

**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y
LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

INF-ELECT--CASC-028-21

**RECOPILACION Y ANÁLISIS DE LA
INFORMACIÓN EXISTENTE - COMPONENTE ELECTROMECAÁNICO**



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

CONSORCIO CS

Instituto de Desarrollo Urbano



CONSORCIO CS

Cal y Mayor
Colombia S.A.S.



Supering
Supervisión e Ingeniería de Proyectos

BOGOTÁ, 2021 – Julio - 29

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-ELECT--CASC-028-21

RECOPIACION Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE - COMPONENTE ELECTROMECAÁNICO

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	15/02/2021		
Versión 01	23/02/2021	Observaciones Interventoría	
Versión 02	08/03/2021	Observaciones Interventoría	60
Versión 03	04/05/2021	Observaciones IDU	62
Versión 04	29/07/2021	Observaciones IDU	60

EMPRESA CONTRATISTA

VALIDADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD	
Ing. Marc Pastor Vilanova Especialista Electromecánico	Ing. Marc Pastor Vilanova Especialista Electromecánico	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORIA

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Luis Angel Lozano Berdie Especialista Electromecánico	Ing. Wilmer Alexander Rozo Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION	4
2	DESCRIPCIÓN DEL CONTRATO	5
3	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	7
4	OBJETIVOS.....	8
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	8
5	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SISTEMA ELECTROMECAÁNICO	9
6	NORMAS CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS	11
7	ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN / ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	14
8	SISTEMA ELECTROMECAÁNICO	16
8.1.1	Especificaciones electromecánicas de la alternativa seleccionada	16
8.1.2	Estudio electromecánico o (nota de cálculo).....	34
8.1.3	Verificación de gálibo de la línea.....	36
8.2	Integración del sistema electromecánico.....	36
8.2.1	Estación La Victoria.....	36
8.2.2	Estación Portal 20 de Julio	38
8.2.3	Estación Altamira	39
8.2.4	Otras observaciones generales	40
8.3	Plan de salvamento.....	41
8.3.1	Salvamento integrado	42
8.4	Costes.....	43
8.4.1	Introducción	43
8.4.2	Costos de inversión CAPEX.....	44
8.4.3	Costos de operación y mantenimiento (OPEX).....	51
8.4.4	Cronograma.....	55
8.5	Informe final cable aéreo	56
8.5.1	Desarrollo de los estudios (3).....	56
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES (4).....	57
9.2	Conclusiones	58
9.2.1	Puntos críticos, problemáticas identificadas	58
9.2.2	Principales retos	58
9.2.3	Trabajos de complementación requeridos.....	59
9.2.4	Otras conclusiones.....	60

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1. Trazado del Sistema Factibilidad año 2012.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Trazado a Juan Rey - Factibilidad año 2012.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3. Trazados planteados en estudios del año 2009.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Corredor General objeto de estudio – fase de factibilidad.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 5. En Estación Altamira, 8.23m.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 6. En Estación Portal 20 de Julio, 9.80m.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 7. En Estación La Victoria, 8.22m.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8. En la imagen se muestra el perfil de línea del teleférico “Mexicable” de Ecatepec de Morelos (Estado de México), en el que se está prácticamente al límite en el “despegue” de la línea para pasar sobre los edificios colindantes. En este caso, estos edificios impusieron la cota del andén. (Fuente: Perfil de línea de la sección 2 del Mexicable.).....</i>	<i>59</i>

1 INTRODUCCION

Este documento contiene la recopilación, revisión, verificación y análisis de información secundaria para el proyecto “ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.”, cumpliendo así con el entregable correspondiente según anexo técnico No1 donde reza “el Consultor deberá revisar la información existente y adelantar una valoración de esta, para poder ejecutar en debida forma los estudios y diseños detallados, logrando la aprobación de los mismos por parte de la Interventoría, y por cada uno de los entes competentes”.

Como referencia básica para el desarrollo del presente informe se toma lo expuesto en los documentos suministrados (**Estudios previos IDU-CMA-SGDU-015-2020 y Anexo técnico No 1**), donde se mencionan los diferentes procesos previos realizados, que contienen los antecedentes para el actual estudio.

2 DESCRIPCIÓN DEL CONTRATO

Como se describe en el anexo técnico No 1; “El sistema de transporte por cable aéreo está ubicado en la Localidad de San Cristóbal hacia el sur de Bogotá. El recorrido inicia en el Portal 20 de Julio donde hace transferencia con el sistema Transmilenio, y continúa hacia las laderas de los Cerros del Sur, hacia los sectores La Victoria y Altamira / Moralba. La localidad está caracterizada por su diversidad constructiva, su versatilidad de usos, consolidación urbana y una variedad muy interesante de tipologías de arquitectura residencial e institucional. Cabe destacar que esta localidad tiene un gran potencial de desarrollo y de centralidad por el acopio de infraestructura a escala urbana, como la Iglesia del Divino Niño, el Hospital de La Victoria, y algunos colegios.

El cable aéreo cruza barrios de diversa índole desde lo social y urbano, donde se pueden observar sectores de estrato cuatro, en el barrio 20 de Julio, estratos tres y dos, en los barrios aledaños a la Victoria y estrato uno en el área de influencia de Altamira. La topografía es variable, se encuentra desde áreas completamente planas (cercañas del Portal 20 de Julio) hasta pendientes de 12 y 20 % (bordes de la ladera sector Moralba).

La factibilidad realizada en el año 2012 contempló una línea de cable que se integraría con el sistema masivo BRT TransMilenio en su Portal 20 de julio para posteriormente continuar hacia el barrio La Victoria (estación intermedia) y finalmente llegar al barrio Altamira donde está ubicada la estación de retorno.

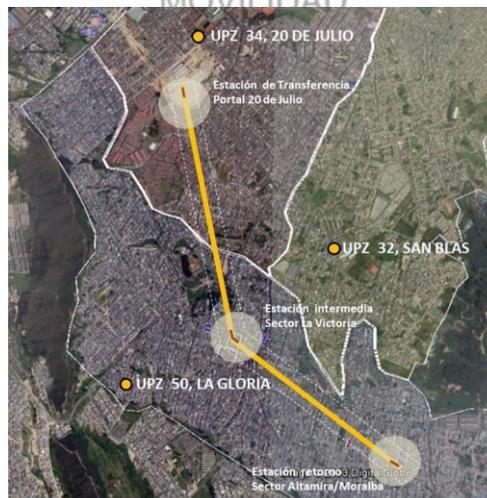


Figura 1. Trazado del Sistema Factibilidad año 2012.

En dicha factibilidad, se estructuró un proyecto de cable aéreo que contempla la implantación de un sistema de Góndola monocable desenganchable. El sistema propuesto cuenta con tres estaciones: transferencia, intermedia- motriz y retorno, tiene una longitud total de 2802.56m y un desnivel total de 258.05 m.

Como resultado de la factibilidad se cuenta actualmente con un estudio topográfico realizado dentro del **Contrato Interadministrativo No. 20121531 del 7 de noviembre 2012**, (Radicado Metro 2012-0186), suscrito entre la Secretaria Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada. En el mencionado estudio se analizó además un trazado desde el 20 de Julio hasta Juan Rey; sin embargo, no existe un estudio topográfico realizado para dicho trazado.

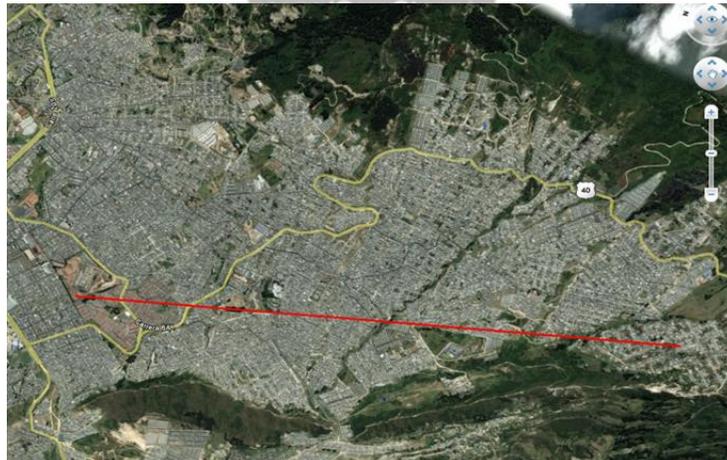


Figura 2. Trazado a Juan Rey - Factibilidad año 2012.

