



Contrato 1630/2020

Introducción al sistema de transporte por cable

12 de abril de 2021



EMPRESA CERTIFICADA

ISO 9001 ISO 14001 ISO 45001



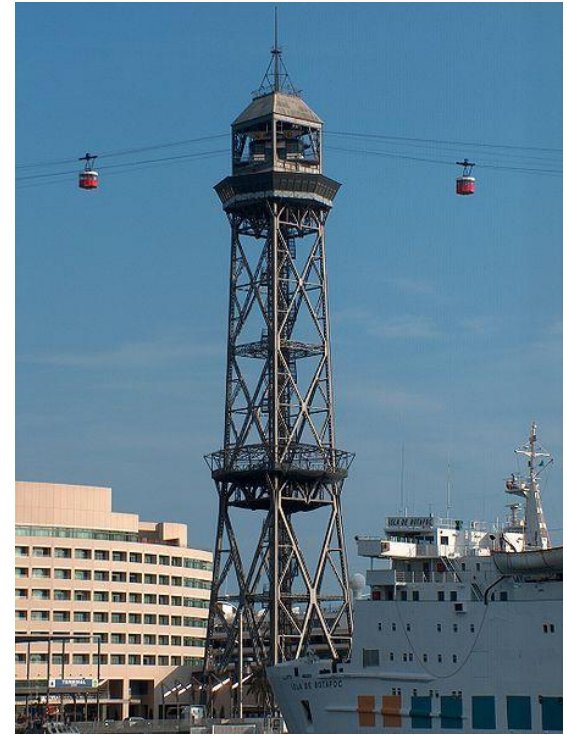
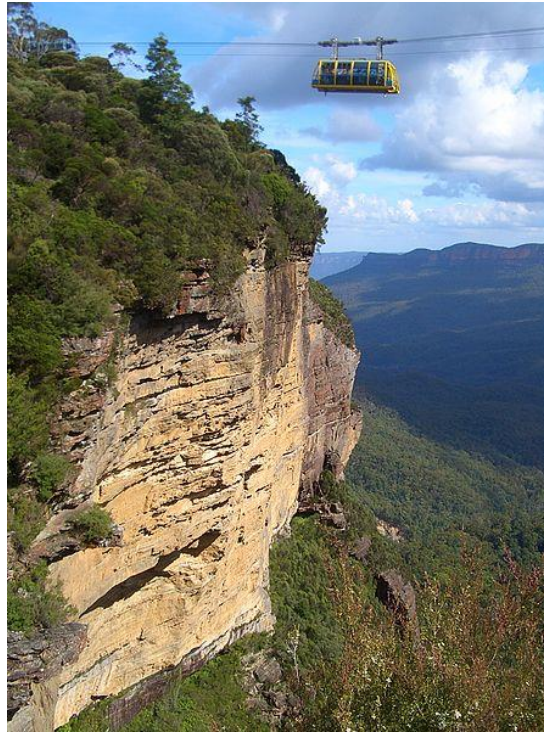
CERTIFICACIÓN
INTERNACIONAL
ANTISOBORNO



CERTIFICACIÓN
RESPONSABILIDAD
SOCIAL EMPRESARIAL

1. Transporte por cable. Definición

Sistema de transporte basado en el uso de cables para el sustento y/o la tracción de vehículos



2. Normativa técnica

Normativa técnica

- ✓ **Manual metodológico** para la formulación y presentación de proyectos de transporte de pasajeros por cable aéreo en Colombia, del 7 de mayo de 2012
- ✓ **Reglamento (UE) 2016/424**: Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo, que establece las disposiciones aplicables a las instalaciones de transporte por cable, y que deroga la Directiva 2000/9/CE citada en los antecedentes
- ✓ Las **normas europeas** que dan presunción de conformidad al Reglamento UE

REFERENCIA	TITULO	Fecha publicación	Referencia de la norma retirada y sustituida
EN 1709:2019	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	enero-2019	EN 1709:2004
EN 1907:2017	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Terminología.	mayo-2016	EN 1907:2004
EN 1908:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Dispositivos de puesta en tensión.	diciembre-2015	EN 1908:2004
EN 1909:2017	Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Recuperación y evacuación.	julio-2017	EN 1909:2004
EN 12385-2:2002+A1:2008	Cables de acero. Seguridad. Parte 2: Definiciones, designación y clasificación.	mayo-2008	
EN 12385-8:2002	Cables de acero. Seguridad. Parte 8: Cables tractores y portadores-tractores de cordones diseñados para el transporte de personas por cable.	septiembre-2004	
EN 12385-9:2002	Cables de acero. Seguridad. Parte 9: Cables cerrados de transporte para instalaciones destinadas al transporte de personas por cable.	julio-2003	
EN 12397:2017	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Explotación	septiembre-2017	EN 12397:2004
EN 12408:2004	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Aseguramiento de la calidad	julio-2006	EN 12408:2004

Normativa técnica

REFERENCIA	TITULO	Fecha publicación	Referencia de la norma retirada y sustituida
EN 12927:2019	Requisitos de seguridad para instalaciones para el transporte de personas por cable. Cables	marzo-2020	EN 12927-1:2004 EN 12927-3:2004 EN 12927-4:2004 EN 12927-5:2004 EN 12927-8:2004
EN 12927-2:2004	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 2: Coeficientes de seguridad.	junio-2005	
EN 12927-6:2004	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 6: Criterio de rechazo. (Ratificada por AENOR en mayo de 2005.)	abril-2006	
EN 12927-7:2004	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 7: Control, reparación y mantenimiento.	abril-2006	
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.	julio-2015	EN 12929-1:2004
EN 12929-2:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Requisitos generales. Parte 2: Requisitos adicionales para teleféricos bicable de vaivén sin freno de carro.	julio-2015	EN 12929-2:2004
EN 12930:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cálculos.	octubre-2015	EN 12930:2004
EN 13107:2015	Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Obras de ingeniería civil.	diciembre-2015	EN 13107:2004
EN 13223:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Sistemas de accionamiento y otros equipos mecánicos.	diciembre-2015	EN 13223:2004
EN 13243:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Dispositivos eléctricos distintos de los accionamientos.	octubre-2015	EN 13243:2004
EN 13411-5:2003+A1:2008	Terminales para cables de acero. Seguridad. Parte 5: Abrazaderas con perno en U	diciembre-2008	
EN 13796-1:2017	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Vehículos. Parte 1: Pinzas, carros, frenos de a bordo, cabinas, sillas, coches, vehículos de mantenimiento, dispositivos de arrastre.	septiembre-2017	EN 13796-1:2005
EN 13796-2:2017	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Vehículos. Parte 2: Ensayo de resistencia al deslizamiento de las pinzas	julio-2017	EN 13796-2:2005
EN 13796-3:2005	Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte de personas por cable. Transportadores. Parte 3: Ensayos de fatiga.	mayo-2007	
EN 17064:2018	Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte de personas por cable. Prevención y lucha contra el fuego	enero-2020	

3. Historia del transporte por cable

Historia del transporte por cable:

- ✓ Primeros remotes: siglos XIV y XV:

→ Utilización militar en Europa y Japón

- ✓ En el siglo XIX, transporte por cable para utilización minera, forestal y auxiliar en centrales hidroeléctricas:



- Funicular de Lyon en 1868 (Francia)
- Teleférico de Wetterhorn en 1908 (Suiza)
- Teleférico des Glaciers en 1927 (Francia)
- Teleférico du Brévent en 1932 (Francia)



- ✓ El transporte por cable con una finalidad turística apareció a partir de los años 45
- ✓ Hoy en día, el transporte por cable se utiliza cada vez más para el transporte urbano

Historia del transporte por cable:

250 AC	Primer remonte en Asia??
1200	Gravado asiático que muestra las primeras cestas colgadas de un cable
1644	Remonte para subir agua a la ciudad fortificada de Gdansk (Polonia) cubos colgados de un cable
1833	Ascensores inclinados de Biesse, Neulise y Buis (Loire, Francia): primeras instalaciones de Europa occidental para el transporte de personas
1845	Ascensor inclinado en las cataratas del Niágara: primera instalación turística!
1908	Primer telesquí en Schollach (Alemania)
1912	Primer tramo del teleférico de Rio de Janeiro
1933	Primer teleférico para esquiadores en Megève, Francia
1934	Primer telesquí con enrolladores
1936	Primer telesquí POMA en Alpe d'Huez

Historia del transporte por cable:

