correspondientes TM1 y TM2 en la estación de subida. En general, estos valores no serán congruentes con las características de la instalación, por lo que el programa corrige las tensiones

TV1 y TV2 y repetir el cálculo hasta obtener condiciones congruentes. Estas condiciones son las siguientes, indicando por 'C' la masa del contrapeso (que se supone está en kg) y por 'g' la aceleración de la gravedad:

- Si el contrapeso está por encima y la unidad de tracción aguas abajo, tendrá que ser

$$TM1 = g C / 2$$

$$TM2 = g C / 2$$

los valores iniciales TV1 y TV2 se corrigen entonces por las cantidades

$$dT1 = g C / 2 - TM1$$

$$dT2 = g C / 2 - TM2$$

y el cálculo se repite iterativamente hasta que las cantidades dT1 y dT2 son insignificantes: la convergencia es en este caso muy rápida, y los valores finales de TV1 y TV2 representan directamente la tracción en las dos ramas de la polea motriz.

- Si el contrapeso y el cabrestante están río arriba, tendrá que ser así:

$$TV1 = TV2 \text{ (condición establecida)}$$

$$TM1 + TM2 = g C$$

La tensión inicial TV1 = TV2 se corrige con las cantidades $dT1 = dT2 = (g C - TM1 - TM2) / 2$ y la iteración continúa hasta que esta cantidad es insignificante; sin embargo, la convergencia

es más lento que en el caso anterior, y los tiradores de la polea de transmisión son ahora TM1 y TM2.

- Si el contrapeso y el cabrestante están río abajo, tendrá que ser así:

$$TV1 + TV2 = g C \text{ (condición establecida)}$$

TM1 = TM2 las tensiones iniciales TV1 y TV2 son corregidos por las cantidades:

$$dT1 = (TM1 - TM2) / 2$$

$$dT2 = - dT1$$

y la iteración continúa hasta que esta cantidad es insignificante; los tirones de la polea son ahora TV1 y TV2.

7.6.2. CÁLCULOS CON CARGAS DISTRIBUIDAS

Una vez que se conoce la tensión en la polea de bajada para la configuración que se examina, el programa calcula primero la fricción de la estación considerando en cada rama una presión total en las poleas de la estación igual al valor fijado por el usuario durante la carga de los datos generales de la instalación; a esta carga (cuyo valor puede modificarse eventualmente durante el diseño interactivo) se le atribuye el mismo coeficiente de fricción aplicado en las poleas de la línea. El cálculo de la configuración de la línea continua con las siguientes fórmulas, con el significado obvio de los símbolos.

- Ángulo a valle y a monte del vano:

$$av = a - \text{AARCSEN}(p g l / (2 TM))$$

$$am = a + \text{ARCSEN}(p g l / (2 TV'))$$

donde TM y TV' son las tensiones de cable respectivamente, por encima del soporte anterior (es decir, por debajo del tramo) y a es el ángulo de cable.

- desviación en el soporte:

$$d = av - am$$

- tensión de tramo horizontal:

$H = (TM \cos(av) + TV' \cos(am)) / 2$ - desviación en el apoyo:

$$d' = a'm - av$$

donde (a'm) y (av) son las inclinaciones de cable por encima del tramo anterior y por debajo del siguiente tramo, es decir, respectivamente por debajo y por encima del soporte en examen.

- presión sobre el soporte

$$P = (TV + TM) \sin d/2$$

- Inclinación de P en la vertical:

$$g = (a'm + av) / 2$$

- Fricción en el soporte:

$$A = f |P|$$

- Inercia del vano:

$$Ic = a p L$$

- inercia del transportador de poleas:

$$I_r = a r M_r$$

Donde r es el número de poleas en el soporte y Mr la masa periférica de cada polea.

La tensión TM de cable, por encima de un soporte, se obtiene a partir de la tensión TV, por debajo del mismo soporte, sumando la fricción A y la inercia de las poleas Ir, pero la fricción depende de la carga P y por tanto de la desviación d y por tanto del ángulo av, que a su vez depende de la tensión TM; caemos por tanto en un círculo vicioso que se resuelve por medio de iteraciones rápidamente convergentes.

La tensión de la TV que sigue al siguiente soporte se obtiene añadiendo a la TM:

- El componente de peso del vano ($p g dh$)

- La inercia del vano (Ic)

El cálculo continúa de esta manera hasta la estación superior; la tensión de cable en el volante superior se calcula entonces sumando la fricción de la estación de manera similar a la estación inferior. En los cálculos anteriores entran en juego los parámetros geométricos de la línea (idénticos para cada configuración de carga) y algunos parámetros físicos que varían según la configuración de carga considerada; estos últimos son:

- El coeficiente de fricción f, que puede ser positivo, negativo o nulo;

- La aceleración "a", que normalmente es cero en todas las configuraciones detalladas en la tabla, pero asume los valores de diseño reales en las configuraciones consideradas en la tabla FUERZAS AL VOLANTE MOTRIZ;

- La masa unitaria de la línea "p", cuyo valor se elige entre los valores "pn", "pq", "pv", "pv1" descritos en el párrafo anterior y es en general diferente tramo por tramo dentro de la misma configuración.

7.6.3. CÁLCULOS CON CARGAS CONCENTRADAS

Las flechas de los vanos, las inclinaciones mínimas y máximas de la trayectoria y el desarrollo de los vanos se calculan a partir de la tensión horizontal H del vano considerando la posición real más desfavorable del tren de carga accidental dentro del vano.

La flecha se calcula con la siguiente fórmula:

$$f = (pn L + 2 Neq Qc) g / (8 H) \text{ donde:}$$

pn es la masa unitaria de cable desnudo

Qc es la masa del vehículo cargado

H es la tensión del vano

Neq es un parámetro adimensional que tiene en cuenta el número de cargas que pueden persistir en el vano y se calcula con el siguiente bucle:

$$Neq = 1$$

PARA $K = 1$ A $INT(L/D/2)$

$$N_{eq} = N_{eq} + 2 - 4 K D/L$$

NEXT K

Se puede ver inmediatamente que para $L = < 2D$ (donde D es la equidistancia entre las cargas) tenemos $N_{eq} = 1$, y la fórmula anterior coincide con la expresión de la desviación en un tramo con una sola carga en la línea central; el desarrollo del vano se calcula con la fórmula:

$$S = L + ds = L + 8 f^2 \cos^2(\alpha) / (3 L)$$

El desarrollo calculado de esta manera, a partir de la flecha calculada con cargas concentradas, resulta aproximado por exceso.

Las inclinaciones máximas y mínimas de la trayectoria de las cargas concentradas se calculan basándose en el valor mínimo de la tensión H usando la fórmula:

$$Z = ARCTAN(H \tan(\alpha) \pm g (pn L/2 + (M_{eq} - 1/2) Q_c) / H)$$

Donde M_{eq} es un parámetro adimensional que tiene en cuenta el número de cargas que pueden incidir en el vano y se calcula con el siguiente bucle:

$$M_{eq} = 1$$

PARA $K = 1$ A $INT(L/D)$

$$M_{eq} = M_{eq} + 1 - K D/L$$

NEXT K

Se puede verificar inmediatamente que para $L = < D$ tenemos $M_{eq} = 1$ y la fórmula anterior coincide con la expresión de la inclinación de la trayectoria de un teleférico de ida y vuelta cerca del zapato de un soporte.

7.6.4. TENSIÓN EN LA POLEA DE TRACCIÓN

Para cada una de las configuraciones de carga el programa realiza todo el procedimiento ilustrado en los párrafos anteriores, determinando además la tensión media de todo el bucle

de cable. El cálculo de los diversos parámetros ilustrados en cada fila del cuadro es, por lo tanto, inmediato, de hecho:

T_1 y T_2 son inmediatamente obtenibles con el procedimiento descrito en el punto anterior;

$T - t$ es igual a $T_1 - T_2$ si el accionamiento se encuentra en monte y será igual a $T_2 - T_1$ si el accionamiento se encuentra en la estación inferior;

T / t es igual a T_1 / T_2 si $T_1 > T_2$ mientras que es T_2 / T_1 si $T_2 < T_1$

Inercia del sistema

$$INARG = Cable * a$$

Esfuerzo periférico en la rueda

$$PERIF = T - t + INARG$$

$$kW = PERIF * v / \mu$$

Donde v = velocidad de la instalación (m/s)

μ = eficiencia del cabrestante (por mil) establecida igual a 850 si $PERIF > = 0$ y 1080 si $PERIF < 0$

La carrera del tensor se calcula con respecto a una posición de referencia ficticia correspondiente a un cable de peso y tensión nulos. Con respecto a esta posición de referencia, un aumento de las flechas provoca una carrera negativa, mientras que un alargamiento elástico provoca una carrera positiva; por lo tanto, el parámetro que se muestra en la tabla es válido:

$$Carrera = (c_i T_i / EA - D_{si})$$

Donde la suma se extiende a las dos ramas de cable y el significado de los símbolos es el siguiente:

c_i es la longitud del acorde del vano i ;

T_i es la tensión media del vano i ;

E es el módulo elástico de cable, fijado por el operador durante la fase de entrada de datos generales;

A es la sección metálica del cable;

D_{Si} es la diferencia entre el desarrollo de la carrera y el vano i .

La carrera calculada de esta manera no tiene en cuenta ni la variación térmica ni las variaciones elásticas.

GALIBOS

Los galibos se calculan como la diferencia entre la altura de cable y el terreno.

El programa escanea todo el perfil a intervalos constantes iguales al valor del INTERVALO DE ESCANEADO DE PERFILES dado en el resumen de datos de entrada. Para cada punto que calcula:

- La altura de cable, suponiendo que el vano tiene una forma parabólica con una desviación igual a la ya calculada para la situación de carga en cuestión;
- La elevación del terreno, con interpolación lineal entre los puntos de elevación inmediatamente anteriores y posteriores.

La diferencia de altura se imprime sólo si es mayor o menor que los valores límite declarados (GALIBO MÍNIMO y GALIBO MÁXIMO en el resumen de datos de entrada).

7.7. PERFIL DEL TERRENO

Se adjunta la entrada del perfil del terreno en el programa de cálculo.