Según el anexo técnico No 1 el proyecto deberá ser desarrollado en cuatro fases así:

- Fase 1: Recopilación y análisis de información (1 mes)
- Fase 2: Factibilidad (actualización, ajustes y complementación de factibilidad) (3 meses)
- Fase 3: Estudios y Diseños de detalle (7 meses)
- Fase 4: Aprobaciones y armonización con ESP (1 mes)

3 LOCALIZACION DEL PROYECTO

Según el anexo técnico No 1; dentro de los trabajos realizados para la ciudad de Bogotá en el año 2009 para el corredor objeto del presente estudio, se plantearon dos trazados de ubicación viables, los cuales se diferencian básicamente en la ubicación de la estación retorno (Moralba y Altamira). La factibilidad realizada en el año 2012 se elaboró para la alternativa 2 con estación de retorno localizada en el sector denominado Altamira.

	Alternativa 1 Portal 20 de Julio – La Victoria - Moralba	Alternativa 2 Portal 20 de Julio – La Victoria - Altamira
Longitud	3,556	2,830
Desnivel	318	264
Trazado esquemático		

Figura 3. Trazados planteados en estudios del año 2009.

Por lo anterior y de acuerdo con lo establecido en el anexo técnico No 1 el corredor objeto de estudio para fase de factibilidad y dentro del cual se encontraría circunscrito el corredor para fase de estudios y diseños es como se ilustra a continuación:

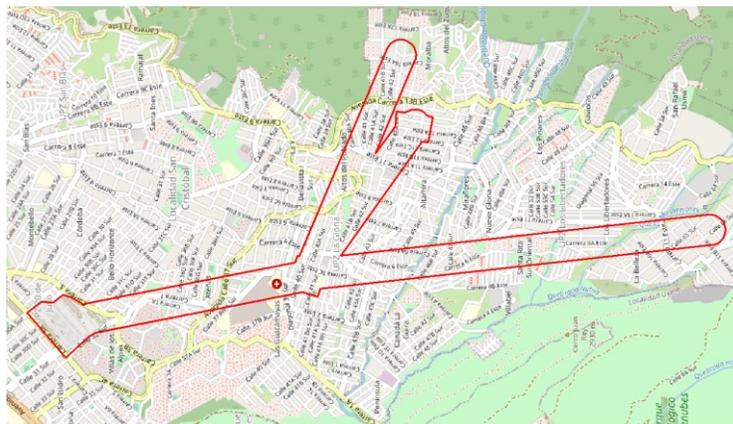


Figura 4. Corredor General objeto de estudio – fase de factibilidad.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta primera fase es recopilar y analizar la información previa disponible. Los antecedentes disponibles se detallan en el capítulo 1 del anexo 1 de las bases del concurso.

Teniendo en cuenta los antecedentes y que han transcurrido 8 años desde la realización de los estudios factibilidad, es efectivamente recomendable hacer una revisión integral del proyecto actualizando los estudios básicos dada la situación actual, contemplando las modificaciones en la legislación y normativa tanto locales como nacionales e internacionales, cambios en el tejido urbano tanto a nivel demográfico, urbanístico como infraestructural, lo cual generará ajustes o modificaciones en el trazado.

Consiguientemente, tal y como plantean las bases del concurso, ha habido en los últimos años un crecimiento en el uso de la estación de Transmilenio, tanto en número de pasajeros como en ocupación de espacio, lo cual justifica la adaptación de los antecedentes.

Se analizan, por lo tanto, los aspectos más relevantes de los estudios de factibilidad previamente realizados, examinando principalmente en este capítulo las configuraciones del órgano electromecánico.

La revisión de los antecedentes se centra en:

- ✓ la verificación de la coherencia del proyecto en cuanto a accesibilidad (demanda en las estaciones) y capacidad de transporte
- ✓ una vez validada la demanda, confirmación de que la tecnología de telecable monocabla desembragable es la más adecuada para dar cumplimiento a los requerimientos en cuanto a tecnología, eficiencia y factibilidad en la construcción/implantación
- ✓ verificación del dimensionamiento preliminar, emitiendo opinión técnica sobre:
 - conformación de la línea (secciones, ubicación de estaciones motrices, intermedias y retorno)
 - alturas y dimensiones de andenes
 - dimensiones generales de las estaciones (sistema electromecánico)
 - prestaciones (velocidad en línea, velocidad en estaciones, tipo y número de cabinas)
 - especificaciones del sistema: motorización principal y de emergencia, sistema de tensión, frenos, etc.
 - ubicación de torres y coherencia de las catenarias presentadas en el perfil de línea
 - gálibos a lo largo de la línea

- identificación de riesgos externos
- validación de la potencia necesaria
- diámetro de cables
- etc.

Como ya se ha explicado, el análisis se focaliza en la identificación de:

- ✓ aquellos aspectos que presenten deficiencias en el nivel de descripción y requieran por lo tanto información más detallada en las siguientes fases
- ✓ aquellos estudios faltantes, que requieran ser elaborados en fases posteriores
- ✓ las fortalezas de los estudios, para trasladarlas (o mejorarlas si cabe) en las futuras fases
- ✓ la identificación de nuevos condicionantes que pudieran afectar al diseño del sistema electromecánico.

5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SISTEMA ELECTROMECAÁNICO

La información analizada es la relacionada con los estudios de:

Contrato Interadministrativo No. 20121531 del 7 de noviembre 2012, (Radicado Metro 2012-0186), suscrito entre la Secretaria Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada. Objeto: *“Realizar estudios técnicos y diseños a nivel de factibilidad para el sistema de transporte público urbano de pasajeros por cable aéreo de las líneas desde el Portal Tunal hasta el sector Mirador/Paraíso en la localidad de Ciudad Bolívar, y desde el Portal 20 de Julio hasta el sector de Moralba en la localidad de San Cristóbal., a partir de la actualización y complementación de los estudios desarrollados a nivel de perfil para el caso del trazado de la localidad de Ciudad Bolívar y la ejecución general de los estudios requeridos para el caso del corredor de la localidad de San Cristóbal”.*

Destacar que la información analizada se encuentra distribuida en 3 distintas entregas, en las carpetas siguientes: “A. 2014 San Cristóbal”, “B. Estudio San Cristóbal” y “C. 20210201”.

Los principales documentos relacionados con el diseño electromecánico analizados son:

- ✓ Informe de descripción de alternativas, setiembre de 2013
- ✓ Informe versión 3, de octubre de 2013, en la carpeta “62005355”
- ✓ Descripción del sistema electromecánico, mayo de 2014, en la carpeta “62005364”
- ✓ Planos arquitectónicos, en la carpeta “P048850000” entre los cuáles se hayan los planos generales de las estaciones, así como el perfil de línea de las 2 secciones de teleférico

- ✓ Planos arquitectónicos de la estación 20 de Julio, en la carpeta “62005393”
- ✓ Planos arquitectónicos de la estación Altamira, en la carpeta “62005397”
- ✓ Planos arquitectónicos de la estación Victoria, en la carpeta “62005401”
- ✓ Presupuesto, 2015, en la carpeta “62005361”
- ✓ Actualización del presupuesto, 2015, “20150818_Costo Cable SC Actualizado 2015”
- ✓ Costos de Operación y Mantenimiento, 2014, “COSTOS OYM San Cristóbal - V1 noviembre 09”
- ✓ Costos de Operación y Mantenimiento, noviembre de 2014, en la carpeta “62005360”
- ✓ Informe final, de enero de 2015, en la carpeta “62005356”
- ✓ Cronograma de obra, 2015, en la carpeta “62005363”

Adicionalmente se realizarán las consideraciones la información **INFORME PARÁMETROS GENERALES PARA EL PROYECTO CABLE AÉREO SAN CRISTÓBAL** en donde se enuncia para la especialidad Electromecánico:

RECOMENDACIONES COMPONENTE ELECTROMECÁNICO - CEM

- Se debe contar con un Sistema de Comunicaciones robusto y con buena cobertura de señal. El diseño debe contemplar un sistema de video vigilancia y comunicación bidireccional, incorporado en cada cabina con imágenes en tiempo real con el centro de control.
- El parking de cabinas debe ser robusto y con un eficiente sistema de carga de baterías de las cabinas.
- Incluir un sistema de monitoreo de la línea que sea amigable con los usuarios, en especial con la ubicación y detección de las fallas. Así mismo, que sea fácil extraer información relacionada con la operación y el mantenimiento (identificación de fallas, detenciones, causas de las mismas, etc.), con el fin de facilitar el seguimiento.
- Analizar la red de energía eléctrica en la parte alta del trazado, con el fin de garantizar un adecuado suministro de energía en todas las estaciones, en especial en la motriz que es la de mayor demanda (costo beneficio de instalar una red independiente para la estación motriz).
- Capacidad de las cabinas para 10 pasajeros.
- Solicitar que el cable portador – tractor debe ser el mejor que exista en el mercado frente al mayor número de ciclos que soporte y que garantice el menor ruido y vibración en estaciones y balancines, así como la reducción de su mantenimiento.
- Con el fin de que el sistema permita la recuperación de los usuarios sin que estos abandonen las cabinas, es importante que el diseño contemple un sistema de motores de socorro, así como
- dispositivos y herramientas adicionales,