1945	Primer telesilla desembragable (Von Roll) en Suiza
1949	Primer telecabina desembragable en Alagna (Italia) (Carlevaro & Savio)
1984	Primer DMC (POMA, diseñado por Denis Creissels) en Serre Chevalier
1990	Primer funitel en Val-Thorens (Denis Creissels, SA)
1997	Primer telesilla desembragable de 8 plazas en Vradal (Noruega) de Doppelmayr
2003	Teleférico Vanoise Express (Arcs, La Plagne) con cabinas de 200 plazas en 2 plantas (POMA)

4. Usos de los sistemas de transporte por cable

Centros de esquí

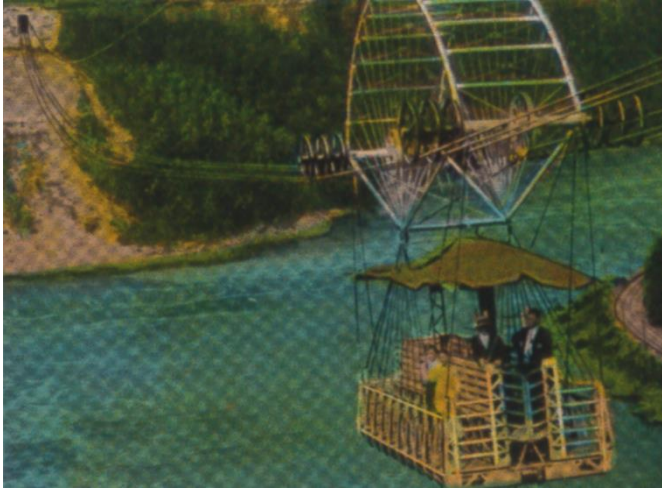


Torre en pórtico de un telesquí de percha doble y enrolladores en la estación de esquí de Les Contamines-Montjoie



Doble telesilla cuatriplaza en Austria

Uso turístico



Telecesta para uso turístico. Cataratas del Niágara



Telecesta para uso turístico. Zoo de Lisboa

Transporte urbano



Teleférico de Roosevelt Island



Expresstram (Aeropuerto de Detroit)

Transporte urbano

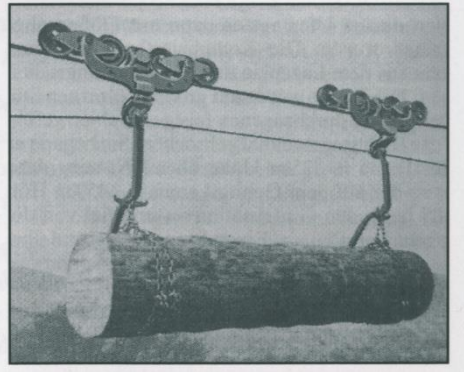


Metrocable de Medellín (Colombia)



Mi Teleférico (La Paz-El Alto) Bolivia

Obra civil (Blondin / cable crane)



Transporte de madera



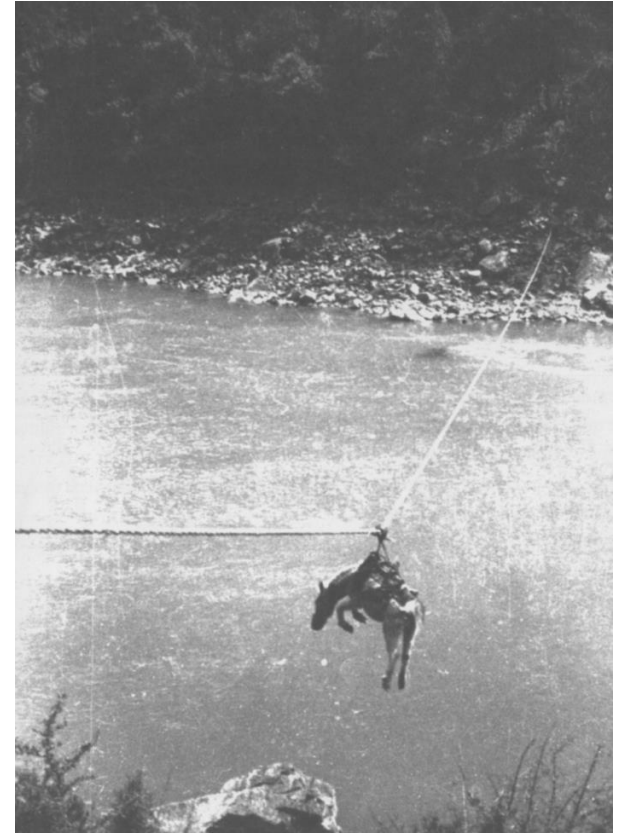
Blondin para la construcción de un puente

Blondin el transporte de hormigón

Transporte de mercancías/minería



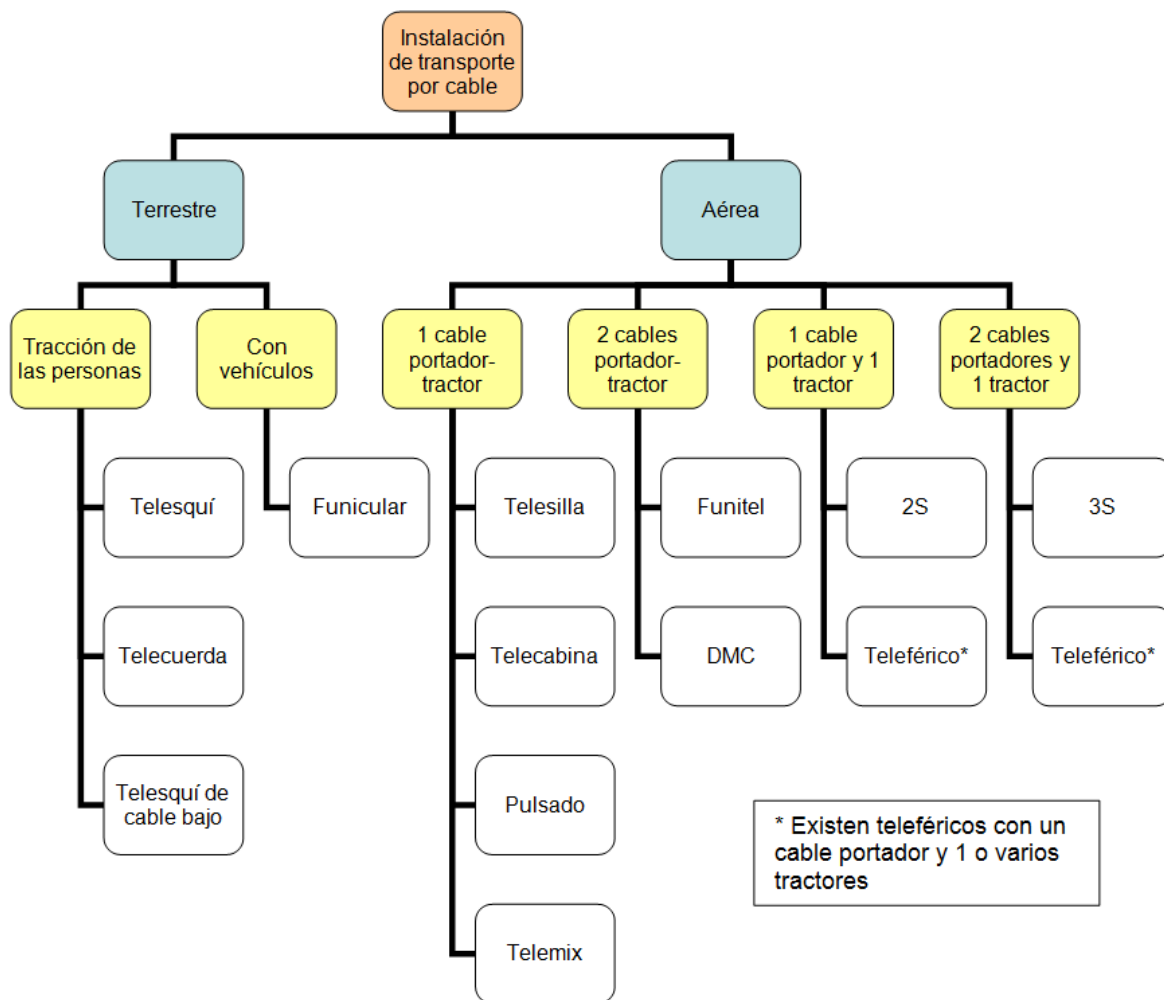
Teleférico Ternium para transporte de materiales (México)



Transporte de animales salvando un río

5. Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

Clasificación de las instalaciones de transporte por cable



Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

Se distinguen sistemas atendiendo a 4 criterios:

1. Rol del cable:

- ❖ tractor: mueve el vehículo
- ❖ portador: sostiene el vehículo

2. Enganche del cable tractor con el vehículo:

- ❖ permanente (sistemas con “pinza fija”)
- ❖ intermitente (sistema “desembragable”)

3. Tipo de trayecto

- ❖ vaivén
- ❖ continuo y en bucle

4. Tipo de vehículo

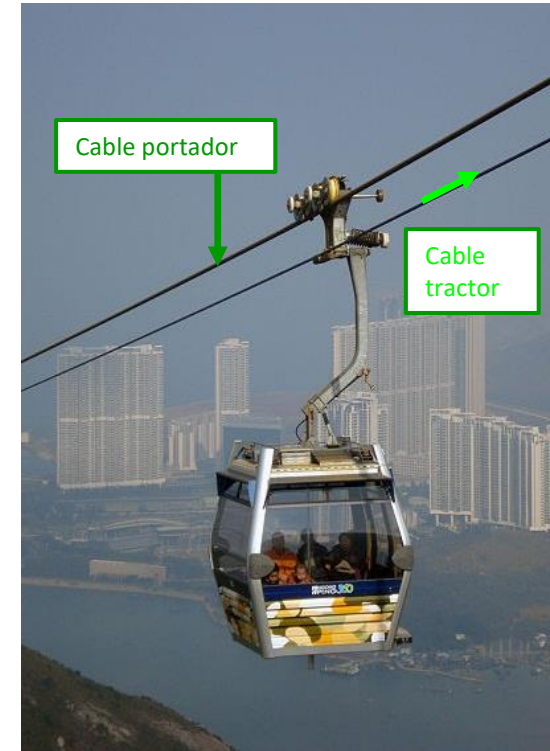
Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

1. Rol del cable:

- ❖ tractor: mueve el vehículo
- ❖ portador: sostiene el vehículo

Se distinguen sistemas con:

- ❖ **Cable portador y cable tractor**
- ❖ Sólo cable tractor
- ❖ Sólo cable portador
- ❖ Cable tractor-portador



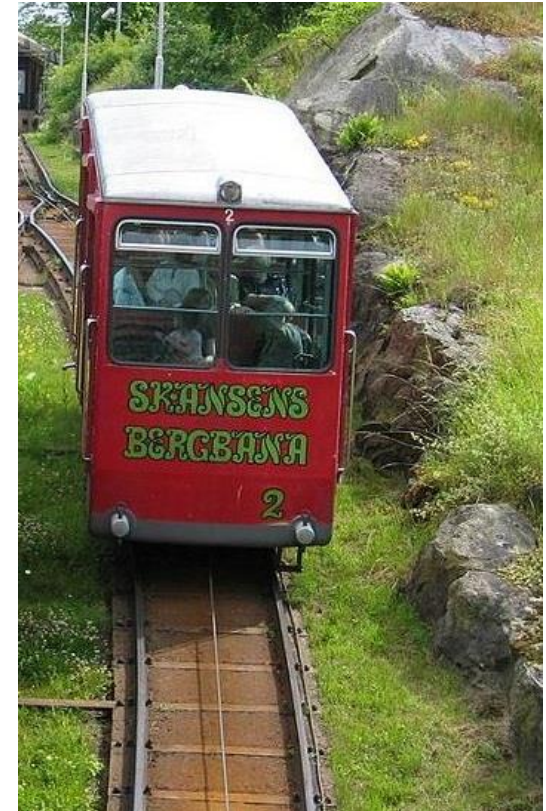
Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

1. Rol del cable:

- ❖ tractor: mueve el vehículo
- ❖ portador: sostiene el vehículo

Se distinguen sistemas con:

- ❖ Cable portador y cable tractor
- ❖ **Sólo cable tractor**
- ❖ Sólo cable portador
- ❖ Cable tractor-portador



Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

1. Rol del cable:

- ❖ tractor: mueve el vehículo
- ❖ portador: sostiene el vehículo

Se distinguen sistemas con:

- ❖ Cable portador y cable tractor
- ❖ Sólo cable tractor
- ❖ **Sólo cable portador**
- ❖ Cable tractor-portador



Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

1. Rol del cable:

- ❖ tractor: mueve el vehículo
- ❖ portador: sostiene el vehículo

Se distinguen sistemas con:

- ❖ Cable portador y cable tractor
- ❖ Sólo cable tractor
- ❖ Sólo cable portador
- ❖ **Cable tractor-portador**



Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

2. Enganche del cable tractor con el vehículo:

- ❖ permanente (sistemas con “pinza fija”)
- ❖ intermitente (sistema “desembragable”)



Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

3. Tipo de trayecto

- ❖ vaivén (vehículos van y vienen por exactamente el mismo trazo)
- ❖ continuo (vehículos contornean las estaciones y regresan por trazo distinto al que subieron)



Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

3. Tipo de trayecto

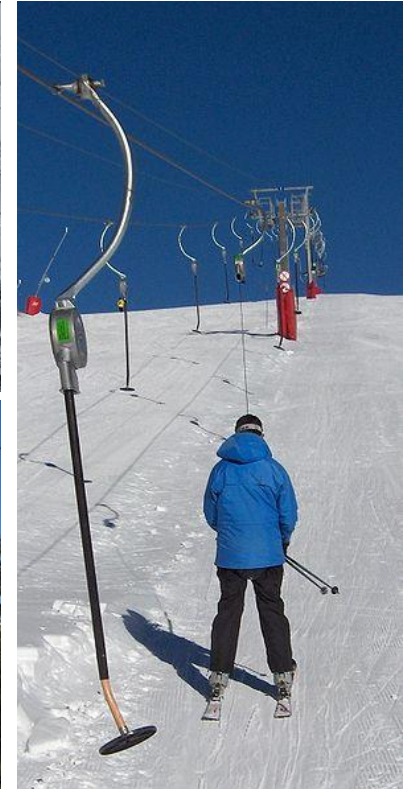
Dentro del tipo de trayecto continuo, puede ser recorrido “rectilíneo” o bien adoptar otras formas (con curvas, triangular) según el uso u obstáculos del trazado



Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

4. Tipo de vehículo

- ❖ simple “percha”
- ❖ silla
- ❖ cabina semi-abierta
- ❖ cabina cerrada
- ❖ vagón
- ❖ industrial



Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

4. Tipo de vehículo

- ❖ simple “percha”
- ❖ silla
- ❖ cabina semi-abierta
- ❖ **cabina cerrada**
- ❖ **vagón**
- ❖ **industrial**



6. Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Telesilla (de pinza fija)

- ❖ Consiste en una serie de sillas que cuelgan de un cable (portador-tractor) que avanza a baja velocidad (máximo 2,7 m/s).
- ❖ Muy utilizado en centros de esquí.
- ❖ Adecuado para distancias moderadas (1 km máximo) en terrenos relativamente uniformes.
- ❖ Requiere torres (o apoyos) cada 100 m aproximadamente.



Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Telesilla desembragable

- ❖ Sistema análogo al anterior salvo que en estación las sillas se desacoplan del cable y reducen su velocidad para facilitar el embarque y desembarque de pasajeros.
- ❖ Gracias a esta característica, en línea permite alcanzar velocidades de 6 m/s.
- ❖ Permite distancias de hasta 3 km en terrenos relativamente uniformes.
- ❖ Requiere torres cada 120 m aproximadamente.



Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Telecabina desembragable

- ❖ Consiste en una serie de cabinas que cuelgan de un cable que avanza a alta velocidad (hasta 6 m/s), y que se desacoplan en las estaciones para facilitar el embarque y desembarque a velocidades más lentas.
- ❖ Requiere torres cada 150 m aproximadamente y terreno uniforme.



Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Funitel

- ❖ Sistema análogo al anterior salvo por el hecho de disponer de 2 cables tractores-transportadores, cosa que le confiere mayor estabilidad al viento y posibilidad de tener cabinas de mayor capacidad.
- ❖ Permite salvar luces mayores entre apoyos (torres).



Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Funitel vaivén

- ❖ Sistema en donde 2 grupos de cabinas de mediana capacidad avanzan de estación a estación, parándose en ellas, y regresando por el mismo lado (no contornean las estaciones).
- ❖ La presencia de 2 cables tractores-portadores permite salvar luces notables y da estabilidad al viento.



Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Telepulsado

- ❖ Sistema en donde 2 o 4 grupos de cabinas de pequeña capacidad, circulan de estación a estación, parándose en ellas.
- ❖ La principal diferencia con el funitel va-y-viene es que las cabinas penden de un solo cable (portador-tractor), factor que limita la distancia entre torres.
- ❖ Además, las cabinas contornean las estaciones (movimiento continuo).



Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Teleférico

- ❖ Sistema vaivén donde la presencia de un cable portador independiente permite salvar grandes luces (hasta 3,5 km).
- ❖ Las cabinas (1 ó 2) pueden tener una gran capacidad (200 personas).
- ❖ Cuando son 2 cabinas en general actúan como contrapeso mutuo (con el consiguiente ahorro energético).
- ❖ Los pasajeros acostumbran a ir de pie (a diferencia de la mayoría de otros sistemas con vehículos cerrados).
- ❖ Permite líneas de gran inclinación a través de terrenos muy abruptos.



Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Teleférico 2S

- ❖ Sistema que combina características de una telecabina (desembrague de cabinas en estación) y de un teleférico (presencia de un cable portador independiente).
- ❖ Permite salvar lúces mayores que una telecabina, si bien no tan grandes como un teleférico.
- ❖ El hecho de circular en movimiento continuo (y no ir y venir) posibilita caudales (en pasajeros/hora) más importantes que en teleféricos.



Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Teleférico 3S

- ❖ Sistema que se diferencia del 2S solo por la presencia de 2 cables portadores (en vez de 1 solo).
- ❖ Permite salvar luces mayores (hasta 3 km) y disponer de cabinas de mayor capacidad.



Descripción de las tecnologías de transporte por cable

Funicular

- ❖ Sistema donde los vehículos son vagones que circulan sobre raíles, siendo tirados por un cable tractor.
- ❖ Como en muchos teleféricos, un vagón hace de contrapeso del otro.
- ❖ El hecho de circular sobre raíles obliga a la construcción de puentes/viaductos para salvar quebradas. Sin embargo, puede ir semi-soterrado (en trinchera) o dentro de un túnel.
- ❖ Permite realizar curvas en planta.



Clasificación de las instalaciones de transporte por cable

	Cable(s)				Pinza		Movimiento		Vehículo(s)	
	único	separados		sólo	fija	desem-bragable	vaivén	continuo	número	capa-cidad
	portador-tractor	portador	tractor	tractor						
Telesilla	1				X			X	s. n. ¹⁾	1 a 6
Telesilla desembragable	1					X		X	s. n.	2 a 8
Telecabina	1					X		X	s. n.	4 a 16
Funitel	2					X		X	s. n.	20 a 30
Funitel vaivén	2				X		X		2 a 8	20 a 30
Telepulsado	1				X			X	2 a 16	4 a 16
Teleférico		2	1 ó 2		X		X		1 ó 2	10 a 200
2S		1	1			X			s. n.	4 a 16
3S		2	1			X			s. n.	20 a 30
Funicular				1	X		X		1 ó 2	10 a 400
Telearrastre	1				X			X	s.n.	1 ó 2
Telearrastre desembragable	1					X		X	s.n.	1

6. Rango de aplicación de los sistemas de transporte por cable y comparativo con otros sistemas de transporte

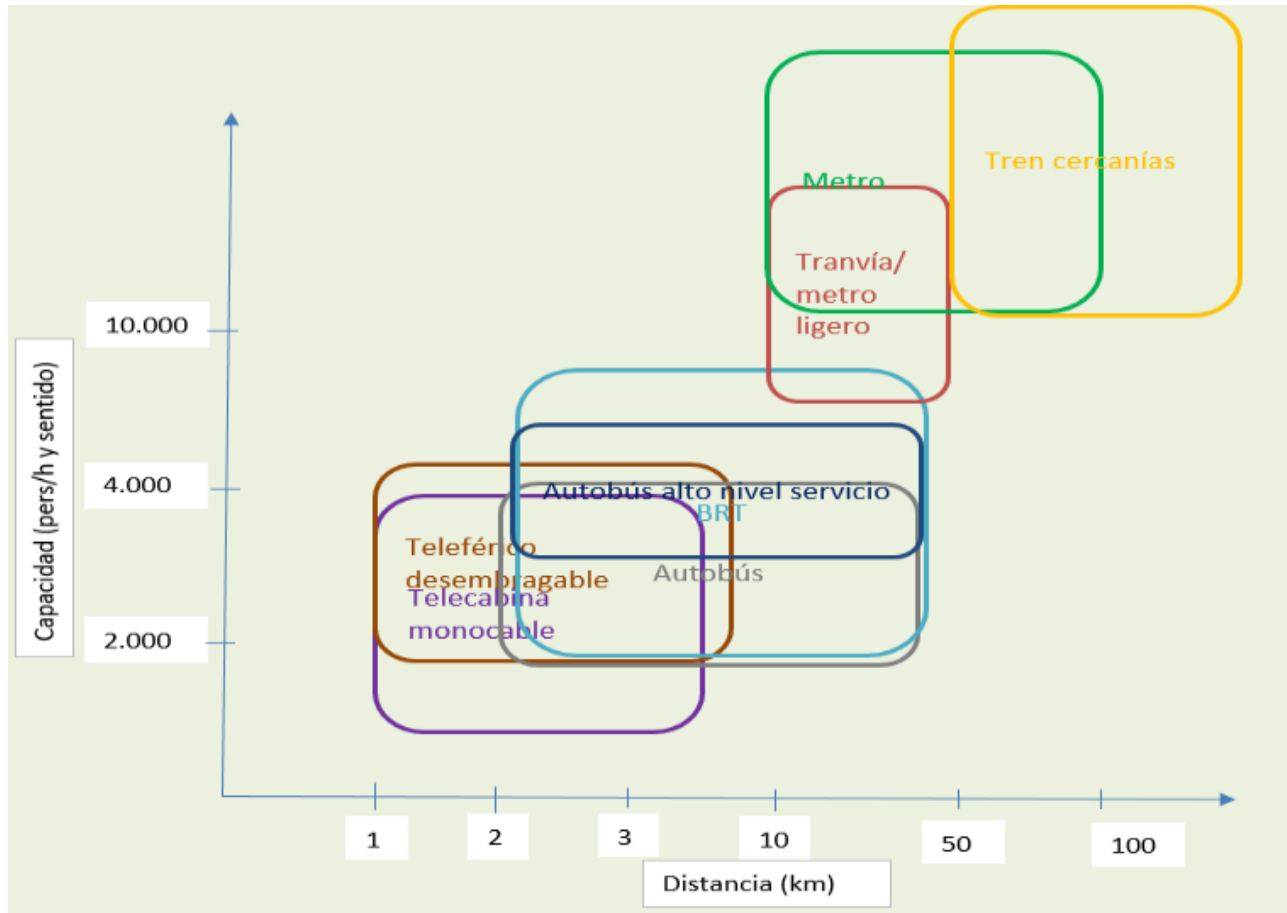
Rango de aplicación de los sistemas de transporte por cable

	Caudal (p/h)	Longitud total (m)	Estabilidad al viento	Luz máxima entre apoyos (m)	Velocidad (m/s)	Coste de inversión
Telesilla	1.000 - 3.000	300 - 1.100	baja	100	2,0 - 2,5	bajo
Telesilla desembragable	1.500 - 4.000	1.000 - 3.000	baja	120	4,0 - 6,0	medio
Telecabina	1.500 - 4.000	800 - 4.000	baja	200	5,0 - 6,0	medio/alto
Funitel	2.000 - 4.000	1500 – 3000	alta	700	6,0 - 8,0	muy alto
Funitel va-y-viene	1.000 - 2.000	1000 – 2000	alta	500	6,0 - 8,0	alto
Telepulsado	200 - 800	200 – 600	baja	150	3,0 - 6,0	bajo
Teleférico	200 - 1.500	300 - 6.000	alta	3.500	5,0 - 12,5	bajo/medio
2S	1.500 - 3.000	1.000 - 4.000	alta	1.000	4,0 - 7,0	alto
3S	2.000 - 4.500	1.000 - 4.000	alta	3.000	5,0 - 7,5	muy alto
Funicular	300 - 8.000	100 - 4.000	muy alta	s/o	6,0 – 12,0	muy alto

Comparativo con otros sistemas de transporte

Sistema	Flexibilidad	Fiabilidad	Coste implementación	Coste explotación	Capacidad pers/h y sentido
Autobús	alta	reducida	bajo	bajo	4.000
Tranvía/metro ligero	baja	alta	medio – alto	medio	15.000
BRT	media - alta	alta	medio	bajo – medio	8.000
Autobús con alto nivel de servicio	alta	media - alta	bajo – medio	bajo	5.000
Metro	muy baja	muy alta	muy alto	alto	80.000
Ferrocarril de cercanías	muy baja	alta	alto	alto	100.000
Telecabinas monocables	baja	muy alta	bajo	bajo – medio	4.000
Teleférico desembragable	baja	muy alta	Bajo - medio	medio	4.500

Comparativo con otros sistemas de transporte por cable



7. Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Estación motriz

- ❖ Estructura chasis móvil, montada sobre tres pilares de hormigón armado, de estructura metálica o mixtas.
- ❖ La maquinaria será aérea (grupo motor sobre el chasis de la estación) o bien, soterrada.



Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Estación motriz

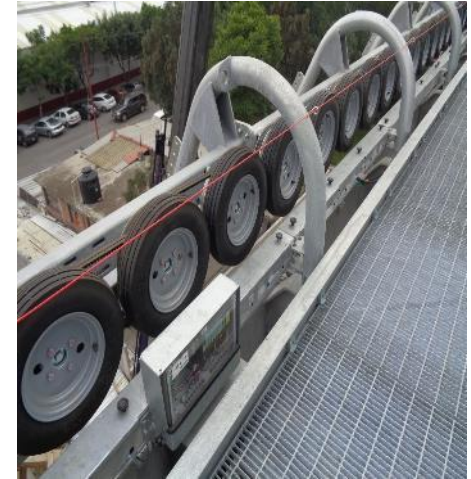
Los componentes con los que cuenta la estación motriz son:



Grupo motor y polea motriz



Vías de embrague y desembrague
Raíl de desplazamiento en estación



Vías de embrague y
desembrague
Cadena de neumáticos

Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Estación motriz

Los componentes con los que cuenta la estación motriz son:



Freno de servicio



Freno de seguridad



Equipamiento eléctrico

Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Estación retorno

La polea de retorno va fijada al chasis móvil de la estación de reenvío.



Otros componentes (ver estación motriz).

Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Sistema de tensión del cable

Modo de operación

Tensión con regulación constante

- ❖ Tensión “pseudo-fija”

Componentes

- ❖ Carro o parte móvil de la estación sobre el volante de reenvío
- ❖ Central hidráulica de tensión
- ❖ Uno o dos cilindros hidráulicos
- ❖ Otros: Válvula anti-retorno, válvula paracaídas
- ❖ Bomba manual en caso de defecto en alimentación eléctrica
- ❖ Sistemas de control, de seguridad



Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Estación intermedia

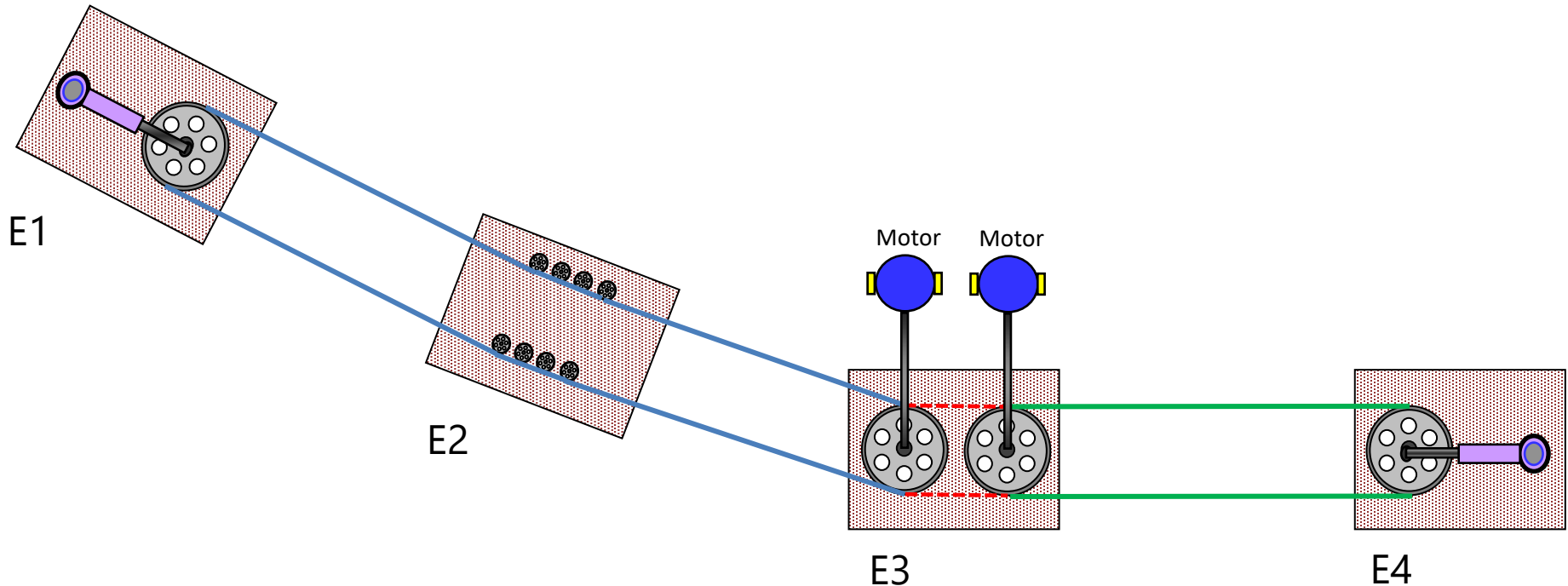
Una telecabina puede contar con una o varias estaciones intermedias, además de las estaciones motriz y de reenvío, con el objetivo de:

- ❖ ampliar el servicio y/o
- ❖ realizar cambios de dirección (ángulos) entre los distintos tramos.



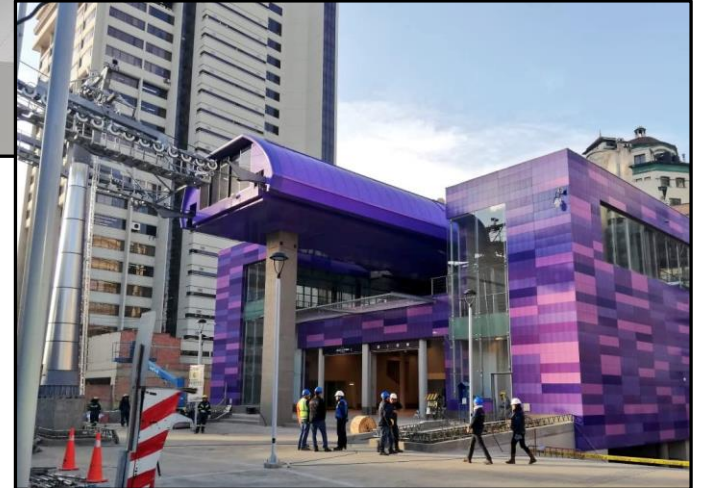
Telecabinas desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Estación intermedia. Tipos



Telecabinas desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

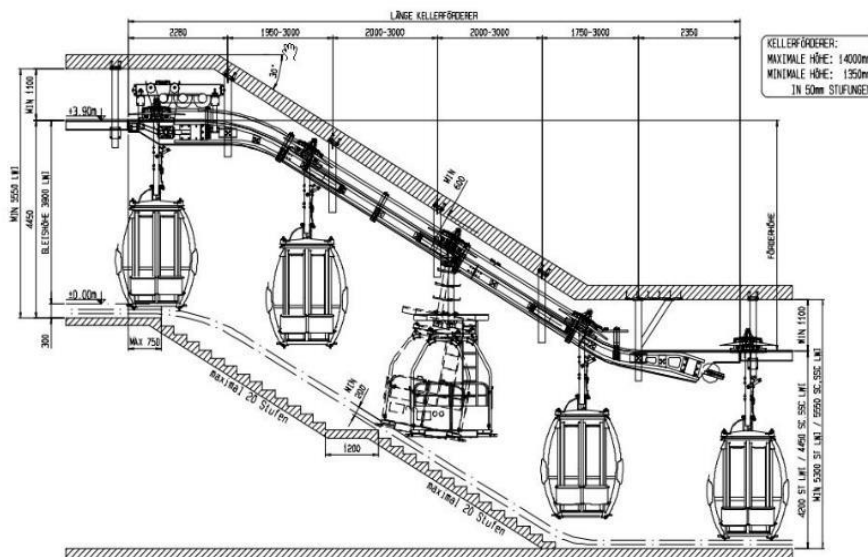
Andenes y cubiertas



Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Garajes

- ❖ Permiten el almacenamiento de cabinas fuera de la línea
- ❖ Estación dotada de agujas que permiten el paso hacia el garaje
- ❖ Garaje en dos niveles, requiere una rampa para el descenso de cabinas



Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Equipamientos de línea

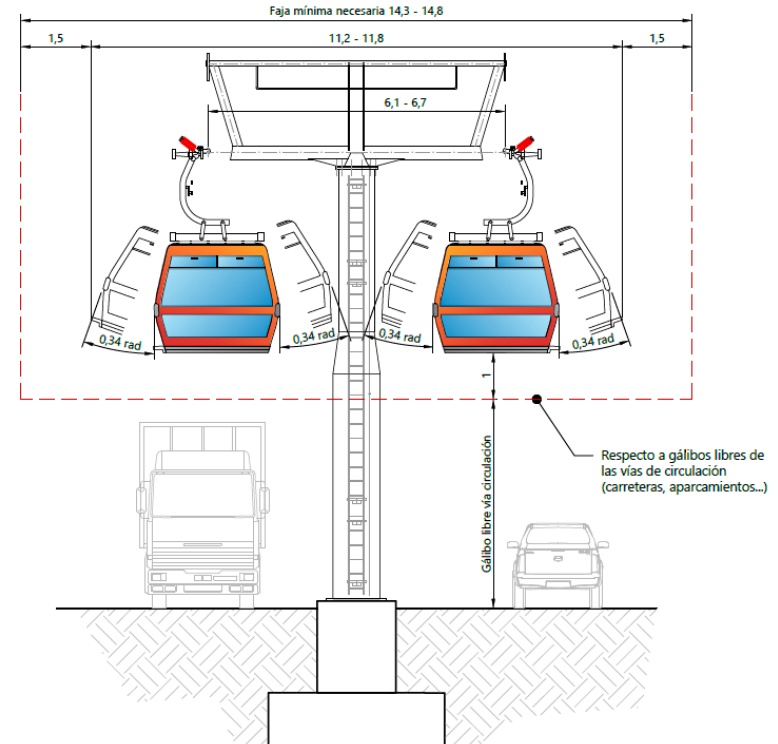
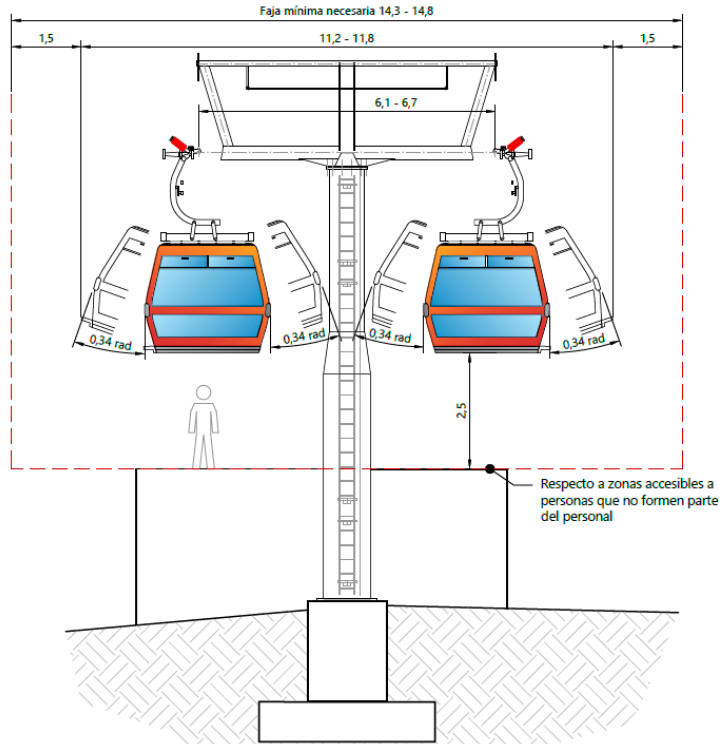
Torres de línea, compuestas por:

- ❖ Cimentación
- ❖ Fuste metálico
- ❖ Potencia y sobrepotencia
- ❖ Balancines (soporte, compresión, soporte/compresión)
- ❖ Línea de seguridad, sistema de posicionamiento del cable
- ❖ Otros (escaleras, plataformas de trabajo, anemómetros, etc)



Telecabinas desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

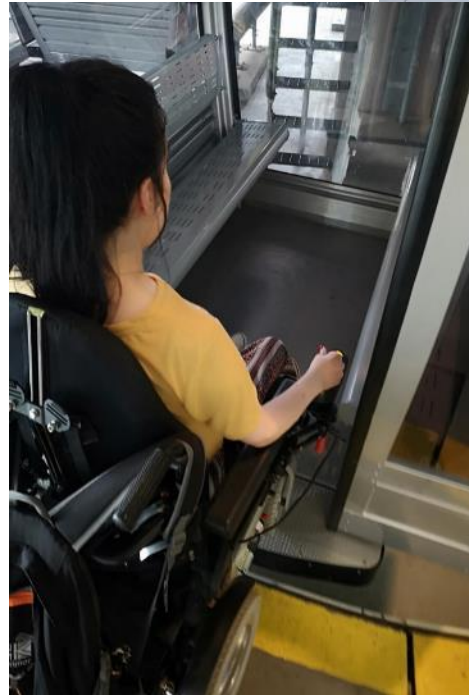
Equipamientos de línea. Gálibos



Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Cabinas

- ❖ De 10 o 12 plazas
- ❖ Vehículos cerrados y adaptados a la climatología (ventilación)
- ❖ Adaptados a personas con movilidad reducida
- ❖ Sin escalón en el embarque/desembarque de pasajeros
- ❖ Otros: Comunicación con estaciones, iluminación, wifi. Baterías, paneles solares, etc.



Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Pinzas

Se componen de:

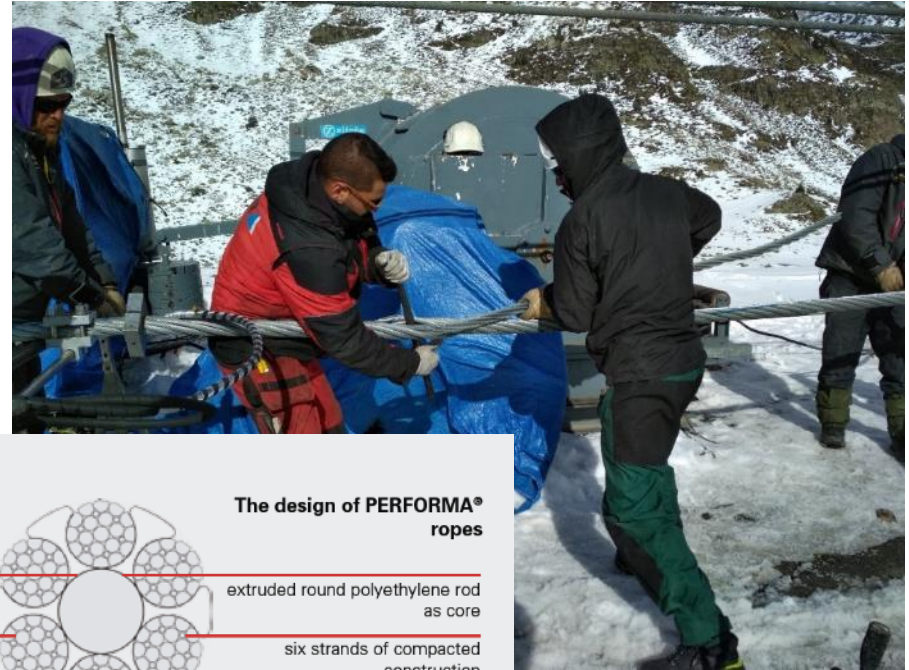
- ❖ Un chasis que soporta la cabina a través del brazo de suspensión
- ❖ Una garra fija
- ❖ Una garra móvil articulada
- ❖ 2 muelles paralelos (u otro sistema de acumulación de energía)



Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Cable

- ❖ El cable será de anillo continuo, con un empalme (o un máximo de 2).
- ❖ La resistencia (y en consecuencia el diámetro) del cable será determinada por los resultados del cálculo de línea

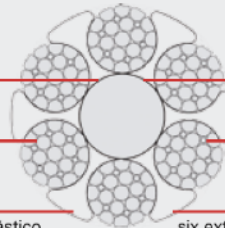


Cómo están diseñados los cables PERFORMA®

alma formada por una barra redonda de polietileno extruida

construcción compactada de seis cordones

seis barras perfiladas extruidas de plástico, reforzadas con tejido, de alta tenacidad y alargamiento a la rotura