PUNTO Nº	CÓDIGO PUNTO	PROGRESIVA AL SUELO (M)	ALTITUD TERRENO (M)
1		0,00	1130,00
2		14,00	1130,00
3		22,00	1130,00
4		243,93	1135,00
5		323,00	1140,00
6		381,00	1145,00
7		436,00	1150,00
8		452,00	1150,00
9		456,00	1150,00
10		534,00	1155,00
11		552,00	1160,00
12		562,00	1165,00
13		572,00	1170,00
14		585,00	1175,00
15		604,00	1180,00
16		615,00	1185,00
17		627,00	1190,00
18		641,00	1195,00
19		657,00	1200,00
20		666,00	1205,00
21		677,00	1210,00
22		688,00	1215,00
23		696,00	1220,00
24		702,00	1225,00
25		713,00	1230,00
26		723,00	1235,00
27		730,00	1240,00
28		742,00	1245,00
29		752,00	1250,00
30		759,00	1255,00
31		766,00	1260,00
32		775,00	1265,00
33		782,00	1270,00
34		788,00	1275,00
35		797,00	1280,00
36		804,00	1285,00
37		809,00	1290,00
38		816,00	1295,00
39		826,00	1300,00

40	833,00	1305,00
41	843,00	1310,00
42	851,00	1315,00
43	863,00	1320,00
44	874,00	1325,00
45	891,00	1330,00
46	906,00	1335,00
47	917,00	1340,00
48	928,00	1345,00
49	941,00	1350,00
50	950,00	1355,00
51	959,00	1360,00
52	967,00	1365,00
53	977,00	1370,00
54	984,00	1375,00
55	995,00	1380,00
56	1006,00	1385,00
57	1016,00	1390,00
58	1029,00	1395,00
59	1042,00	1400,00
60	1056,00	1405,00
61	1070,00	1410,00
62	1085,00	1415,00
63	1099,00	1420,00
64	1111,00	1425,00
65	1122,00	1430,00
66	1133,00	1435,00
67	1144,00	1440,00
68	1154,00	1445,00
69	1165,00	1450,00
70	1179,00	1455,00
71	1197,00	1460,00
72	1208,00	1465,00
73	1270,00	1465,00
74	1370,00	1460,00
75	1439,00	1460,00
76	1456,00	1465,00
77	1473,00	1470,00
78	1482,00	1475,00
79	1506,00	1480,00
80	1542,00	1480,00
81	1558,00	1475,00
82	1571,00	1470,00
83	1588,00	1465,00
84	1618,00	1465,00
85	1632,00	1470,00
86	1645,00	1475,00
87	1656,00	1480,00

88	1676,00	1485,00
89	1716,00	1490,00
90	1728,00	1495,00
91	1738,00	1500,00
92	1755,00	1505,00
93	1780,00	1505,00
94	1797,00	1500,00
95	1894,00	1495,00
96	1943,00	1495,00
97	2054,00	1500,00

Tabla 16 Perfil del terreno

7.7.1. GEOMETRÍA DE LÍNEA

NÚMERO PUNTO	CÓDIGO PILONA	DISTANCIA PROGRESIVA CABLE (M)	ALT. TERRENO (M)	ALTURA PILONA (M)	COTA CABLE (M)	Nº RODILLO
1	R1	32,00	1130,00	5,00	1135,23	6
2	2	125,00	1132,32	15,00	1147,32	8
3	3	295,00	1138,23	15,00	1153,23	6
4	4	440,00	1150,00	15,00	1165,00	6
5	5	535,00	1155,28	15,50	1170,78	10
6	R5b	550,00	1159,44	15,70	1175,14	10
7	6	826,00	1300,00	15,00	1315,00	12
8	7	1025,00	1393,46	15,00	1408,46	10
9	8	1183,00	1456,11	20,00	1476,11	10
10	9	1199,00	1460,91	20,00	1480,91	10
11	10	1215,00	1465,00	19,00	1484,00	12
12	11	1520,00	1480,00	20,00	1500,00	10
13	12	1767,00	1505,00	15,00	1520,00	12
14	13	1889,00	1495,26	17,00	1512,26	6
15	R14	1995,00	1497,34	7,50	1504,84	4

Tabla 17 Geometría de la línea

7.7.2. GEOMETRÍA DE VANOS Y PENDIENTES

NOMBRE APOYO CABLE	PROGRESIVA APOYO CABLE (M)	COTA APOYO CABLE (M)	Nº RODILLOS RAMAL SUBIDA (N)	Nº RODILLOS RAMAL BAJADA (N)	NOMBRE VANO	LONGITUD HORIZONTAL (M)	DESNIVEL VANO (M)	CUERDA VANO (M)	PENDIENTE VANO (%)
ST	10,00	1135,00	0,00	0,00					
					ST - EBT	14,00	0,05	14,00	0,32
EBT	24,00	1135,05	3,00	3,00					
					EBT - R1	8,00	0,18	8,00	2,25
R1	32,00	1135,23	6,00	6,00					
					R1 - 2	93,00	12,10	93,78	13,01
2	125,00	1147,32	8,00	8,00					
					2 - 3	170,00	5,91	170,10	3,48
3	295,00	1153,23	6,00	6,00					
					3 - 4	145,00	11,77	145,48	8,12
4	440,00	1165,00	6,00	6,00					
					4 - R5	95,00	5,78	95,18	6,08
R5	535,00	1170,78	10,00	10,00					
					R5 - R5b	15,00	4,37	15,62	29,11
R5b	550,00	1175,14	10,00	10,00					
					R5b - 6	276,00	139,86	309,41	50,67
6	826,00	1315,00	12,00	12,00					
					6 - 7	199,00	93,46	219,85	46,97
7	1025,00	1408,46	10,00	10,00					
					7 - 8	158,00	67,65	171,87	42,82
8	1183,00	1476,11	10,00	10,00					
					8 - 9	16,00	4,80	16,70	29,99
9	1199,00	1480,91	10,00	10,00					
					9 - 10	16,00	3,09	16,30	19,32
10	1215,00	1484,00	12,00	12,00					
					10 - 11	305,00	16,00	305,42	5,25
11	1520,00	1500,00	10,00	10,00					
					11 - 12	247,00	20,00	247,81	8,10
12	1767,00	1520,00	12,00	12,00					
					12 - 13	122,00	-7,74	122,25	-6,35
13	1889,00	1512,26	6,00	6,00					
					13 - R14	106,00	-7,42	106,26	-7,00
R14	1995,00	1504,84	4,00	4,00					
					R14 - EBB	40,00	0,30	40,00	0,75
EBB	2035,00	1505,14	3,00	3,00					
					EBB - SB	5,00	0,23	5,01	4,50
SB	2040,00	1505,37	0,00	0,00					

Tabla 18 Geometría de vanos y pendientes

VANO NÚM.	T(MAX) T(MIN) (DAN)	F(MAX) F(MIN) (M)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADOS)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADOS)	PILONA NÚM.	TS(MAX) TS(MIN) (DAN)	D(MAX) D(MIN) (GRADOS)	P(MAX) P(MIN) (DAN)	AT(MAX) AT(MIN) (DAN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADOS)	PU(MAX) PU(MIN) (DAN)
3 4	23.179 22.448	3,42 2,38	2,24 -1,88	11,55 7,51								
					4	23.120 22.598	10,20 7,18	4.058 2.851	122 86	6 6	1,70 1,20	676 475
4 R5	23.192 22.554	1,93 0,87	-1,85 1,77	8,74 5,14								
					R5	23.131 22.635	-10,62 -7,32	-4.221 -2.938	127 88	10 10	-1,06 -0,73	-422 -294
R5 R5b	23.454 22.578	0,16 0,01	-16,06 -13,39	18,73 16,40								
					R5b	23.452 22.597	-3,77 1,13	-1.493 454	45 1	10 10	-0,38 0,11	-149 45
R5b 6	27.493 22.577	14,31 10,06	-20,59 -15,28	36,53 32,52								
					6	27.377 25.200	16,80 12,48	7.739 5.590	232 168	12 12	1,40 1,04	645 466
6 7	29.990 25.117	6,67 4,44	-21,32 -17,57	31,97 28,82								
					7	29.897 26.897	12,38 9,56	6.269 4.538	188 136	10 10	1,24 0,96	627 454
7 8	31.548 26.829	3,87 2,65	-20,48 -17,46	28,69 25,87								
					8	31.463 28.323	12,13 9,55	6.623 4.760	199 143	10 10	1,21 0,96	662 476
8 9	31.709 28.247	0,17 0,01	-16,56 -15,05	18,92 16,83								
					9	31.641 28.246	8,12 6,03	4.478 2.983	134 89	10 10	0,81 0,60	448 298
9 10	31.602 28.201	0,12 0,01	-10,80 -8,93	12,92 11,07								
					10	31.474 28.121	17,58 13,98	9.530 6.942	286 208	12 12	1,46 1,17	794 578
10 11	31.838 28.013	11,15 8,33	6,51 2,61	12,51 8,67								
					11	31.731 28.208	13,51 9,58	7.233 4.788	217 144	10 10	1,35 0,96	723 479
11 12	32.120 28.135	7,35 5,38	3,27 -0,29	12,31 8,95								
					12	31.970 28.432	18,12 16,39	10.057 8.163	302 245	12 12	1,51 1,37	838 680
12 13	31.820 28.130	2,14 1,68	8,62 5,77	1,48 -1,43								
					13	31.569 28.075	7,51 6,12	3.694 3.341	111 100	6 6	1,25 1,02	616 557
13 R14	31.518 27.837	1,79 1,20	8,64 5,86	0,78 -2,12								
					R14	31.249	-1,17	-624	19	4	-0,29	-156

VANO NÚM.	T(MAX) T(MIN) (DAN)	F(MAX) F(MIN) (M)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADOS)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADOS)	PILONA NÚM.	TS(MAX) TS(MIN) (DAN)	D(MAX) D(MIN) (GRADOS)	P(MAX) P(MIN) (DAN)	AT(MAX) AT(MIN) (DAN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADOS)	PU(MAX) PU(MIN) (DAN)
						27.831	0,71	350	1	4	0,18	88
R14 EBB	31.248 27.825	0,52 0,06	2,18 -0,10	3,11 0,77								
					EBB	31.233 27.823	-1,77 0,57	-966 305	29 1	3 3	-0,59 0,19	-322 102
EBB SB	31.219 27.753	0,04 0,00	-2,54 -0,74	3,52 2,62								