- El diseño debe garantizar que el suministro de energía para la operación se realice de manera permanente, por lo cual se debe considerar el suministro e instalación de un generador eléctrico de respaldo.
- Ubicar cámaras de seguridad en las torres o pilonas.
- Contemplar equipos y herramientas para reposicionar el cable, que estén en cajas de herramientas de torres.
- Incluir equipos redundantes para elementos como motor principal, reductor, motor de socorro, rodamientos auxiliares en volantes, correas dobles en los transportadores de las estaciones, entre otros.
- Requerir que la línea cuente con sistemas para levantar los trenes curvos en las estaciones.
- Practicidad en la apertura de las secciones de las cubiertas, para la ejecución de las rutinas que requieren tensionar el cable portador - tractor hacia abajo (lubricación).
- Analizar la posibilidad de incluir nuevas tecnologías como:
 - En equipo motriz, sistemas Direct Drive, que evita tener ejes robustos y un reductor.
 - En pinzas, uso de sistemas que reducen a la mitad la cantidad de ciclos que estas realizan por
- cada estación durante la operación y cuya periodicidad para mantenimiento (despiece) es el
- doble de las usadas en Ciudad Bolívar, es decir, se reduce la frecuencia con la que se deben
- realizar estas intervenciones.
- Analizar la viabilidad de usar dos bucles separados, no con el uso de una polea doble garganta en
- la estación motriz, sino con dos sistemas motrices en dicha estación, con el fin de que, si falla algo entre la estación motriz y una de las de retorno, el otro lado siga operando (entre la motriz y la otra estación de retorno).
- Analizar la pertinencia de que el sistema permita el abordaje de usuarios en las curvas de las estaciones retorno.
- El sistema diseñado debe garantizar la disponibilidad de repuestos durante la vida útil de la línea.
- El sistema diseñado debe contar con manuales de operación y mantenimiento completos y actualizados, en lo posible que sean exclusivos para instalaciones urbanas y en español
- tanto para los del fabricante como para los de los sub-proveedores.

6 NORMAS CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS

Las normas consideradas en el análisis de los antecedentes son:

- ✓ 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
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

REFERENCIA	TITULO	Fecha publicación	Referencia de la norma retirada y sustituida
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

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

REFERENCIA	TITULO	Fecha publicación	Referencia de la norma retirada y sustituida
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	

7 ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN / ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El estudio de alternativas se ubica en la carpeta 62005355 del estudio de factibilidad de San Cristóbal. Este estudio se denomina Estudio de localización, en su versión 3 de octubre de 2013

Las características técnicas básicas definidas en los estudios anteriores se ubican en el “estudio de localización del corredor de transporte por cable en la localidad de San Cristóbal – Bogotá” en su versión 3, de octubre de 2013.

En el capítulo 1 antecedentes, se explica que en los estudios anteriores surgieron ocho trazados distintos que fueron sometidos a análisis multicriterio. De éstos se seleccionaron los correspondientes a “Portal Oriente – Moralba”. En el estudio de factibilidad, se denomina actualmente Portal del 20 de Julio. La siguiente tabla representa los datos recogidos de los antecedentes:

	Corredor 1	Corredor 2
INICIO	Portal Oriente	Portal Oriente
FIN	Juan Rey	Moralba
DATOS DE ENTRADA		
Tipo de sistema	GMD	GMD
Número de estaciones	3	3
Longitud horizontal (m)	4157	3556
Desnivel (m)	318	265
Demanda estimada inicial/final (pph)	3000	3500
Capacidad por cabina (pax)	10	10
Velocidad máxima (m/s)	5	5
Uso promedio (horas/día)	18	18
CÁLCULO PARA EL PROYECTO		
Longitud según pendiente (m)	4169	3566
Número de cabinas requeridas	160	162

Número de torres	34	30
Tiempo de viaje EM -ER (min)	15.2	13.2
Oferta del sistema (pph)	3002	3520
Frecuencia de viajes (s)	11.4	9.6

Tabla 1. Tabla de características del estudio de 2010

Más adelante, a partir del capítulo 3 *estudio de alternativas*, se detallan las características básicas de 2 de las alternativas seleccionadas de forma preliminar:

- ✓ Alternativa 1: Portal 20 de Julio – La Victoria – Moralba
- ✓ Alternativa 2: Portal 20 de Julio – La Victoria – Altamira

Los datos técnicos de longitud de la línea y su desnivel de ambas alternativas son:

	Alternativa 1 Portal 20 de Julio – La Victoria - Moralba	Alternativa 2 Portal 20 de Julio – La Victoria - Altamira
Longitud	3,556 m.	2,830 m
Desnivel	318 m	264 m
Trazado esquemático		

Ilustración 11 Resumen de alternativas

Tabla 2, extraída del estudio de localización

Adicionalmente, ambas alternativas marcan la estación de retorno en el sector de Altamira/Moralba y que la estación La Victoria será la estación intermedia.

Ya seleccionada como preferida la alternativa con retorno en Altamira, el trazo “preferido” presenta las características geométricas que se presentan en la tabla siguiente. La ubicación del garaje de cabinas se encuentra en Portal 20 de Julio.

Datos técnicos		
Tramo	Longitud (m)	Desnivel (m)
1.Estación 20 de Julio / La Victoria	1.604,36	122,30
2.Estación La Victoria / Altamira	1.225,43	141,75
TOTAL	2.829,79	264,05

Tabla 9. Características generales trazados

Tabla 3, extraída del estudio de localización

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

En el capítulo 4.4 *estudio electromecánico*, se dice que la localización general del trazado, ubicación de equipos y los sistemas electromecánicos está en concordancia con las directrices del *Manual Metodológico de Cables del Ministerio de Transporte*. Asimismo, aparecen las características físicas de esta alternativa seleccionada: longitud total de 2830 m, desnivel total de 264 m y una demanda esperada de 3500 pasajeros por hora.

Se ubica el garaje de cabinas en la estación 20 de Julio. La estación intermedia se ubica en el sector de La Victoria, que a su vez es la motriz del sistema con un volante de doble garganta, tiene un ángulo de giro para dirigir la línea hacia la estación ubicada en Altamira, que es la estación de retorno.

El sistema dispondrá de dos bucles de cable independientes accionados por una sola polea motriz de doble garganta, por lo que las estaciones de Portal 20 de Julio y Altamira serán estaciones de tensión.

Los parámetros utilizados para el estudio a la hora de caracterizar cada una de las alternativas son correctos, así como sus conclusiones y alternativa seleccionada, en este caso, la del trazo Portal 20 de Julio – La Victoria – Altamira que se desarrolla en el estudio de factibilidad. Este estudio será tenido en cuenta para la redacción de estudios de alternativas o de localización de las futuras fases.

8 SISTEMA ELECTROMECAÁNICO

Los siguientes apartados examinan el documento referente al *diseño electromecánico San Cristobal*, de mayo de 2014, de la carpeta 62005364, perteneciente al *estudio de factibilidad de los corredores de transporte por cable en las localidades de ciudad Bolívar y San Cristóbal de Bogotá*, el cual está compuesto por los siguientes subdocumentos:

- Especificaciones electromecánicas
- Estudio electromecánico
- Planos electromecánicos

Los cambios y mejoras sugeridos a continuación deben realizarse no solo en el documento analizado en este capítulo, sino en el resto de los documentos que dispongan datos de éste.