The design of PERFORMA® ropes

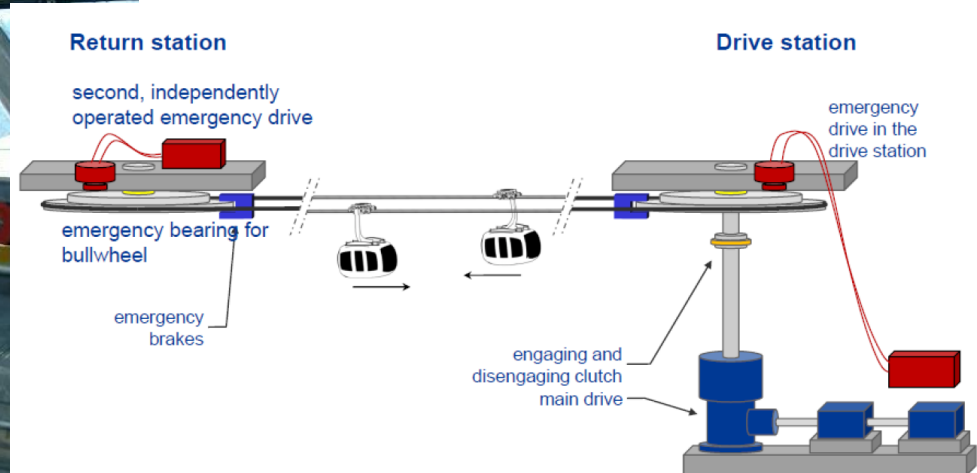
extruded round polyethylene rod as core

six strands of compacted construction

six extruded, fabric-reinforced profile rods made of plastic with high resilience and elongation at break

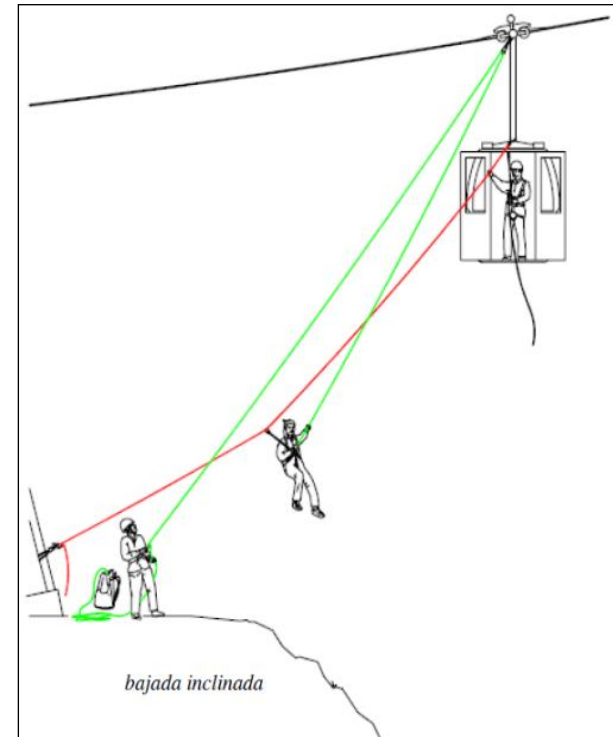
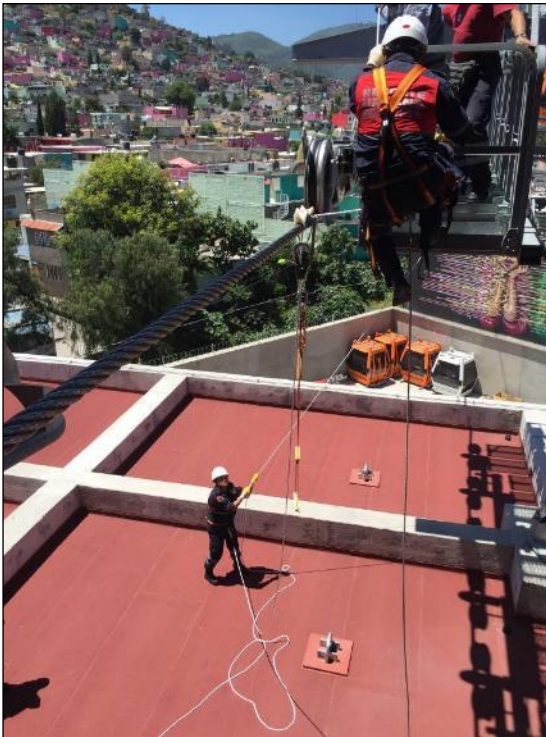
Telecabina desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Recuperación a estaciones y salvamento integrado



Telecabinas desembragable. Descriptivo del sistema electromecánico

Salvamento vertical



8. Cálculo de línea

Cálculo de línea

Datos de entrada para el cálculo

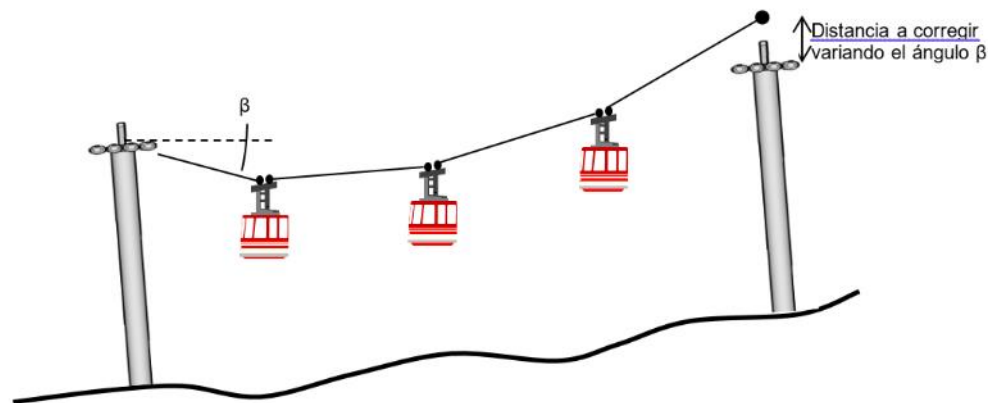
- ✓ Capacidad de transporte: Resultado del estudio de demanda
- ✓ Velocidad nominal en línea: 6 m/s (máximo según normativa europea para telecabinas monocable)
- ✓ Tipo de vehículo: 10 – 12 plazas
- ✓ Topografía: Perfil del terreno y obstáculos: líneas eléctricas, edificaciones, calles, etc.)

Cálculo de línea

Programa Funisoft v1.2.01

Características:

- ❖ De desarrollo propio
- ❖ Validado en proyectos de transporte por cable de diferentes constructores
- ❖ Cálculo teniendo en cuenta la carga puntual de los vehículos
- ❖ Estudio de los diferentes casos de carga



	Sentido ida	Sentido vuelta
Caso 1	100% de carga	0% de carga
Caso 2	0% de carga	0% de carga
Caso 3	100% de carga	100% de carga
Caso 4	0% de carga	100% de carga
Caso 5	Cable desnudo (sin cabina)	Cable desnudo (sin cabina)