Tabla 19 Verificación Hidráulica SC/BV

VANO NÚM.	T(MAX) T(MIN) (DAN)	F(MAX) F(MIN) (M)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADOS)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADOS)	PILONA NÚM.	TS(MAX) TS(MIN) (DAN)	D(MAX) D(MIN) (GRADOS)	P(MAX) P(MIN) (DAN)	AT(MAX) AT(MIN) (DAN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADOS)	PU(MAX) PU(MIN) (DAN)
3 4	23.177 22.468	3,42 3,36	2,24 -1,07	11,55 8,43								
					4	23.118 22.636	10,20 9,64	4.058 3.857	122 116	6 6	1,70 1,61	676 643
4 R5	23.189 22.576	1,93 1,18	1,77 -1,45	8,74 5,56								
					R5	23.129 22.721	-9,98 -7,33	-4.022 -2.942	121 88	10 10	-1,00 -0,73	-402 -294
R5 R5b	23.452 22.671	0,16 0,01	-16,06 -13,39	18,73 16,40								
					R5b	23.450 22.708	-1,15 1,13	-461 454	14 1	10 10	-0,11 0,11	-46 45
R5b 6	27.491 22.706	14,31 13,84	-18,32 -15,28	36,53 34,29								
					6	27.375 26.377	16,80 16,17	7.739 7.694	232 231	12 12	1,40 1,35	645 641
6 7	29.988 26.262	6,67 5,87	-20,23 -17,57	31,97 29,80								
					7	29.895 28.764	12,38 11,93	6.269 6.139	188 184	10 10	1,24 1,19	627 614
7 8	31.546 28.671	3,87 3,45	-19,84 -17,46	28,69 26,51								
					8	31.461 30.882	12,13 10,31	6.625 5.653	199 170	10 10	1,21 1,03	663 565
8 9	31.706 30.789	0,17 0,01	-16,56 -15,05	18,92 16,83								
					9	31.639 30.784	8,12 6,03	4.477 3.238	134 97	10 10	0,81 0,60	448 324
9 10	31.600 30.735	0,12 0,01	-10,80 -8,93	12,92 11,07								
					10	31.472 30.629	17,58 15,60	9.529 8.540	286 256	12 12	1,46 1,30	794 712
10 11	31.835 30.494	11,15 10,79	6,51 4,08	12,51 10,23								
					11	31.729 30.722	13,50 12,83	7.233 7.088	217 213	10 10	1,35 1,28	723 709
11 12	32.118 30.613	7,35 6,96	3,27 0,78	12,31 9,98								
					12	31.979 31.061	17,59 16,59	9.759 9.218	293 277	12 12	1,47 1,38	813 768
12 13	31.841 30.774	1,33 1,18	6,61 5,27	-0,54 -1,95								
					13	31.626 30.735	4,89 4,42	2.623 2.438	79 73	6 6	0,82 0,74	437 406
13 R14	31.588 30.579	1,09 0,85	6,77 5,44	-1,21 -2,56								
					R14	31.406	-2,07	-1.111	33	4	-0,52	-278

VANO NÚM.	T(MAX) T(MIN) (DAN)	F(MAX) F(MIN) (M)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADOS)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADOS)	PILONA NÚM.	TS(MAX) TS(MIN) (DAN)	D(MAX) D(MIN) (GRADOS)	P(MAX) P(MIN) (DAN)	AT(MAX) AT(MIN) (DAN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADOS)	PU(MAX) PU(MIN) (DAN)
						30.564	-0,40	-219	7	4	-0,10	-55
R14 EBB	31.398 30.549	0,52 0,06	2,16 -0,10	3,10 0,76								
					EBB	31.384 30.589	-1,77 0,56	-972 301	29 0	3 3	-0,59 0,19	-324 100
EBB SB	31.369 30.487	0,04 0,00	-2,54 -0,75	3,51 2,62								

Tabla 20 Verificación Hidráulica SV/BC

7.7.5. HIPÓTESIS DE CALCULO SC/BC

Condiciones que se están considerando: Subida cargado – Bajada cargado

VANO NÚM.	T(MAX) T(MIN) (DAN)	F(MAX) F(MIN) (M)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADOS)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADOS)	PILONA NÚM.	TS(MAX) TS(MIN) (DAN)	D(MAX) D(MIN) (GRADOS)	P(MAX) P(MIN) (DAN)	AT(MAX) AT(MIN) (DAN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADOS)	PU(MAX) PU(MIN) (DAN)
ST EBT	16.854	0,31	2,61	2,76								
	16.752	0,01	0,22	0,22								
					EBT	16.867	3,38	995	30	3	1,13	332
						16.856	-1,27	-374	9	3	-0,42	-125
EBT R1	16.962	0,02	3,16	6,37								
	16.861	0,00	-1,49	1,74								
					R1	16.968	-2,47	-729	22	6	-0,41	-121
						16.867	1,52	451	3	6	0,25	75
R1 2	17.416	2,44	-4,84	14,56								
	16.868	1,51	-0,68	10,27								
					2	17.501	18,60	5.642	169	8	2,33	705
						17.214	17,67	5.344	160	8	2,21	668
2 3	17.833	6,52	8,33	12,26								
	17.297	5,89	4,00	8,13								
					3	17.888	12,62	3.837	115	6	2,10	640
						17.466	11,87	3.700	111	6	1,98	617
3 4	18.321	4,39	4,49	13,15								
	17.523	4,27	0,22	9,22								
					4	18.379	12,84	3.970	119	6	2,14	662
						17.758	11,91	3.753	113	6	1,99	625
4 R5	18.569	2,32	3,62	10,31								
	17.817	1,48	-0,72	6,22								
					R5	18.614	-9,16	-2.974	89	10	-0,92	-297
						18.010	-5,71	-1.838	55	10	-0,57	-184
R5 R5b	19.009	0,26	-16,02	20,04								
	18.046	0,01	-13,43	16,44								
					R5b	19.027	3,74	1.222	37	10	0,37	122
						18.098	1,02	331	10	10	0,10	33
R5b 6	23.108	17,55	-16,46	38,54								
	18.109	16,82	-12,70	35,89								
					6	23.222	19,89	7.646	229	12	1,66	637
						21.945	18,84	7.574	227	12	1,57	631
6 7	26.079	7,80	-19,51	32,74								
	22.059	6,81	-16,37	30,38								
					7	26.171	14,15	6.137	184	10	1,41	614
						24.706	13,38	6.013	180	10	1,34	601
7 8	28.011	4,39	-19,26	29,26								
	24.798	3,90	-16,36	26,85								
					8	28.091	12,81	6.118	184	10	1,28	612
						27.162	10,67	5.195	156	10	1,07	520

VANO NÚM.	T(MAX) T(MIN) (DAN)	F(MAX) F(MIN) (M)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADOS)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADOS)	PILONA NÚM.	TS(MAX) TS(MIN) (DAN)	D(MAX) D(MIN) (GRADOS)	P(MAX) P(MIN) (DAN)	AT(MAX) AT(MIN) (DAN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADOS)	PU(MAX) PU(MIN) (DAN)
8 9	28.504	0,20	-16,55	19,62								
	27.248	0,01	-14,05	16,84								
					9	28.570	8,83	4.397	132	10	0,88	440
						27.335	6,05	2.891	87	10	0,61	289
9 10	28.664	0,19	-10,79	13,61								
	27.379	0,01	-9,19	11,08								
					10	28.786	18,28	9.044	271	12	1,52	754
						27.536	16,15	8.085	243	12	1,35	674
10 11	29.425	12,27	7,20	13,21								
	27.664	11,71	4,59	10,80								
					11	29.533	14,98	7.316	219	10	1,50	732
						28.072	13,94	7.162	215	10	1,39	716
11 12	30.144	7,88	4,17	12,97								
	28.182	7,46	1,37	10,43								
					12	30.291	18,81	9.835	295	12	1,57	820
						28.876	18,49	9.408	282	12	1,54	784
12 13	30.437	1,99	8,22	1,43								
	28.821	1,76	5,82	-1,25								
					13	30.200	7,29	3.717	112	6	1,22	620
						28.876	6,38	3.360	101	6	1,06	560
13 R14	30.250	1,64	8,27	0,25								
	28.775	1,25	5,87	-2,17								
					R14	30.067	-1,03	-522	16	4	-0,26	-130
						28.780	0,41	217	2	4	0,10	54
R14 EBB	30.070	0,48	2,58	3,42								
	28.785	0,06	-0,09	0,78								
					EBB	30.056	-1,76	-920	28	3	-0,59	-307
						28.824	0,88	451	2	3	0,29	150
EBB SB	30.171	0,02	-2,54	5,07								
	28.827	0,00	-2,17	2,62								
ST EBT	16.752	0,21	3,57	4,33								
	16.628	0,01	0,22	0,22								
					EBT	16.685	2,85	829	25	3	0,95	276
						16.626	-1,27	-369	3	3	-0,42	-123
EBT R1	16.704	0,14	-1,49	4,77								
	16.625	0,00	0,43	1,74								
					R1	16.703	-2,53	-737	22	6	-0,42	-123
						16.618	1,44	419	1	6	0,24	70
R1 2	17.172	2,60	-4,66	14,39								
	16.608	1,53	-0,30	10,18								
					2	17.088	19,10	5.575	167	8	2,39	697
						16.805	18,03	5.314	159	8	2,25	664
2 3	17.244	6,70	8,93	12,97								
	16.721	6,09	4,36	8,60								
					3	17.188	13,22	3.881	116	6	2,20	647
						16.781	12,48	3.736	112	6	2,08	623