8.1.1 Especificaciones electromecánicas de la alternativa seleccionada

8.1.1.1 Características generales (1)

8.1.1.1.1 Características de la instalación (1.2)

Se examinan los datos de la tabla no. 1 en la que se describen las características generales de la instalación. La siguiente tabla muestra las características de dicha tabla:

1. Características

Tipo de instalación	Telecabina desenganchable para 3600 pph
Oferta de plazas inicial	3600 pph
Número de bucles de cable	± 2
Número de estaciones intermedias	1
Estación inferior "Portal 20 de Julio"	Retorno con tensión
Estación intermedia "La Victoria"	Motriz fija con polea doble en ángulo
Estación superior "Altamira"	Retorno con tensión
Garaje	En la estación Portal 20 de Julio
Número de vehículos en la línea para 3600 pph	125
Sistemas de tensión	hidráulico con tensión constante
Número de vehículos de reserva en el garaje	3
Tensión nominal en "Portal 20 de Julio"	700 kN
Horas de operación	± 18 h/día – 360 días por año

2. Geometría de la línea

Número de estaciones intermedias	1
Nivel de la plataforma de Portal 20 Julio	2619,50 msnm
Nivel de la plataforma de La Victoria	2747,50 msnm
Nivel de la plataforma de Altamira	2879,00 msnm
Desniveles	122,30 – 141,75 m
Carga nominal por vehículo	700 750 kg (10 pax – 70 75 kg/pax)
Longitud horizontal del trayecto	1613,92 m – 1234,36 m (2848,28 m)
Pendiente de la línea	7,62% - 11,57%
Número de pilonas en la línea	21
Ancho de vía	Apropiado para una capacidad de 3600 pph

3. Desempeño

Despacho máximo al ascenso	3600 pph
Despacho máximo al descenso	3600 pph
Despacho simultáneo ascenso/descenso	100%/100%

Carga nominal por vehículo	700 kg
Espacio entre vehículos	55 m
Frecuencia	10 s
Duración del trayecto	7 min 59 s
Velocidad de la instalación	5,5 m/s
Variación de velocidad promedio entre neumáticos	Menor o igual a 0,125 m/s mayor de 35 neumáticos para desaceleración y aceleración
Velocidad de abordaje y desabordo	0,28 m/s a la pinza como máximo
Velocidad de evacuación	1,5 m/s

4. Cable portador/tractor

Diámetro nominal	52 mm o superior
Calidad del acero	Galvanizado \leq 1960 Mpa
Naturaleza del interior	Alma compacta tipo polipropileno
Perfil del cable y los cordones	Perfil compacto, antivibratorio y antiruido, relleno polimérico entre torones

Los datos tachados en la anterior tabla son los que son comentados a continuación y que deben ser subsanados en las siguientes fases. El dato en color rojo es el dato corregido. A continuación, se exponen las discrepancias o anotaciones observadas:

✓ **Carga nominal por vehículo**

En el apartado 2 de la tabla n°1 se han tenido en cuenta 10 pax por vehículo con una masa por ocupante de 70 kg, total 700 kg. También aparece en el apartado 3 de la misma tabla.

Esta carga **no es conforme** a la normativa EN 12930/2015, en el artículo 7.2.1, donde "se debe considerar que la masa media de una persona es de 75 kg".

✓ **Caudal/capacidad de transporte**

En el apartado desempeño, el despacho máximo al ascenso es de 3.600 p/h y el despacho máximo al descenso de 3.600 p/h, con un despacho simultáneo ascenso/descenso del 100%/100%, que es conforme con el objeto del proyecto.

✓ **Tiempo de trayecto**

El cálculo de la duración de trayecto, 7 min 59 s, no es conforme para la longitud de la línea declarada (2.848,28 m) a la velocidad máxima de explotación (5,5 m/s). El tiempo total de trayecto debería ser de 8 min 40 s, más el tiempo de paso por las estaciones (30 s para realizar medio recorrido de las estaciones de extremidad y aproximadamente 60 s adicionales para atravesar la estación intermedia).

✓ **Cable Portador/Tractor**

El diámetro del cable (52 mm o superior) y la tipología de este (perfil compacto, anti-vibratorio y anti-ruido, relleno polimérico entre torones) es conforme.

8.1.1.1.2 Características climáticas (1.6)

El apartado 1.6 especifica las condiciones climáticas tenidas en cuenta para el cálculo de la línea. En cuanto al viento:

- ✓ En operación, 250 Pa para viento longitudinal y transversal, que es conforme a Norma EN 12930/2015 Cálculos (0,25 kN/m²)
- ✓ Fuera de operación
 - 300 Pa para viento en ascenso o descenso
 - 1.200 Pa para viento longitudinal o transversal

Es conforme a la norma EN 12930/2015 Cálculos (1 kN/m²)

Además, se especifica que, en operación normal, la instalación deberá poder operar a velocidad nominal (5,5 m/s) con un viento transversal de veinte (20) m/s.

En cuanto a las condiciones de cálculo respecto a la temperatura, se tiene en cuenta una temperatura mínima de 5°C y una máxima de 35°C, lo que es una diferencia de 30°C. Esto es conforme con la Norma Europea EN 12930/2015, en su artículo 7.1.3.

8.1.1.2 Especificaciones técnicas del sistema de telecabinas (2)

Se debe actualizar la normativa considerada, ya que:

- a) La Directiva 2000/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de marzo de 2000 ha sido derogada en favor al **Reglamento (UE) 2016/424 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a las instalaciones de transporte por cable y por el que se deroga la Directiva 2000/9/CE¹**.
- b) Deben actualizarse, asimismo, varias de las normas citadas ya que han sido remplazadas por nuevas versiones. Las normas europeas que dan presunción de conformidad con el Reglamento UE son las siguientes:

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

¹ Fuente:

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?toc=OJ:L:2016:081:TOC&uri=uriserv:OJ.L_.2016.081.01.0001.01.SPA

REFERENCIA	TITULO	Fecha publicación	Referencia de la norma retirada y sustituida
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
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	

REFERENCIA	TITULO	Fecha publicación	Referencia de la norma retirada y sustituida
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	

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

REFERENCIA	TITULO	Fecha publicación	Referencia de la norma retirada y sustituida
EN 17064:2018	Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte de personas por cable. Prevención y lucha contra el fuego	enero-2020	

8.1.1.2.1 Disposiciones comunes a las estaciones (plataformas electromecánicas) (2.1) y Disposiciones generales (2.1.1)

Se tiene en cuenta que “*las zonas de circulación del personal de operación tendrán una altura libre de todo obstáculo de dos (2) metros como mínimo*”, lo cual es conforme al artículo 7.2.2 de la EN 12929-1/2015 *Requisitos aplicables a todas las instalaciones*. En este apartado se debería especificar también que la anchura mínima es de 0,6 m.

Se verifica que se ha considerado garantizar las condiciones de trabajo en las estructuras electromecánicas de estaciones y torres de línea para realizar las operaciones de mantenimiento y reparación para noche y la intemperie.

8.1.1.2.2 Poleas o volantes (2.1.6)

En el segundo párrafo del apartado 2.1.6 *Poleas o volantes* se especifica que “*las poleas son calculadas para una vida útil infinita a la fatiga*”, lo cual es conforme a Norma.

El resto del párrafo debe completarse con el contenido del artículo 12.1.3 referente al dimensionado a fatiga de poleas, de la Norma EN 13223/2015 *Sistemas de accionamiento y otros equipos mecánicos*. En concreto se deben actualizar los coeficientes de seguridad son el siguiente texto: “*Además, las poleas deben tener un coeficiente de seguridad de 3,5, como mínimo, en relación al límite elástico sin tener en cuenta las concentraciones de esfuerzos debidas al efecto de entalladura. Además, al tener en cuenta las tensiones de enrollamiento de las poleas, debe hacerse una verificación con un coeficiente de seguridad mínimo de 2,0 con respecto al límite elástico*”.

8.1.1.2.3 Plataformas de pasajeros (2.1.7) / Andenes

En el apartado 2.1.7 se especifica que “*el embarque y desembarque se realizarán, para todas las estaciones en un tramo recto*”, cual es conforme a la capacidad de transporte objetivo (3.600 pasajeros/hora). En la estación intermedia de la Victoria, aparece en los planos arquitectónicos que el embarque también se produce en la zona curvilínea.

Además, “*la velocidad a nivel de la pinza de cabina será inferior o igual a 0,28 m/s*”, por lo que es conforme al artículo 9.1.5 de la Norma EN 12929-1/2015. De todos modos y para evitar cualquier tipo de confusión respecto a la norma, el texto debe ser: “*la velocidad en estación, en las áreas de embarque y desembarque será inferior o igual a 0,28 m/s, teniendo en cuenta, en el contorno, la velocidad del borde exterior del vehículo*”.

8.1.1.2.4 Estación motriz (2.2) y disposiciones generales (2.2.1)

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Se especifica que la estación motriz será la de La Victoria, que además es la estación intermedia con transferencia automática de cabinas, que está accionada por una polea de doble garganta que pone en movimiento los dos bucles de cable.

Esta solución constructiva es la óptima para este caso, por lo que es conforme.

8.1.1.2.5 Motor principal (2.2.2)

Este apartado especifica que *“el funcionamiento del sistema es asegurado por dos motores de corriente alterna”* y *“estarán alimentados a 440 V”*. La elección del tipo de motor ya sea de corriente alterna o continua no debería especificarse, de manera que el constructor del sistema electromecánico pueda proponer el sistema óptimo para la instalación.