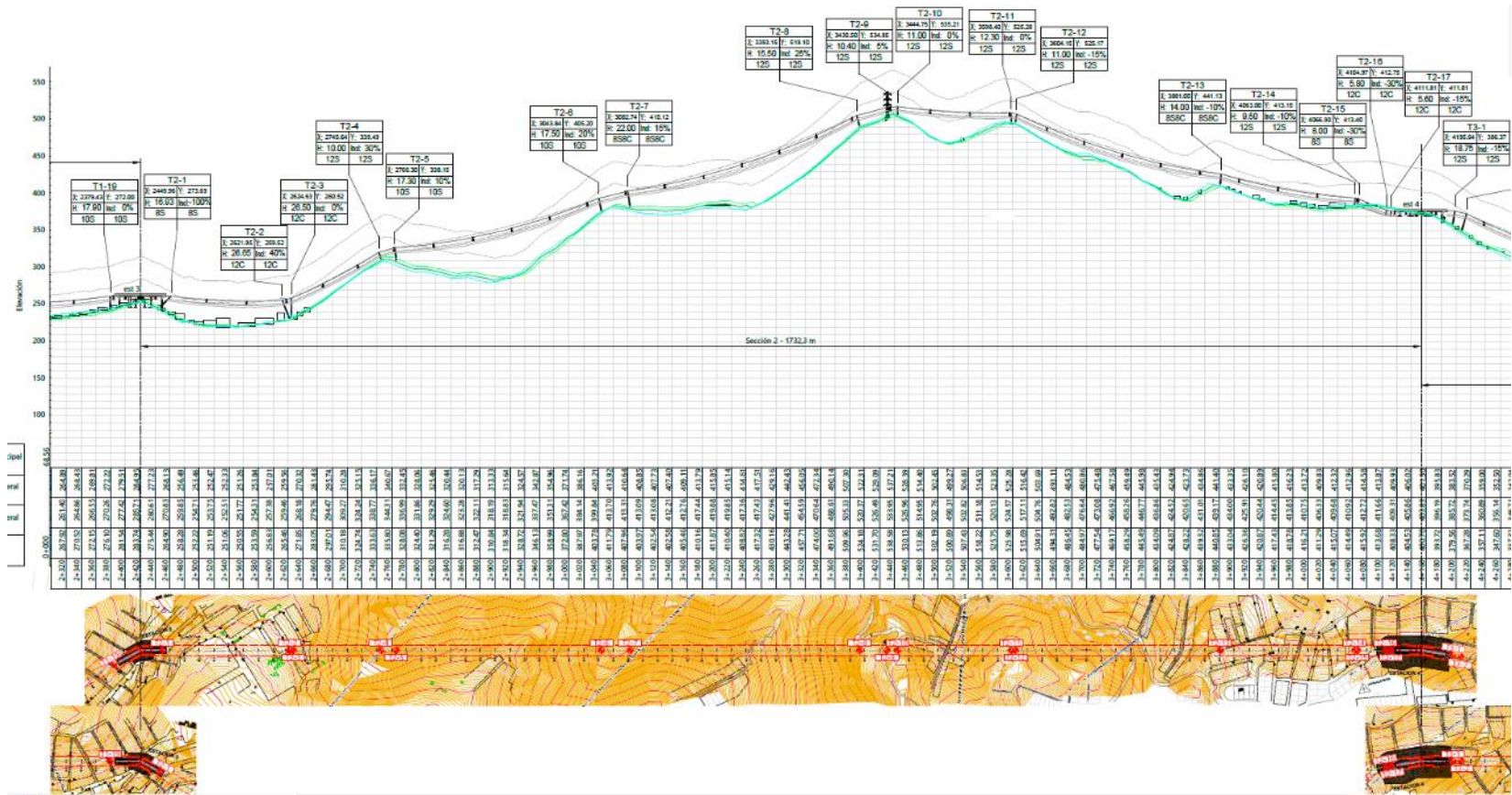
Cálculo de línea

Ejemplo de resultados obtenidos

Características	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Total
Longitud horizontal (m)	2 407	1 732	1 846	5 985
Longitud según pendiente (m)	2 433	1 800	1 869	6 102
Desnivel (m)	212	256	167	301
Nº de estaciones (útiles de cara al pasajero)	3	2	2	5
Ubicación estación motriz	Est. 3	Est. 3	Est. 4	-
Ubicación estación de tensión	Est. 1	Est. 4	Est. 5	-
Tensión (daN)	72 000	68 000	70 000	-
Carrera máxima del carro tensor (m)	5,53	7,92	5,71	-
Estaciones intermedias	1	0	0	1
Capacidad de transporte (pphd)	4000			
Velocidad nominal en línea (m/s)	6,0			
Velocidad en estaciones (m/s)	0,25 - 0,28			
Tiempo de trayecto	6 min 36s	4 min 48s	5 min 2s	16 min 26 s
Nº de cabinas	126	84	87	297
Capacidad de las cabinas	10			
Intervalo de tiempo entre cabinas (s)	9.0			
Equidistancia entre cabinas (m)	54			
Nº de torres de línea	19	17	13	49
Ancho de vía (m)	6.4			
Diámetro del cable (mm)	56.0			
Potencia del motor a régimen (kW)	700	500	450	1 650
Potencia del motor en el arranque (kW)	840	600	550	1 990

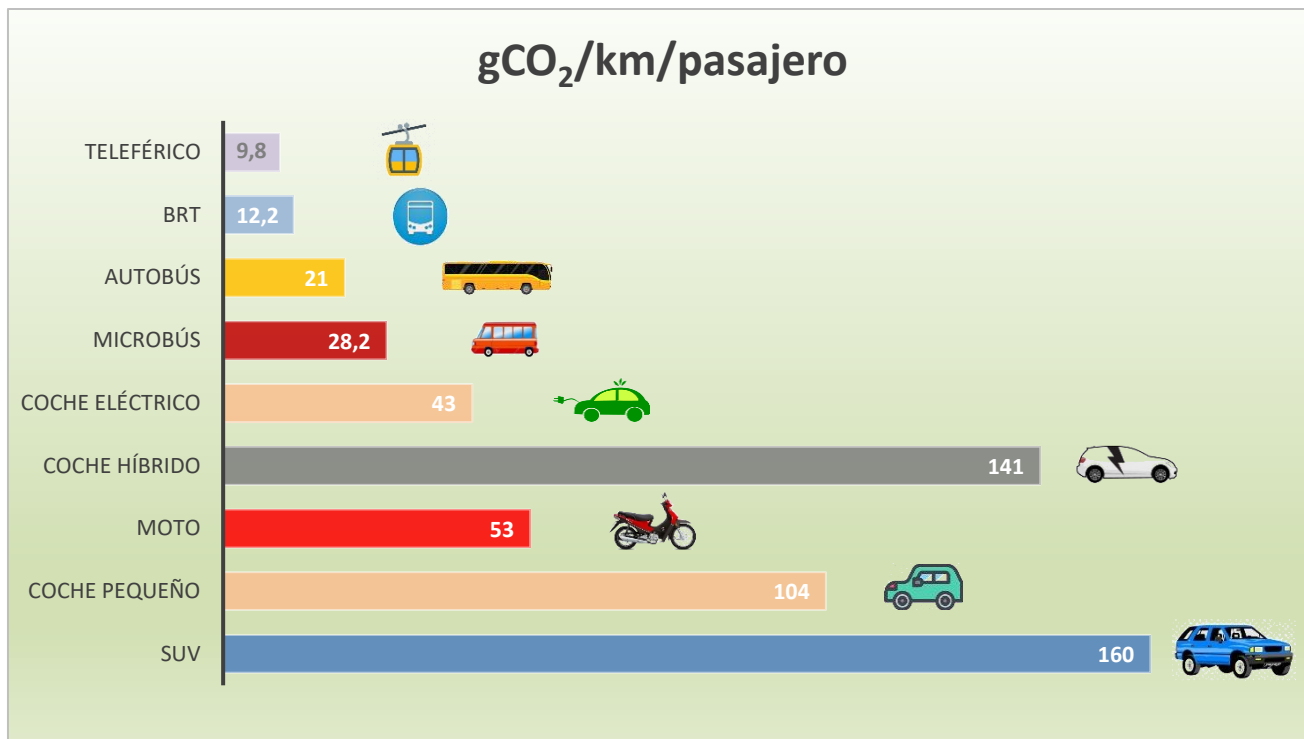
Cálculo de línea

Ejemplo de resultados obtenidos



9. Aspectos ambientales. Emisiones CO₂ por kilómetro y pasajero

Emisiones CO₂ por kilómetro y pasajero



10. Ejemplos de sistemas de transporte por cable urbano.

Ejemplos sistemas de transporte por cable urbano

Metrocable (Medellín, Colombia)	
Año de puesta en funcionamiento	2004 (línea K)
Líneas	5
Longitud total	11 km
Estaciones totales	16
Cap. de transporte	1.200 a 3.000 p/h



Ejemplos sistemas de transporte por cable urbano

Transmicable (Bogotá, Colombia)	
Año de puesta en funcionamiento	2018
Líneas	1
Longitud total	3,3 km
Estaciones totales	4
Cap. de transporte	3.600 p/h



Ejemplos sistemas de transporte por cable urbano

Mi Teleférico (La Paz, Bolivia)

Año de puesta en funcionamiento	2014 (líneas Roja, amarilla y Verde)
Líneas	10 (+ 1 en construcción)
Longitud total	30,5 km
Estaciones totales	36
Cap. de transporte	2.000 a 4.000 p/h



Ejemplos sistemas de transporte por cable urbano

Mexicable (Ecatepec, México)	
Año de puesta en funcionamiento	2016
Líneas	1 (+2 en construcción)
Longitud total	4,8 km
Estaciones totales	7
Cap. de transporte	3.000 p/h



Ejemplos sistemas de transporte por cable urbano

Complejo de Alemão (Río de Janeiro, Brasil)	
Año de puesta en funcionamiento	2011
Líneas	1
Longitud total	3,6 km
Estaciones totales	6
Cap. de transporte	2.800 p/h



Ejemplos sistemas de transporte por cable urbano

Emirates Air Line (Londres, Reino Unido)	
Año de puesta en funcionamiento	2012
Líneas	1
Longitud total	1,1 km
Estaciones totales	2
Cap. de transporte	2.500 p/h



Ejemplos sistemas de transporte por cable urbano

Yenimahalle (Ankara, Turquía)	
Año de puesta en funcionamiento	2014
Líneas	1
Longitud total	3,2 km
Estaciones totales	4
Cap. de transporte	2.400 p/h