VANO NÚM.	T(MAX) T(MIN) (DAN)	F(MAX) F(MIN) (M)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADOS)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADOS)	PILONA NÚM.	TS(MAX) TS(MIN) (DAN)	D(MAX) D(MIN) (GRADOS)	P(MAX) P(MIN) (DAN)	AT(MAX) AT(MIN) (DAN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADOS)	PU(MAX) PU(MIN) (DAN)
3 4	17.498 16.724	4,60 4,47	4,62 0,13	13,81 9,73								
					4	17.441 16.854	13,32 12,48	3,944 3,739	118 112	6 6	2,22 2,08	657 623
4 R5	17.528 16.796	2,58 1,58	3,59 -0,79	10,48 6,26								
					R5	17.493 16.948	-9,08 -5,53	-2,765 -1,671	83 50	10 10	-0,91 -0,55	-276 -167
R5 R5b	17.773 16.918	0,22 0,02	-16,01 -12,44	19,53 16,46								
					R5b	17.754 16.944	5,04 2,01	1,534 608	46 18	10 10	0,50 0,20	153 61
R5b 6	21.749 16.930	18,73 17,97	-15,54 -11,42	39,12 36,34								
					6	21.636 20.555	21,10 20,03	7,567 7,522	227 226	12 12	1,76 1,67	631 627
6 7	24.258 20.442	8,39 7,40	-18,90 -15,45	33,61 30,93								
					7	24.168 22.918	15,05 14,29	6,070 5,941	182 178	10 10	1,50 1,43	607 594
7 8	25.841 22.828	4,82 4,24	-19,04 -16,05	29,92 27,26								
					8	25.763 25.043	13,38 11,16	5,981 5,006	179 150	10 10	1,34 1,12	598 501
8 9	26.024 24.959	0,20 0,01	-16,53 -14,67	19,41 16,86								
					9	25.966 24.963	8,63 6,08	3,907 2,653	117 80	10 10	0,86 0,61	391 265
9 10	25.935 24.923	0,14 0,01	-10,78 -8,48	13,36 11,10								
					10	25.819 24.829	19,74 17,29	8,756 7,762	263 233	12 12	1,65 1,44	730 647
10 11	26.196 24.706	13,76 13,18	8,64 5,67	14,63 11,93								
					11	26.087 24.904	17,07 15,98	7,396 7,249	222 217	10 10	1,71 1,60	740 725
11 12	26.450 24.793	8,97 8,51	5,14 1,98	13,98 11,13								
					12	26.312 25.232	20,24 19,89	9,240 8,858	277 266	12 12	1,69 1,66	770 738
12 13	26.174 24.930	2,36 2,05	9,11 6,24	2,14 -0,94								
					13	25.893 24.875	8,43 7,38	3,656 3,324	110 100	6 6	1,41 1,23	609 554
13 R14	25.842 24.673	1,98 1,46	9,18 6,29	1,26 -1,71								
					R14	25.577	1,23	549	16	4	0,31	137

VANO NÚM.	T(MAX) T(MIN) (DAN)	F(MAX) F(MIN) (M)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADOS)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADOS)	PILONA NÚM.	TS(MAX) TS(MIN) (DAN)	D(MAX) D(MIN) (GRADOS)	P(MAX) P(MIN) (DAN)	AT(MAX) AT(MIN) (DAN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADOS)	PU(MAX) PU(MIN) (DAN)
						24.671	-0,42	-182	0	4	-0,10	-46
R14 EBB	25.577 24.669	0,64 0,07	2,76 -0,03	3,74 0,84								
					EBB	25.566 24.713	-1,69 1,21	-754 521	23 1	3 3	-0,56 0,40	-251 174
EBB SB	25.554 24.607	0,05 0,00	-2,53 -0,32	3,74 2,63								

Tabla 21 Verificación Hidráulica SC/BC

7.8. CUMPLIMIENTO DE LA NORMA UNE EN 12929-1:2015

En el siguiente apartado se verificarán el cumplimiento de la norma: "UNE EN 12929-1:2015 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Requisitos generales. Parte 1: Requisitos aplicables a todas las instalaciones"

7.8.1. TRAZADO DE LOS TELEFÉRICOS

La fuerza horizontal resultante de la desviación y de la fuerza de tensión del cable en todos los casos de carga debe ser igual o menor al 10% de la fuerza de apoyo del cable.

El ángulo formado a la entrada del balancín por el cable y el plano diametral del tren de rodillos debe ser inferior o igual a 0,005 rad.

El dispositivo de seguridad y entrada en acción del primer sistema de frenado asegura que en caso de detectar un fallo en el cierre de las pinzas no se alcanza un tramo descendente.

7.8.2. ESPACIO ENVOLVENTE

El Telecabina diseñado **CUMPLE** con las siguientes distancias de seguridad:

- Oscilación transversal y longitudinal de vehículos <0,3 rad.
- Respecto a terrenos y edificios: > 1,5 m.
- Respecto a zonas accesible por personas: >2,5 m
- Con relación a los árboles: >1,5 m
- Con relación a terrenos agrícolas: >4 m
- Distancia a galibo a vías de circulación >1 m
- Lateralmente hacia el eje de la vía con y sin guiado: > 0,6 m
- Lateralmente hacia el exterior: > 1 m
- Anchura de vía para evitar impactos entre vehículos: 6,4 m
- Altura máxima de sobre vuelo: < 60 m

7.8.3. VELOCIDAD DE MARCHA

El Telecabina diseñado **CUMPLE** con las siguientes condiciones de seguridad:

- La aceleración centrípeta debe ser menor a 2,5 m/s² al paso por los apoyos de línea.
- Velocidad máxima < 14 m/s
- Velocidad máxima proximidades estación < 6 m/s
- Velocidad máxima interior de estaciones < 0,5 m/s

7.8.4. INTERVALOS

El Telecabina diseñado **CUMPLE** con las siguientes condiciones de seguridad:

- Asegurar una distancia mayor a 0,5 m entre los vehículos en la estación.
- En caso de fallo y producirse un impacto no puede haber una diferencia de velocidades mayor de 1 m/s entre vehículos.

7.8.5. ACCIONAMIENTOS

Los accionamientos **CUMPLEN** las siguientes características:

- Funcionamiento seguro independientemente de las condiciones atmosféricas.
- El telecabina debe tener un accionamiento principal y otro de socorro
- Deben ser fácilmente accesibles para trabajos de mantenimiento.
- Debe poder mantener el régimen continuo independientemente de las condiciones de carga.
- La fuente de energía del accionamiento de socorro debe ser independiente del accionamiento principal.
- La polea motriz puede desacoplarse del accionamiento principal.
- El accionamiento de emergencia permite la recuperación en hora y media.
- El sistema de vehículos desembragables puede funcionar también con el accionamiento de socorro.
- Un accionamiento debe permitir la explotación para mantenimiento.

7.8.6. FRENOS

Los sistemas de frenado **CUMPLEN** las siguientes características:

- Son capaces de detener la instalación en cualquier condición de carga.
- El último sistema de frenado actúa sobre la polea motriz.
- Los frenos deben tener un funcionamiento seguro bajo cualquier condición climatológica.
- Deben ser fácilmente accesibles para mantenimiento.

7.9. CUMPLIMIENTO DE LA NORMA UNE EN 12930:2015

En el apartado de cálculo del presente proyecto e han descrito la metodología y los resultados de cálculo de la instalación.

7.9.1. CABLE.

EL cable seleccionado es un 6X36 de 50 mm de diámetro, debe tener un coeficiente de seguridad de al menos **4**.

Coefficiente de seguridad de cable: **5,42 > 4 CUMPLE**

Coefficiente de seguridad para una acción de carga concentrada: **7,54 > 4 CUMPLE**

Coefficiente de seguridad para instalación fuera de servicio: **5,48 > 2,8 CUMPLE**

7.9.2. ADHERENCIA

El coeficiente de adherencia, o coeficiente de rozamiento admisible de la polea motriz se calcula del siguiente modo siendo μ el coeficiente de rozamiento de la goma (0,3)

A 0,67 μ para efectos dinámicos. (**$\mu_{adm} = 0,20$**)

A 0,73 μ para perdida total de presión hidráulica. (**$\mu_{adm} = 0,21$**)

A 0,80 μ para una combinación de los dos supuestos. (**$\mu_{adm} = 0,24$**)

El coeficiente necesario se calcula para esta instalación como:

$$\mu_{adm} \geq \mu_{nec} = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln \frac{T_{max}}{T_{min}}$$

Dando como resultado los siguientes valores de μ_{nec} :

0,092 en el caso de sistema acelerando.

0,069 en el caso de sistema en frenado.

0,085 en el caso de pérdida de presión hidráulica.

Todos ellos menores a 0,2 por lo tanto, **CUMPLE**.

7.10. RESUMEN DE PARAMETROS SIGNIFICATIVOS

CONCEPTO	VALOR
Coefficiente de seguridad del cable	4,82
Tensión máxima	345.463 N
Tensión mínima	248.379 N
Fuerza de deslizamiento pinzas	19.947 N
Carrera máxima del cilindro de tensión	3,34 m
Distancia entre vehículos	72 m
Velocidad de funcionamiento	6 m/s
Capacidad horaria	2.400 p/h
Tiempo de recuperación cabinas con motor auxiliar	20 min
Angulo arrollamiento polea motriz	160 °
Máxima aceleración centrípeta soporte	1,671 m/s ²
Numero de poleas de línea ramal subida	132
Número de poleas de línea ramal bajada	132

Tabla 22 Parámetros significativos

8. PRESUPUESTO

Los precios que a continuación se indican se han tomado de instalaciones similares actuales. Aunque con un nivel muy alto de aproximación, habrá que considerarlos como orientativos.

Tampoco se han tenido en cuenta la construcción de edificaciones arquitectónicas singulares para las estaciones.