De todos modos, la redacción no es clara en cuanto a que no se especifica que uno solo de los motores debe ser capaz de mover el sistema con carga plena y a la velocidad máxima de operación solicitada. El consultor preverá en fases futuras que cada motor, individualmente, sea capaz de operar a plena carga y a velocidad nominal ambos bucles.

Del mismo modo, existen varios sistemas redundantes que no exigen varios motores, por lo que, como se ha dicho anteriormente, el constructor del sistema electromecánico debería proponer la solución final.

Es por ello por lo que, para favorecer la participación de cualquier proveedor, se debe cambiar el texto dejando posibles dichas posibilidades, siempre y cuando el constructor del sistema electromecánico pueda garantizar la disponibilidad del sistema y su redundancia.

8.1.1.2.6 Reductor (2.2.3)

Este numeral expresa que deberá existir un segundo equipo a pocos metros del equipo que esté en operación, lo cual es conforme a crear redundancias en un sistema urbano como el que nos ocupa, de cara a aumentar la disponibilidad del sistema.

Del mismo modo que el apartado anterior, este apartado debe ser redactado para que, en el caso de que uno de los postes propusiera una solución sin reductor, pueda hacerlo siempre y cuando cumpla con los objetivos fijados en cuanto a disponibilidad y operabilidad (por ejemplo, motores de bajas revoluciones de accionamiento directo²).

8.1.1.2.7 Motor de socorro (2.2.5)

Se verifica que el accionamiento de socorro debe funcionar a plena carga y a una velocidad de 1,5 m/s. Se constata también que la fuente de energía de alimentación del motor de socorro es independiente de la del principal y que su accionamiento de igual manera es independiente. La velocidad de accionamiento permite la recuperación de todos los pasajeros en menos de hora y media (ver las notas en el apartado de nota de cálculo), tal y como especifica la Norma EN 12929-1/2015 en su apartado 10.1.7.

8.1.1.2.8 Frenos (2.2.6)

² Son motores de bajas revoluciones con accionamiento directo sobre la polea motriz sin hacer uso de reductores.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

En este apartado se han confundido los términos “freno” y “parada”. Además, no describe de manera correcta las especificaciones para los frenos según el apartado 9 *Frenos de los accionamientos* ni los tipos de parada según el apartado 10 *Parada del remonte mecánico* de la Norma EN 13223/2015 *Sistemas de accionamiento y otros equipos mecánicos*.

Estas descripciones se ajustarán en la actualización de los estudios (Fases 2 y 3) utilizando la terminología de la Norma EN 1907:2017.

8.1.1.2.9 Estaciones intermedias (2.3)

El documento analizado describe la estación intermedia como “casi rectilínea”, cuando supone una desviación de $48,11^\circ$.

Falta especificar, en este apartado, de manera inequívoca que la estación intermedia es la de La Victoria, que a su vez es una estación doble motriz.

Para esta estación se debe recordar que, igual que para las estaciones extremas, la velocidad de las cabinas en estación, en las áreas de embarque y desembarque será inferior o igual a 0,28 m/s, teniendo en cuenta, en el contorno, la velocidad del borde exterior del vehículo.

8.1.1.2.10 Estaciones de retorno (2.4) y disposiciones generales (2.4.1)

La definición para la estación de Altamira sobre su equipación con “*una vía de desenganche con un garaje pequeño*” no es correcta. Sería más adecuado definirla como una “*vía de mantenimiento con poca capacidad*”.

8.1.1.2.11 Tensión (2.4.2)

Se especifica claramente que las estaciones de tensión serán la de Portal 20 de Julio y Altamira.

En próximas fases, se deberá estudiar la posibilidad de tensión de tipo pseudo-fija para optimizar el recorrido del sistema de tensión y de esta manera aumentar el intervalo entre acortamientos del cable portador-tractor.

8.1.1.2.12 La línea (2.5) y disposiciones generales (2.5.1)

Se especifica que la implantación de las obras se define tanto en el nivel de las estaciones como pilonas de línea, y que deberá ser respetada, así como su altura, la inclinación y el número de poleas de las pilonas de línea. Se cree que dicha definición debería dejar abierta la posibilidad de instalación de equipos de línea de diferentes características al estudio actual, siempre y cuando el proveedor del sistema electromecánico lo justifique de manera conveniente con notas de cálculo. Sí que es conforme que la posición de las pilonas y el nivel de las estaciones se deba respetar.

8.1.1.2.13 El cable (2.5.2)

Las características, número de secciones y bucles de cable descritas en este apartado son conformes al proyecto.

En la estación motriz, al tratarse de una polea motriz de doble, para la realización del control magnetográfico del cable, se deberán disponer de dos zonas de trabajo, una por cada bucle de cable, y no una como define el documento.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

8.1.1.2.14 Equipos de línea (2.5.3)

Si bien es perfectamente compatible la fabricación de material de línea en Colombia, falta añadir que la fabricación de las pilonas y ménsulas en Colombia se ajustará a los mismos estándares y calidades de fabricación del lugar de origen del proveedor del sistema electromecánico.

a) Trenes de poleas de la línea

El documento cifra que “la vida útil mínima en servicio de los cuerpos de las poleas debe ser superior a 5 años”, lo cual es **no conforme** a la Norma EN 13223-2015 *Sistemas de accionamiento y otros equipos mecánicos*, que en su artículo 18.1.2 y 12.1.2 expresa que “las poleas deben se deben calcular a fatiga para una duración de vida ilimitada”.

De cara al salvamento integrado (ver capítulo 8.3.1), deberían añadirse a las descripciones los detectores inductivos de posición del cable, para disponer de la posición del mismo en tiempo real.

b) Torres de línea

Se proponen las dos tipologías de construcción de torres más empleadas. Tubular y cónicas. La descripción de los equipos a instalar en las pilonas, como son escaleras, pasarelas, dispositivos de maniobra del cable, elementos de anclaje al pido de piona son correctos.

El resto de las descripciones de este apartado son conformes.

c) Pasarelas de acceso

Que las pasarelas de acceso (escaleras de acceso a las pilonas) no partan de la base de éstas y lo hagan a 5 metros sobre el suelo es correcto, de cara a impedir posibles actos vandálicos.

Las descripciones de este apartado son conformes.

d) Iluminación de las pilonas

La potencia del proyector debería ser indicada en unidades de iluminación, y no en potencia eléctrica. Se aconseja en este caso 400 lx en la zona de trabajo.

8.1.1.2.15 Línea de seguridad (2.5.4)

La inclusión de una línea doble de seguridad aérea, su fijación, aislamiento, topología y el resto de las descripciones de este apartado son conformes.

8.1.1.2.16 Cable de comunicaciones (2.5.5)

La tipología, ya sean pares telefónicos o fibra óptica, su fijación, condiciones de operación y el resto de las descripciones de este apartado son conformes.

8.1.1.2.17 Comunicación Estación / Estación (2.5.6)

Se propone fibra óptica para la comunicación entre estaciones, a través de la cual se enviarán las fallas entre éstas. El cable propuesto debería ser de tipo multipar, combinando pares de

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

cobre y fibra óptica, ya que no todas las comunicaciones entre estaciones y otros elementos de la línea pueden hacer uso de fibra óptica.

8.1.1.3 Anemómetros y equipo de detección de descargas atmosféricas (2.5.7)

Se debe reescribir la frase sobre la alarma de los anemómetros como sigue: “*los anemómetros funcionarán enviando los datos registrados en tiempo real a todas las estaciones*”. Efectivamente, la redacción actual es confusa.

8.1.1.3.1 Señalización (2.5.8)

Se describe que la instalación será suministrada con el conjunto de señalización correspondiente, que no tendrán publicidad y que serán suministradas con sus respectivos soportes. El resto de las características y de las descripciones de este apartado son conformes.

8.1.1.3.2 Iluminación (2.5.9)

Dado que la instalación estará abierta en horario nocturno, se insta a que se deberá disponer de los medios de iluminación adecuados, teniendo en cuenta los alumbrados de emergencia y señalización, que dispondrán de una fuente de alimentación autónoma para eventos en los que sea necesario el salvamento de los viajeros o realizar intervenciones sobre la línea, lo cual es conforme. Para la iluminación dentro de las cabinas se aconseja una iluminación nocturna mínima de 20 lux a un metro sobre el piso de la cabina.

8.1.1.3.3 Seguridad antivandálica (2.5.10)

Se describe que existirá una línea de vida para los operarios y también se describen los dispositivos para la detección de intrusos. Las descripciones de este apartado son conformes.

8.1.1.3.4 Calidad y tratamiento de superficies (2.6)

Como ya se ha especificado en el apartado dedicado a equipos de línea, si bien es perfectamente compatible la fabricación del material de línea en Colombia, falta añadir que la fabricación de las pylonas y ménsulas en Colombia se ajustará a los mismos estándares de fabricación y de calidad del lugar de origen del proveedor del sistema electromecánico.