8.1. PRESUPUESTO PARCIAL

A continuación, se detallan las principales partidas del presupuesto de la instalación del telecabina:

ESTACIÓN MOTRIZ			
concepto	unidades	Precio unidad	Total
Estructura estación motriz	1	745.200,00 €	745.200,00 €
Reductor	1	199.260,00 €	199.260,00 €
Motor eléctrico	1	68.040,00 €	68.040,00 €
Equipo eléctrico	1	22.680,00 €	22.680,00 €
Armarios de potencia	1	108.540,00 €	108.540,00 €
Armarios de control	1	139.320,00 €	139.320,00 €
Armarios auxiliares	1	17.820,00 €	17.820,00 €
Armario protección rayos	1	8.100,00 €	8.100,00 €
Equipo emergencia	1	84.240,00 €	84.240,00 €
Grupos aceleración y embragues	1	346.680,00 €	346.680,00 €
total estación motriz			1.739.880,00 €

ESTACIÓN REENVÍO			
concepto	unidades	Precio unidad	Total
Estructura estación	1	745.200,00 €	745.200,00 €
Equipo eléctrico	1	19.440,00 €	19.440,00 €
Armarios de potencia	1	6.480,00 €	6.480,00 €
Armarios de control	1	95.580,00 €	95.580,00 €
Armarios auxiliares	1	17.820,00 €	17.820,00 €
Armario protección rayos	1	8.100,00 €	8.100,00 €

Grupos aceleración y embragues	1	346.680,00 €	346.680,00 €
garaje de cabinas	1	600.000,00 €	600.000,00 €
Sistema de tensión	1	70.000,00 €	70.000,00 €
total estación reenvío			1.909.300,00 €

VEHÍCULOS			
concepto	unidades	Precio unidad	Total
cabina 8 plazas	58	27.000,00 €	1.566.000,00 €
cesta mantenimiento	1	17.000,00 €	17.000,00 €
total vehículos			1.583.000,00 €

LÍNEA			
concepto	unidades	Precio unidad	Total
Pilonas con ménsulas, escaleras, línea de vida, pernos de anclaje y placas de puesta a tierra	15	122.000,00 €	1.830.000,00 €
Cable portador tractor	4.500 m	55 €/m	225.000,00 €
total línea			2.055.000,00 €

EDIFICIOS AUXILIARES PARA EL CONTROL			
concepto	unidades	Precio unidad	Total
Edificios auxiliares para el control	2	75.000,00 €	150.000,00 €
total Edificios auxiliares para el control			150.000,00 €

MONTAJE			
concepto	unidades	Precio unidad	Total
Montaje, regulación y puesta en marcha	1	784.800,00 €	784.800,00 €
total montaje			784.800,00 €

VARIOS			
concepto	unidades	Precio unidad	Total
Carteles de señalización, herramientas y utillaje	1	40.500,00 €	40.500,00 €
Equipo de salvamento	10	16.200,00 €	162.000,00 €
presupuesto seguridad y salud	1	56.700,00 €	56.700,00 €
		total Varios	259.200,00 €

PRESUPUESTO SUMINISTRO Y MONTAJE	
concepto	Total
ESTACIÓN MOTRIZ	1.739.880,00 €
ESTACIÓN REENVÍO	1.909.300,00 €
VEHÍCULOS	1.583.000,00 €
LÍNEA	2.055.000,00 €
EDIFICIOS AUXILIARES PARA EL CONTROL	150.000,00 €
MONTAJE	784.800,00 €
VARIOS	259.200,00 €
	8.481.180,00 €

PRESUPUESTO OBRA CIVIL			
concepto	unidades	Precio unidad	Total
Desbrozado de línea	1	60.000,00 €	60.000,00 €
Soterramiento línea eléctrica	1	150.000,00 €	150.000,00 €
Estación motriz	1	300.000,00 €	300.000,00 €
Pilonas	15	45.000,00 €	675.000,00 €
Estación reenvío	1	300.000,00 €	300.000,00 €
Regeneración medioambiental	1	30.000,00 €	30.000,00 €
			1.515.000,00 €

8.2. RESUMEN PRESUPUESTO

En la tabla siguiente, aparece el resumen de las principales partidas del presupuesto de la instalación:

TOTAL PRESUPUESTO	
concepto	Total
PRESUPUESTO SUMINISTRO Y MONTAJE	8.481.180,00 €
PRESUPUESTO OBRA CIVIL	1.515.000,00 €
PROYECTO DE EJECUCIÓN	230.223,60 €
DIRECCIÓN DE OBRA	230.223,60 €
ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	75.000,00 €
ESTUDIO TOPOGRÁFICO	45.000,00 €
	TOTAL SIN IVA 10.576.627,20 €
	IVA 2.221.091,71 €
	TOTAL 12.797.718,91 €

Tabla 23 Resumen presupuesto

9. ELABORACIÓN DEL PROYECTO BASICO

Este proyecto ha sido elaborado por:

D. Gregorio Clemente Pérez
Graduado en Ingeniería Mecánica

D. Juan R. Navarro Crespo
Ingeniero Técnico Industrial

D. Ignacio Clemente Casaucau
Graduado en Ingeniería Mecánica

10. CERTIFICACIONES I+C INGENIERÍA

SGS

Certificado ES21/208926

El sistema de gestión de

INGENIERIA Y CONTROL DE OBRAS E INSTALACIONES, S.L.U. (I+C INGENIERIA)

Pol. Ind. San Miguel
C/ Isaac Newton, 16 Nave D
50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)

ha sido evaluado y certificado en cuanto al cumplimiento de los requisitos de

ISO 9001:2015

Para las siguientes actividades

Diseño y desarrollo de estudios, proyectos, dirección facultativa y servicios de responsabilidad técnica, programación y dirección de grandes inspecciones de instalaciones de transporte por cable de personas.

en/desde los siguientes emplazamientos

Pol. Ind. San Miguel, C/ Isaac Newton, 16 Nave D
50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)

Este certificado es válido desde
20 de enero de 2021 hasta 20 de enero de 2024.
Edición 1.

Autorizado por



Dirección de Certificación

SGS INTERNATIONAL CERTIFICATION SERVICES IBERICA, S.A.U.
C/Trespaderne, 29, 28042 Madrid, España.
t 34 91 313 8115 www.sgs.com

Página 1 de 1



Este documento se emite por SGS bajo sus condiciones generales de servicio, o las que se puede acceder en http://www.sgs.com/iforma_ajed_conditions.htm. La responsabilidad de SGS queda limitada en los términos establecidos en las citadas condiciones generales que resultan de aplicación a la prestación de sus servicios. La autenticidad de este documento puede ser comprobada en <http://www.sgs.com/autoridad-cliente-aut-productores/inter-client-directory>. El presente documento no podrá ser alterado ni modificado, ni en su contenido ni en su apariencia. En caso de modificación del mismo, SGS se reserva las acciones legales que estime oportunas para la defensa de sus legítimos intereses.

SGS

Certificado ES21/208925

El sistema de gestión de

INGENIERIA Y CONTROL DE OBRAS E INSTALACIONES, S.L.U. (I+C INGENIERIA)

Pol. Ind. San Miguel
C/ Isaac Newton, 16 Nave D
50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)

ha sido evaluado y certificado en cuanto al cumplimiento de los requisitos de

ISO 14001:2015

Para las siguientes actividades

Diseño y desarrollo de estudios, proyectos, dirección facultativa y servicios de responsabilidad técnica, programación y dirección de grandes inspecciones de instalaciones de transporte por cable de personas.

en/desde los siguientes emplazamientos

Pol. Ind. San Miguel, C/ Isaac Newton, 16 Nave D
50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)

Este certificado es válido desde
20 de enero de 2021 hasta 20 de enero de 2024.
Edición 1.

Autorizado por



Dirección de Certificación

SGS INTERNATIONAL CERTIFICATION SERVICES IBERICA, S.A.U.
C/Trespaderne, 29, 28042 Madrid, España.
t 34 91 313 8115 www.sgs.com

Página 1 de 1

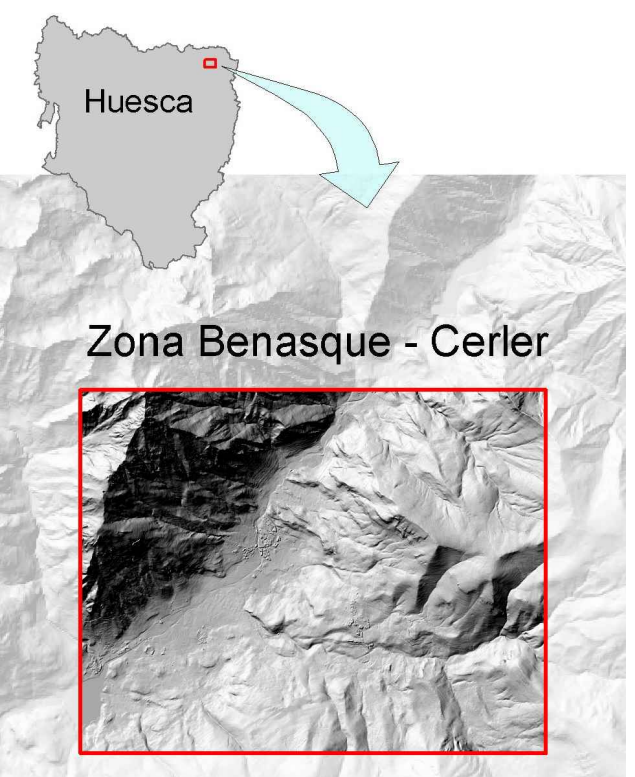
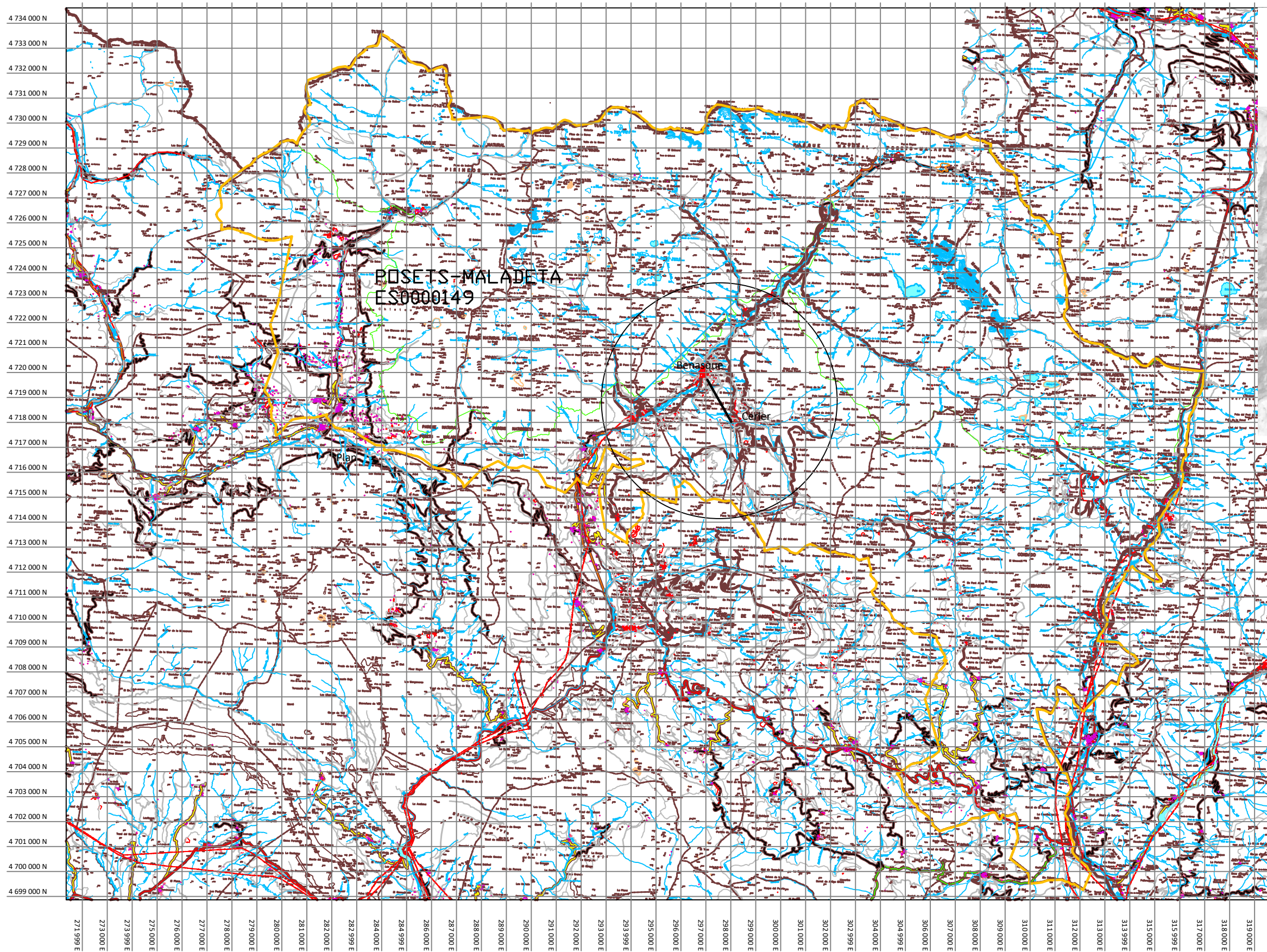


Este documento se emite por SGS bajo sus condiciones generales de servicio, o las que se puede acceder en http://www.sgs.com/iforma_ajed_conditions.htm. La responsabilidad de SGS queda limitada en los términos establecidos en las citadas condiciones generales que resultan de aplicación a la prestación de sus servicios. La autenticidad de este documento puede ser comprobada en <http://www.sgs.com/autoridad-cliente-aut-productores/inter-client-directory>. El presente documento no podrá ser alterado ni modificado, ni en su contenido ni en su apariencia. En caso de modificación del mismo, SGS se reserva las acciones legales que estime oportunas para la defensa de sus legítimos intereses.

11. PLANOS

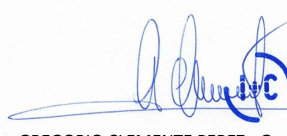
LISTADO DE PLANOS

- 01 LOCALIZACIÓN
- 02 ORTOFOTO
- 03 TOPOGRÁFICO
- 04 PARCELAS DEL TRAZADO
- 05 DETALLE PARCELAS URBANAS SALIDA
- 06 DETALLE PARCELAS URBANAS LLEGADA
- 07 PERFIL Y TRAZADO
- 08 PERFIL 1:1000
- 08.1 CUADRANTE 1
- 08.2 CUADRANTE 2
- 08.3 CUADRANTE 3
- 08.4 CUADRANTE 4
- 09 ESTACIÓN VALLE
- 10 ESTACIÓN MONTE
- 11 PILONA TIPO: SOPORTE
- 12 PILONA TIPO: COMPRESIÓN
- 13 CIMENTACIÓN PILONA TIPO
- 14.1 VEHÍCULO TIPO 1
- 14.2 VEHÍCULO TIPO 2



COORDENADAS LÍNEA		
	ABCISA	NORTE
ESTACIÓN VALLE	296895,3	4719722,4
ESTACIÓN MONTE	298012,2	4718026,3
SISTEMA DE COORDENADAS UTM ETRS89 (HUSO31)		


Nº de plano:	01
Fecha:	10/02/2021
Dibujado:	JUAN R. NAVARRO
Revisado:	GREGORIO CLEMENTE


INGENIERÍA
 C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es
 GREGORIO CLEMENTE PEREZ - Gr. INGENIERÍA MECÁNICA
 Nº COLEGIADO 3326

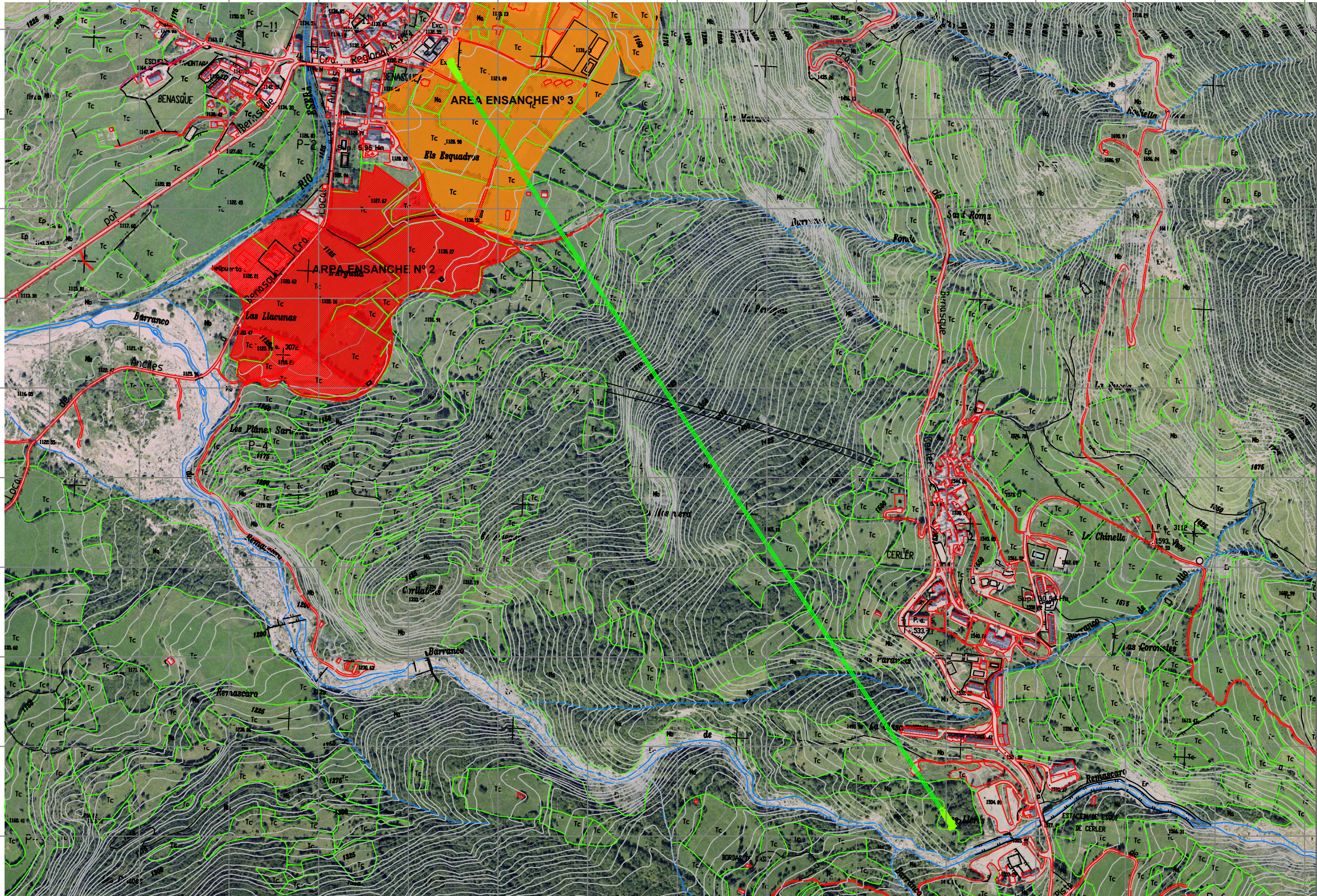
A3	
Versión	Sustituye A
1	-
Escala	

LOCALIZACIÓN
PROYECTO BÁSICO TELECABINA MONOCABLE
ENTRE BENASQUE Y CERLER




INGENIERÍA
 C/Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es

4 719 800 N
 4 719 600 N
 4 719 400 N
 4 719 200 N
 4 719 000 N
 4 718 800 N
 4 718 600 N
 4 718 400 N
 4 718 200 N
 4 718 000 N



296 000 E 296 200 E 296 400 E 296 600 E 296 799 E 297 000 E 297 200 E 297 400 E 297 600 E 297 800 E 298 000 E 298 199 E 298 400 E 298 600 E 298 800 E

COORDENADAS LÍNEA		
	ABCISA	NORTE
ESTACIÓN VALLE	296982.2	4719691.7
ESTACIÓN MONTE	298047.4	4717947.1
SISTEMA DE COORDENADAS UTM ETRS89 (HUSO31)		

Nº de plano:	02
Fecha:	10/02/2021
Dibujado:	JUAN R. NAVARRO
Revisado:	GREGORIO CLEMENTE