No se cree necesario entrar en tanto detalle respecto al acabado superficial del segundo párrafo.

8.1.1.3.5 Vehículos (2.7) y cabinas (2.7.1)

a) Tipo

Debería especificarse de qué altura mínima debe ser la cabina, no solo especificar que debe ser alta. Aunque más adelante en el apartado e) *cabina* se especifica que deben ser 2 metros, lo cual es compatible con un uso urbano.

Asimismo, se vuelve a constatar que, aunque se requiera un peso de 70 kg por usuario en Colombia, la Norma de cálculo EN 12930/2015, en el artículo 7.2.1, dice que “se debe considerar que la masa media de una persona es de 75 kg”.

Este apartado además especifica que la capacidad de las cabinas debe ser de 8 personas sentadas más 2 de pie. En pro del confort y para evitar malentendidos con los posibles proveedores de cabinas, se debe proponer una anchura mínima de asiento para cada usuario.

Además, dado que el tipo de cabina de 10 pasajeros con 8 personas sentadas y 2 de pie (8+2) se limita a un solo fabricante, se aconseja que sea el proponente del sistema electromecánico el que proponga 8+2 personas o directamente 10 personas sentadas; esto cubre el objetivo de promover la competencia entre los posibles proveedores en la futura licitación.

b) Estructura portante

El segundo y tercer párrafos de este apartado son repetitivos, deben fusionarse.

c) Puertas de acceso

Se debe evitar el uso de la palabra “personas discapacitadas en silla de ruedas” y usar más bien el término “personas de movilidad reducida” o “PMR”. Además, se debe comprobar la normativa y legislación colombianas respecto a accesibilidad para PMR, para comprobar que 820 mm de apertura de puerta en las cabinas son suficientes.

d) Cabina

De nuevo, existe redundancia en la explicación sobre la estructura que ya ha sido comentada en el apartado de la estructura portante.

Idem para la explicación de la capacidad, que ha sido desarrollado en el apartado tipo.

Deben fusionarse ambos apartados para evitar redundancias en las explicaciones que puedan dar a equívoco o datos contradictorios.

e) Iluminación

Primer párrafo dice la misma información respecto a la potencia de iluminación que el segundo, es por ello que debe simplificarse.

f) Comunicación y altavoz

Se describe que deberá existir un sistema de comunicación bidireccional entre el puesto de control y las cabinas, lo cual es efectivamente recomendable para un uso urbano.

g) Panorámicos (en el documento aparece como apartado f, se repite)

La franja metálica para impedir la visibilidad de los pasajeros hacia abajo, en este apartado de 40 cm, se contradice con los 50 cm del apartado a) *tipo*. Debe por lo tanto unificarse el criterio.

Dadas las diferentes opciones cabinas existentes en el mercado, se tiene conocimiento que no todos los fabricantes de éstas disponen de esa configuración con franja metálica, por lo que se aconseja cambiar el criterio de manera que dicho bloqueo de la visión pueda ser realizado por otros medios como, por ejemplo, con vinilos translúcidos o directamente opacos.

h) Carrocería

Las descripciones de este apartado son conformes, aunque se insiste en que se deben simplificar las explicaciones para evitar duplicar la información entre apartados.

i) Calidad y tratamiento de superficies

Las descripciones de este apartado son conformes, aunque se insiste en que se deben simplificar las explicaciones para evitar duplicar la información entre apartados.

j) Control y mantenimiento

Se describe que para la realización de las labores de control y mantenimiento serán lo más simples posibles de cara al desmontaje de piezas, y que no será necesario realizar ningún corte para su realización. Estos requisitos son conformes y compartidos por el equipo redactor.

k) Vehículo de servicio, accesorios

Se describe que se dispondrá de un vehículo de servicio completo, cuya descripción es conformes.

8.1.1.3.6 Suspensiones (2.7.2)

En este apartado se describe que la suspensión se realizará con un mínimo posible de soldaduras y que su acabado será galvanizado. Se debe definir correctamente cual es el constituyente denominado brazo de suspensión, que es, siguiendo la definición de la Norma EN 1907/2007, el constituyente de un vehículo de teleférico que una la cabina con la pinza. En la actualización de los estudios se clarificará este aspecto.

El último párrafo describe que existirán 3 tipos de suspensiones para el movimiento de la cabina. Este párrafo se quería referir a la amortiguación de dichos movimientos, y así se debe especificar.

8.1.1.4 Pinzas desembragables (2.7.3)

Se describe que las pinzas requerirán un mantenimiento mínimo y que serán calculadas para una vida útil infinita a fatiga. Las descripciones de este apartado son conformes.

Destacar que no se recomienda considerar tipologías de pinzas que solo tenga una operación de apertura y cierre al paso por cada estación (como proponía Transmilenio en sus recomendaciones) puesto que sería un requisito que no podrían cumplir todos los eventuales proponentes (no todos tienen este tipo de pinzas como estándar), lo que afectaría negativamente al principio de competencia en el futuro proceso de licitación.

8.1.1.4.1 Disposiciones sobre los elementos eléctricos y de control (2.8) y disposiciones generales (2.8.1)

Respecto a los elementos que existirán en las estaciones, la explicación presta confusión ya que la estación motriz y la intermedia son la misma y en estos párrafos se tratan por separado. Se debe subsanar y solo distinguir entre estación motriz/intermedia y retorno.

8.1.1.4.2 Componentes eléctricos (2.8.2)

Respecto a los dispositivos de by-pass o derivación, se debe insistir que en el caso de realizar la explotación anulando estas seguridades, la instalación pasará a una velocidad de explotación

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

degradada. No se ha definido qué velocidad es la velocidad degradada de explotación que en cualquier caso deberá ser conforme a la Norma EN13223.

8.1.1.4.3 Armarios de potencia (2.8.3)

Se describen las ventilaciones, dispositivos y seccionadores de los armarios de potencia. En el tercer párrafo, se debe especificar qué es “tipología latina”.

Se define además el falso piso y características eléctricas que deben tener dichos armarios.

8.1.1.4.4 Armario de control (2.8.4)

Se debe corregir que “*las fallas harán preferencialmente intervenir el freno eléctrico*” por “*las fallas harán preferencialmente intervenir la parada eléctrica*”.

El párrafo dedicado al dispositivo que verifica el amarre de la pinza es conforme.

8.1.1.4.5 Varios (2.9)

Existe una confusión en las explicaciones sobre el software de control y los automatismos del sistema. Los autómatas y controles de seguridad son programados para la propia instalación, por lo que no es posible un remplazo de estos elementos sin que sea necesaria realizar una nueva puesta en servicio de la instalación.

Es por ello, que el requerimiento sobre software y las claves de acceso solo puede aplicarse a los terminales en los que se visualizan los datos, pero no a los autómatas que realizan todas las funciones de seguridad de la instalación.

Añadir que el código de control de estos autómatas es un código propietario del proveedor del sistema electromecánico y que, bajo ningún concepto debería poderse modificar o sobrescribir por el peligro a alterar los parámetros intrínsecos de la instalación, lo cual generaría peligro a los usuarios y trabajadores de ésta.

8.1.1.4.6 Piezas de repuesto (2.9.1)

Tal y como se expresará más adelante, la definición de la disponibilidad del sistema necesita de un apartado propio en el que definirla, ya que se cree que un 99% no es suficiente.

En este apartado se define además que el proponente cotizará repuestos y el programa de trabajo. Estas descripciones de este apartado son conformes.

8.1.1.4.7 Herramientas y consumibles (2.9.2)

En este apartado se define que el proponente cotizará las herramientas y consumibles y el programa de trabajo. Además, el proponente indicará el tiempo estimado de entrega hasta Bogotá desde el momento del pedido. Las descripciones de este apartado son conformes.

8.1.1.4.8 Equipos de salvamento (2.9.3)

Los comentarios a este apartado se encuentran en el apartado 8.3 Plan de salvamento.

8.1.1.4.9 Descripción del garaje de cabinas (2.10) y disposiciones generales (2.10.1)

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

Se debe añadir que se justificarán por parte del proveedor del sistema electromecánico los tiempos de ciclado (ingreso) y desciclado (salida) de cabinas teniendo en cuenta todos los pasos a seguir del proceso.

8.1.1.4.10 Estructura (2.10.2)

Para el espacio con relación a los obstáculos fijos, se debe añadir que debe tenerse en cuenta la posible oscilación transversal de los vehículos para determinar su envolvente, así que el espacio libre con relación a obstáculos fijos será a la envolvente.