INGENIERÍA
 C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es

GREGORIO CLEMENTE PEREZ - Gr. INGENIERÍA MECÁNICA
 Nº COLEGIADO 3326

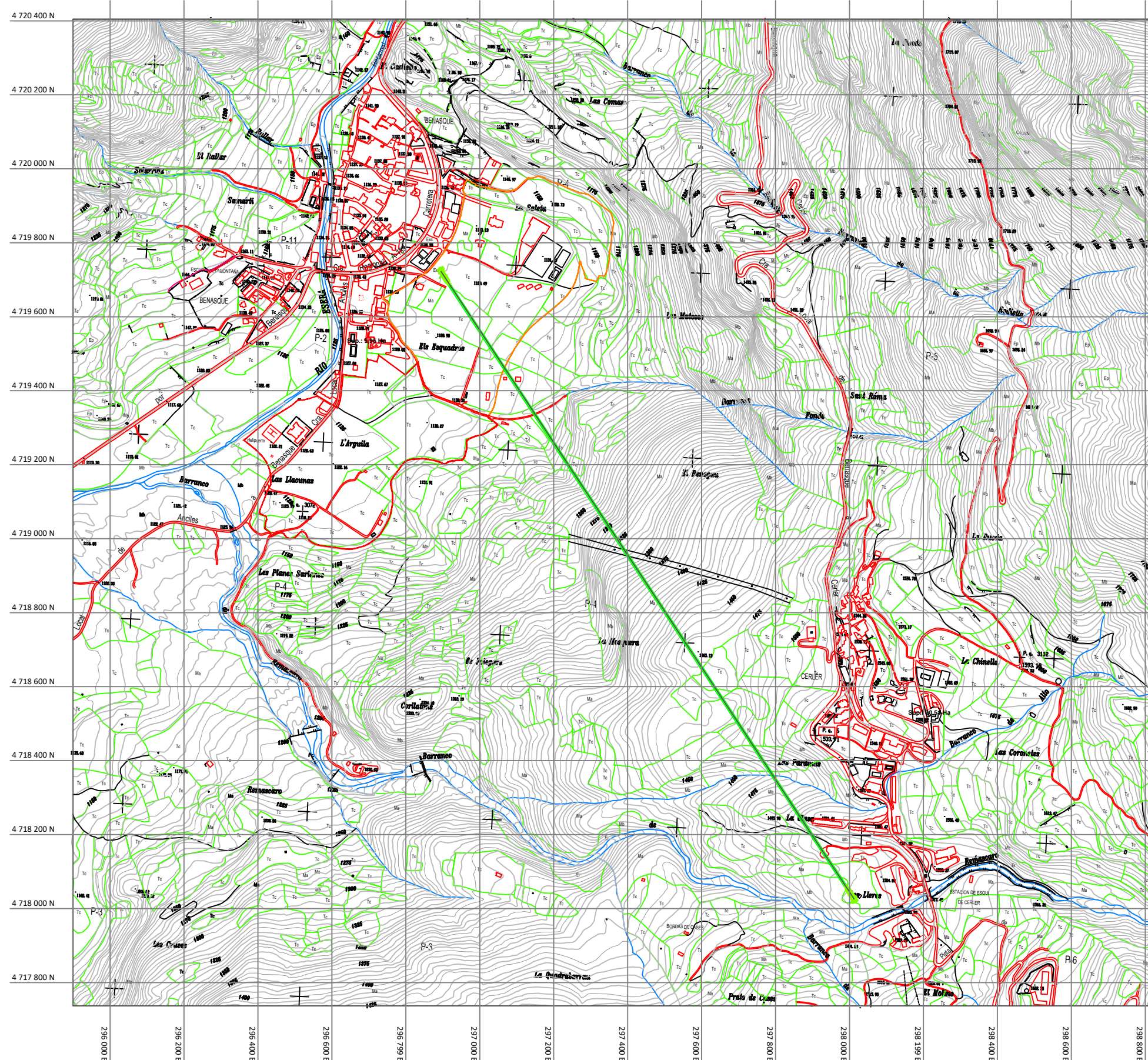
A3	
Versión	Sustituye A
1	-
Escala	

ORTOFOTO

**PROYECTO BÁSICO TELECABINA MONOCABLE
 ENTRE BENASQUE Y CERLER**




INGENIERÍA
 C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es



COORDENADAS LÍNEA		
	ABCISA	NORTE
ESTACIÓN VALLE	296982.2	4719691.7
ESTACIÓN MONTE	298047.4	4717947.1
SISTEMA DE COORDENADAS UTM ETRS89 (HUSO31)		

Nº de plano:	03
Fecha:	10/02/2021
Dibujado:	JUAN R. NAVARRO
Revisado:	GREGORIO CLEMENTE

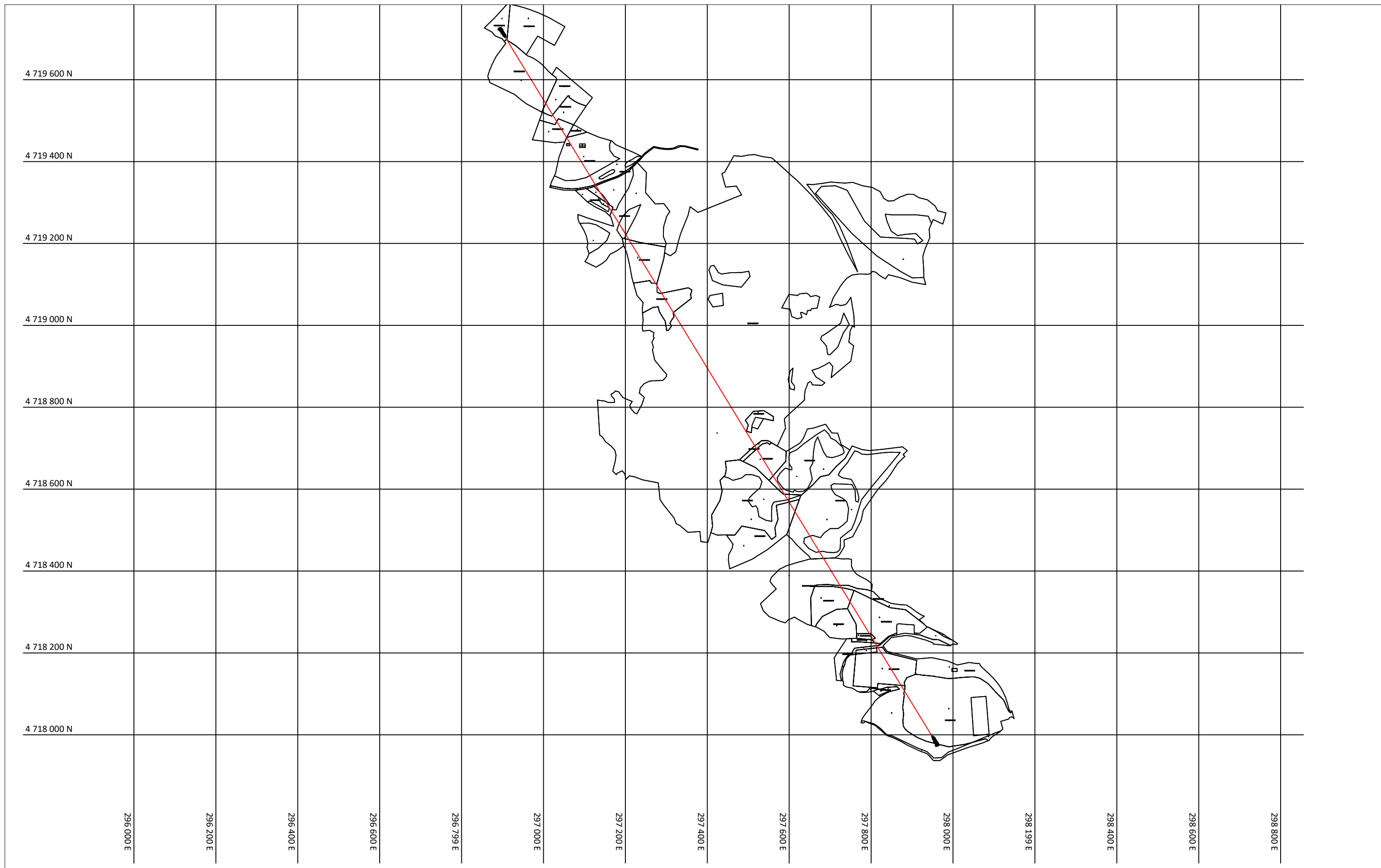

INGENIERÍA
 C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es
 GREGORIO CLEMENTE PEREZ - Gr. INGENIERÍA MECÁNICA
 Nº COLEGIADO 3326

A3	
Versión	Sustituye A
1	-
Escala	


TOPOGRÁFICO
PROYECTO BÁSICO TELECABINA MONOCABLE
ENTRE BENASQUE Y CERLER



INGENIERÍA
 C/Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es



Nº de plano:	04
Fecha:	25/01/2021
Dibujado:	JUAN R. NAVARRO
Revisado:	GREGORIO CLEMENTE

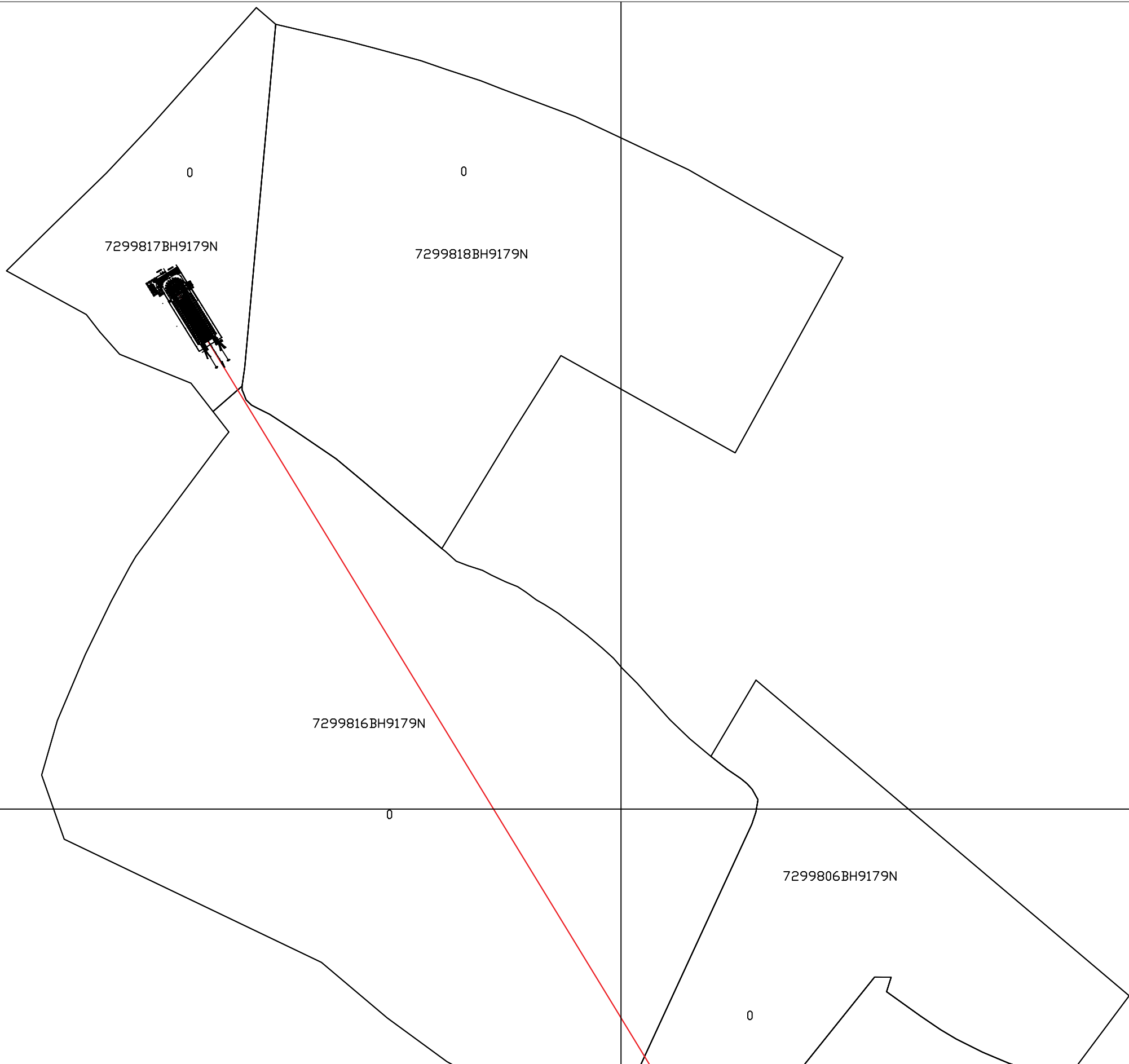

INGENIERÍA
C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es
GREGORIO CLEMENTE PEREZ - Gr. INGENIERÍA MECÁNICA
 Nº COLEGIADO 3326

A3	
Versión	Sustituye A
1	-
Escala	

PARCELAS DEL TRAZADO
PROYECTO BÁSICO TELECABINA MONOCABLE
ENTRE BENASQUE Y CERLER




INGENIERÍA
C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es



COORDENADAS LÍNEA		
	ABCISA	NORTE
ESTACIÓN VALLE	296982.2	4719691.7
ESTACIÓN MONTE	298047.4	4717947.1
SISTEMA DE COORDENADAS UTM ETRS89 (HUSO31)		

Nº de plano:	05
Fecha:	25/01/2021
Dibujado:	JUAN R. NAVARRO
Revisado:	GREGORIO CLEMENTE

INGENIERÍA MECÁNICA
 C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es

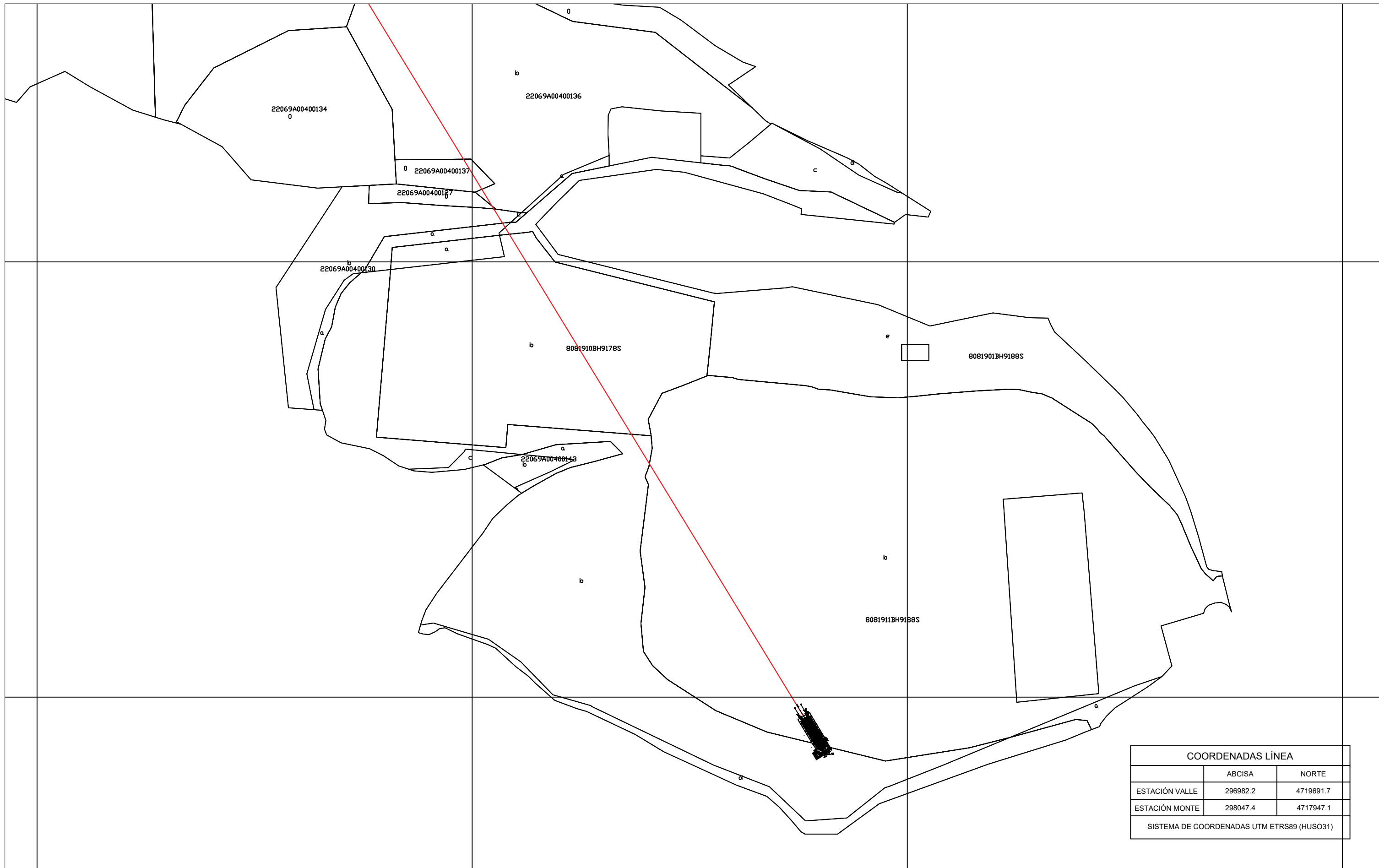
GREGORIO CLEMENTE PEREZ - Gr. INGENIERÍA MECÁNICA
 Nº COLEGIADO 3326

A3	
Versión	Sustituye A
1	-
Escala	

DETALLE PARCELAS URBANAS SALIDA
PROYECTO BÁSICO TELECABINA MONOCABLE
ENTRE BENASQUE Y CERLER




INGENIERÍA MECÁNICA
 C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es



COORDENADAS LÍNEA		
	ABCISA	NORTE
ESTACIÓN VALLE	296982.2	4719691.7
ESTACIÓN MONTE	298047.4	4717947.1
SISTEMA DE COORDENADAS UTM ETRS89 (HUSO31)		

Nº de plano:	06
Fecha:	25/01/2021
Dibujado:	JUAN R. NAVARRO
Revisado:	GREGORIO CLEMENTE

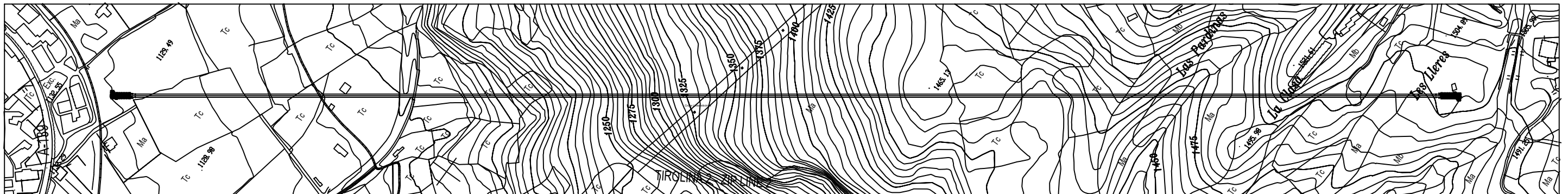
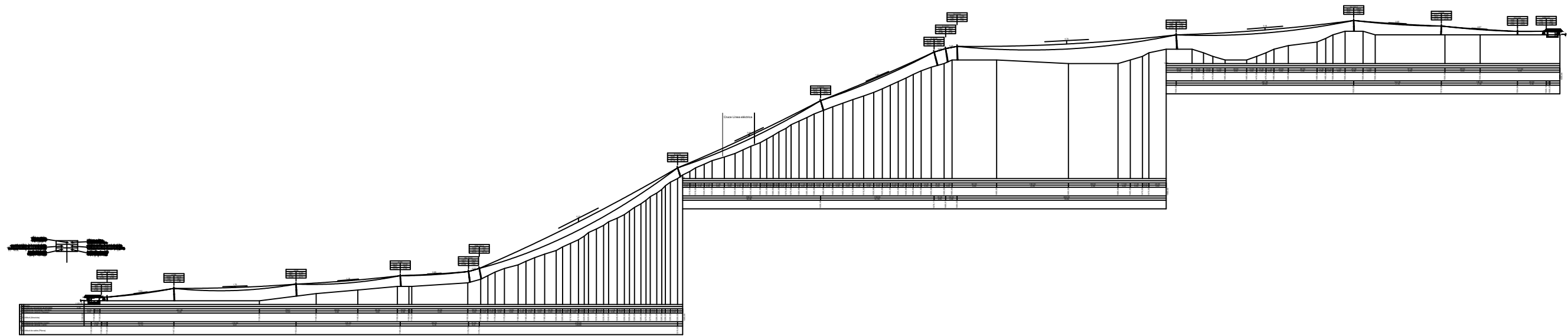

INGENIERÍA
C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tlf: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es
GREGORIO CLEMENTE PEREZ - Gr. INGENIERÍA MECÁNICA
 Nº COLEGIADO 3326

A3	
Versión	Sustituye A
1	-
Escala	


DETALLE PARCELAS URBANAS LLEGADA
PROYECTO BÁSICO TELECABINA MONOCABLE
ENTRE BENASQUE Y CERLER




INGENIERÍA
C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es



Nº de plano:	07
Fecha:	10/02/2021
Dibujado:	JUAN R. NAVARRO
Revisado:	GREGORIO CLEMENTE


INGENIERÍA
C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es
GREGORIO CLEMENTE PEREZ - Gr. INGENIERÍA MECÁNICA
 Nº COLEGIADO 3326

A3	
Versión	Sustituye A
1	-
Escala	

PERFIL Y TRAZADO
PROYECTO BÁSICO TELECABINA MONOCABLE
ENTRE BENASQUE Y CERLER




INGENIERÍA
C/ Isaac Newton 16 Nave D
 50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza)
 Tel: 647 435 466 | info@imasc.com.es
 www.imasc.com.es

número póliz
policy number

número rodillos
number of sheaves

presión máxima de balancín (daN)
maximum load on sheave-train (daN)

presión mínima de balancín (daN)
minimum load on sheave-train (daN)

longitud fuselaje (m)
length of sheave (m)

ángulo de inclinación (°)
lower inclination (°)