8.1.1.4.11 Vías de mantenimiento (2.10.3)

Se define que existirá, el garaje (o almacén) de cabinas, un riel en el que se puedan albergar cuatro (4) vehículos, con doble plataforma a nivel de la pinza para acceder a ésta. También se define que existirá un área de trabajo para el mantenimiento de las pinzas, un taller y un almacén para las piezas indispensables para el mantenimiento. Las descripciones de este apartado son conformes.

8.1.1.4.12 Transferencia al garaje (2.10.4)

Debe realizarse una mejor explicación sobre las alturas del piso y que las cabinas atravesaran la zona de andén mediante la construcción de un tramo de andén escamoteable.

8.1.1.4.13 Varios (2.10.5)

La iluminación mínima de doscientos (200) luxes, las descripciones del dispositivo para la detección de la abertura de las puertas de garaje y el control del posicionamiento de las agujas del garaje son correctas.

8.1.1.5 Prescripciones diversas (3)

8.1.1.5.1 Diseño entregado (3.1)

Debe volverse a redactar el párrafo sobre el perfil como sigue: *“el perfil constituye una base seria que no puede, bajo ningún concepto, ser considerado como un documento de ejecución y comprometer al diseñador”*. La descripción actual es confusa.

8.1.1.5.2 Coeficiente de servicio (3.2)

Se debe reescribir el párrafo sobre cargas vivas, ya que la redacción actual no tiene sentido. Hay una contradicción entre el periodo de vida mínimo de doscientas mil (200.000) horas de periodo de vida mínimo para los rodamientos de las poleas y el periodo de vida eficaz estimado en cinco mil (5.000) del párrafo siguiente.

En el apartado 2.5.3 *equipos de la línea* se especifican la vida de las guarniciones de caucho de las poleas: soporte 18 meses y compresión 9 meses. En el apartado 3.2 especifica para soporte 10.000 horas y para compresión 5.000 horas. Si bien el criterio es compatible, debe escogerse un solo criterio para evitar ambigüedades.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

8.1.1.5.3 Organización (3.3)

Debería reescribirse este apartado como sigue: “El contratista debe seguir, bajo su responsabilidad, el montaje del sistema. El contratista del suministro electromecánico debe coordinar y ser partícipe del montaje”.

8.1.1.6 Puesta a punto (3.4)

Además de las pruebas citadas en este apartado, se debería hacer referencia a la Norma EN 1709/2019 donde se denomina, en su artículo 5, “examen previo a la puesta en servicio”. Asimismo, se aconseja cambiar el nombre de este apartado por puesta en servicio, de modo que tenga una terminología análoga a la Norma.

8.1.1.6.1 Asistencia técnica a la operación (3.5)

Se vuelve a hacer referencia a la “puesta a punto”, cuando debe ser “puesta en servicio”. Tras la puesta en servicio, el proponente proveerá de un servicio técnico al operador, que será presencial en la ciudad de Bogotá. La descripción del personal necesario, sus tareas y sus aptitudes descritas son conformes.

8.1.1.7 Procedencia y calidad de materiales y equipos (4)

8.1.1.7.1 Procedencia (4.1)

Es conforme que el suministro de materiales y equipo sea de origen conocido y acompañado de muestras y referencias necesarias.

8.1.1.7.2 Calidad (4.1.1)

De cara a la comprobación de la calidad, se debería nombrar que los **subsistemas** y los **constituyentes de seguridad** fabricados en la Unión Europea irán acompañados de su certificado CE, así como todas las certificaciones y homologaciones que se estimen necesarias a fin de comprobar la calidad y procedencia de los componentes o materiales.

Respecto a la confiabilidad al 99% de los equipos, debe evitarse este parámetro. Debería sustituirse por “equipos que permitan una disponibilidad de la totalidad del sistema de cable aéreo superior al 99,5%”. Como se ha dicho anteriormente, es conveniente crear un apartado donde se defina la disponibilidad del sistema.

La vida útil esperada para cada uno de los componentes es conforme.

8.1.1.7.3 Estabilidad (4.1.2)

La definición de falla sistemática es correcta, y la notificación necesaria por parte del contratante al contratista, el plazo y condiciones de la falla también es correcta.

El resto de las descripciones de este apartado son conformes.

Para la aceptación por escrito de este apartado, se propone la creación de un anexo con el modelo de aceptación de éste.

8.1.1.7.4 Protecciones (4.1.3)

En este apartado se definen los acabados superficiales y protecciones necesarios para los elementos del sistema.

La galvanización según la Norma NF ISO 1461, de julio de 2009, con un espesor de setenta (70) micrones es correcta, pero se cree conveniente además hacer referencia a la Norma EN 14713-1:2017 *Recubrimientos de cinc. Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Parte 1: Principios generales de diseño y resistencia a la corrosión. (ISO 14713-1:2017)* e incluir una tabla como la siguiente:

Espesor de la pieza	Valor local (mínimo) µm (micrómetros)	Valor medio (mínimo) µm (micrómetros)
Acero ≥ 6 mm	70	85
Acero > 3 mm hasta < 6 mm	55	70
Acero ≥ 1,5 mm hasta ≤ 3 mm	45	55
Acero < 1,5 mm	35	45
Piezas moldeadas ≥ 6 mm	70	80
Piezas moldeadas < 6 mm	60	70

Tabla 4. Espesor de la capa de zinc para los elementos galvanizados fabricados en acero

Los detalles sobre los procesos de pintura de las pilonas en el apartado 2.5.3 equipos de la línea deben estar en el apartado b) *pintura* del presente apartado o en este apartado, no en ambos. Para minimizar tareas de mantenimiento futuras y aumentar la durabilidad del sistema, se recomienda encarecidamente el uso de estructuras galvanizadas en caliente independientemente sean fabricadas las piezas en Colombia o en el extranjero.

8.1.1.7.5 Facilidad de mantenimiento de las cabinas (4.2)

Parte de estas definiciones ya han sido realizadas en el apartado dedicado a las cabinas. Las descripciones de este apartado son conformes.

8.1.1.7.6 Soldaduras y ensamblajes (4.3)

Para las eventuales soldaduras, se debe especificar que se realizarán controles complementarios mediante ensayos no destructivos convenientes, según normativa y según procedimientos de calidad del proveedor del sistema electromecánico, sin especificar su tipología concreta.

Respecto al torque de las tuercas, es conveniente especificar que el par de apriete de estas se realizará mediante llaves dinamométricas.

8.1.1.7.7 Cables y aceros (4.4)

Las descripciones de los cables deberían hacer referencia a las normas que componen las EN12927 y EN12385.

Las descripciones para los cables de acero y los certificados que deben acompañarlos, son conformes.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

8.1.1.8 Especificaciones del montaje (5)

8.1.1.8.1 Generalidades (5.01)

Este apartado hace solo referencia a los sistemas de cables 20 de Julio. Es conveniente hablar del cable aéreo en su totalidad. El resto de las descripciones de este apartado son conformes.

8.1.1.8.2 Alcance de los trabajos (5.2)

El alcance de los trabajos mencionados en este apartado abarca todas las actividades necesarias para completar el sistema de cable aéreo.

8.1.1.8.3 Estación y equipo electromecánico (5.3)

Se vuelve a encontrar de nuevo discrepancias respecto a que la estación intermedia es la motriz y que existirán dos estaciones de retorno son las de tensión, lo cual debe ser subsanado en las descripciones.

El diámetro de cable portador debería aparecer como en el resto del documento, es decir, de 52 mm o mayor y que se trata dos bucles distintos, por lo que serán dos cables portadores tractores.

8.1.1.8.4 Organización de los trabajos y actividades del contratista (5.4)

Idem que las generalidades, debería hacerse referencia a todo el sistema y no solo a 20 de Julio para evitar posibles equívocos.

8.1.1.8.5 Documentos para el control de las actividades de montaje (5.5)

Los documentos que debe entregar el contratista al contratante antes del montaje para su revisión y aprobación son conformes.

8.1.1.8.6 Calidad del montaje (5.6)

La descripción del acabado de los trabajos y el uso de herramientas apropiadas, métodos, técnicas y procedimientos reconocidos o normalizados es conforme.

El resto de las descripciones, roles y supervisores necesarios descritos en este apartado son conformes.

8.1.1.8.7 Procedimientos de montaje (5.7)

Los métodos de montaje y la responsabilidad por parte del contratista, el seguimiento de las instrucciones de montaje y la aprobación por parte de la interventoría de procedimientos utilizados por el contratista son conformes.

8.1.1.8.8 Materiales, equipos y herramientas para el montaje (5.8) y suministro de materiales (5.8.3)

Debe corregirse la numeración de los apartados del numeral 5.8.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

Idem a apartados anteriores, debería hacerse referencia a todo el sistema y no solo a 20 de Julio.

Las descripciones sobre la calidad, origen del suministro, suministro de terceros, solicitudes de certificados de origen, verificación y control, así como el resto de las descripciones del presente apartado, son conformes.

8.1.1.8.9 Equipos y herramientas de montaje (5.8.4)

Parte de la información descrita en el presente apartado ya ha sido formulada en el apartado 5.6 *calidad del montaje*. Sería conveniente unificar ambos apartados a fin de evitar posibles confusiones y duplicidad en la información dada. Las descripciones sobre la herramienta y equipos a usar de este apartado son conformes.

8.1.1.8.10 Puesta a punto (5.9)

Al igual que se ha dicho en el apartado 3.4 *Puesta a punto* del capítulo 3 *Prescripciones diversas*, se aconseja cambiar el nombre de este apartado por puesta en servicio, de modo que tenga una terminología análoga a la Norma.

Si bien los ensayos descritos son conformes, se deben además añadir los ensayos a realizar según el capítulo 5 *examen previo a la puesta en servicio* de la Norma 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*.

8.1.1.8.11 Anexo glosario técnico (5.10)

Se recomienda hacer referencia a las definiciones de la Norma EN 1907/2007 Terminología, donde aparecen las definiciones de la terminología utilizada.

8.1.2 Estudio electromecánico o (nota de cálculo)

Este documento caracteriza los parámetros de cálculo con el que se ha realizado el estudio.

Se deben actualizar las normas enunciadas en el apartado de metodología, ya que algunas de ellas han sido reemplazadas por nuevas versiones de las mismas.

8.1.2.1.1 Cargas sobre las estaciones (1)

Deberían enunciarse las hipótesis de carga antes de mostrar las cargas sobre las estaciones, ya que aparecen sólo las cargas resultantes.

8.1.2.1.2 Estudio de la línea entre las estaciones portal 20 de Julio – La Victoria (2)

8.1.2.1.3 Características generales de la instalación (2.1.1)

El balanceo, o intervalo entre vehículos, aparece como 12 segundos, cuando debería ser de 10 segundos como aparece en otros documentos de la documentación examinada.

El cálculo de la duración del trayecto no es conforme a la longitud de la línea y la velocidad de explotación. La duración del trayecto debe ser de 4 minutos y 53 segundos y para evacuación 17 minutos y 56 segundos.

Tal y como se enunció al inicio del presente capítulo en cuanto a las confusiones de cálculo respecto a la temperatura, se tiene en cuenta una temperatura mínima de 5°C y una máxima de 35°C, lo que es una diferencia de 30°C, lo cual es conforme a La Norma EN12930/2015, en su artículo 7.1.3.

Del mismo modo, la carga tenida en cuenta por usuario no es correcta, ya que se toma como valor 70 kg. Esta carga **no es conforme** a la normativa EN 12930/2015, en el artículo 7.2.1, donde “se debe considerar que la masa media de una persona es de 75 kg”. Por lo que la masa del vehículo cargado sería 1.589 kg.

Los gálibos de sobrevuelo no son coincidentes con los sobrevuelos especificados en el apartado 1.7 *Sobrevuelos y cruces* del documento *Especificaciones electromecánicas*, donde el gálibo vial es de 5,5 m y sobre edificios de 4,5 m, mientras en la nota de cálculo es de 5 m y 4 m respectivamente.

La denominación “freno de emergencia” no es correcta, según la Norma EN1907; se debe denominar “freno de seguridad” o “freno de socorro”.

8.1.2.1.4 Comprobación y verificación de los datos de la instalación (2.3)

Si bien los cálculos son coherentes, se deben actualizar teniendo en cuenta que el peso de cada usuario es de 75 kg y no 70 kg como aparece en las hipótesis de cálculo.

8.1.2.1.5 Estudio de la línea entre las estaciones portal La Victoria – Altamira (3)

8.1.2.1.6 Características generales de la instalación (2.1.1)

El balanceo, o intervalo entre vehículos, aparece como 12 segundos, cuando debería ser de 10 segundos como aparece en otros documentos de la documentación examinada.

Además, el cálculo de la duración del trayecto no es conforme a la longitud de la línea y la velocidad de explotación. La duración del trayecto debe ser de 3 minutos y 44 segundos y para evacuación 13 minutos y 43 segundos.

Respecto a la temperatura y la carga por usuario, idem que para el cálculo del tramo anterior.

Los gálibos de sobrevuelo no son coincidentes con los sobrevuelos especificados en el apartado 1.7 *Sobrevuelos y cruces* del documento *Especificaciones electromecánicas*, donde el gálibo vial es de 5,5 m y sobre edificios de 4,5 m, mientras en la nota de cálculo es de 5 m y 4 m respectivamente.

La denominación “freno de emergencia” no es correcta, según la Norma EN1907; se debe denominar “freno de seguridad” o “freno de socorro”.

8.1.2.1.7 Comprobación y verificación de los datos de la instalación (3.3)

Si bien los cálculos son coherentes, se deben actualizar teniendo en cuenta que el peso de cada usuario es de 75 kg y no 70 kg como aparece en las hipótesis de cálculo.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

8.1.2.1.8 Cargas sobre las pilonas (4)

Si bien los cálculos son coherentes, se deben actualizar teniendo en cuenta que el peso de cada usuario es de 75 kg y no 70 kg como aparece en las hipótesis de cálculo.

8.1.2.1.9 Conclusiones (6)

Una vez revisados los cálculos con los cambios en las cargas antes mencionados, deberán corregirse las conclusiones de la nota de cálculo.

La potencia de cada uno de los motores (600 kW) no es capaz de operar, individualmente, a plena carga y velocidad nominal ambos bucles, ya que en la nota de cálculo aparece que la potencia necesaria para éstos es de 365 kW y 349 kW.

De todos modos, la solución, el procedimiento de cálculo y criterios de diseño son correctos, por lo que dicha solución correctamente dimensionada será la que se conservará en la actualización de los estudios.

8.1.3 Verificación de gálibo de la línea

En el capítulo 1.7 *Sobrevuelos y cruces* del documento 01 *Especificaciones electromecánicas finales* de la carpeta 62005364 *Electromecánico* se especifican dichos sobrevuelos y cruces. En concreto y para las condiciones de carga más críticas/desfavorables del sistema:

- ✓ 5,5 m sobre los cruces con vías desde el piso inferior de la cabina hasta la vía
- ✓ 4,5 m a edificios desde el punto lo más bajo de las cabinas

Ambas condiciones son conformes a la normativa. Sin embargo, no coinciden con los gálibos de sobrevuelo tenidos en cuenta en la nota de cálculo.

Como se han detectado discrepancias en los datos de carga de partida, en concreto para el peso de los usuarios, no se puede asegurar que los gálibos de la línea sean conformes, aunque existe margen suficiente sobre los edificios y vías como para poder adelantar que sea muy probable que cumplan con dichos gálibos.

Los planos de *esquema operativo cable aéreo San Cristóbal* deberán actualizarse por si ha habido desarrollos urbanísticos o de infraestructuras desde la realización del estudio, especialmente en lo concerniente al Hospital La Victoria y su afectación a las torres 9 y 10.

8.2 Integración del sistema electromecánico

A continuación, se enumeran las observaciones relativas a los planos arquitectónicos de las estaciones para advertir si hay posibles interferencias con el

8.2.1 Estación La Victoria

Se procede a la revisión de los planos arquitectónicos de la carpeta *Planos arquitectónicos/P048850000*.

- ✓ Planta de localización San Cristóbal + Perfil de línea

Parece haber una errata en los datos de las características de cada uno de los tramos ya que no es correcta la denominación de motriz y tensión.

- ✓ Estación La Victoria / Planta urbana

Es conforme.

- ✓ Estación La Victoria / Planta de vías y secciones viales

Es conforme.

- ✓ Estación La Victoria / Planta de predios

Sin objeto.

- ✓ Estación La Victoria / Plano de influencia inmediata + planta de flujos

Sin objeto.

Se procede a la revisión de los planos arquitectónicos de la carpeta 62005401.

- ✓ Planta urbana

Es conforme.

- ✓ Estación La Victoria / Planta cuartos operativos nivel -4.80

Es conforme.

- ✓ Estación La Victoria / Planta de acceso nivel 0.00

Es conforme.

- ✓ Estación La Victoria / Planta de abordaje nivel +4.80

Se necesita acotar la longitud del tramo útil de embarque y desembarque de los usuarios a las cabinas, para comprobar si el espacio disponible es suficiente.

- ✓ Estación La Victoria / Planta de cubiertas

Sin objeto.

- ✓ Estación La Victoria / Sección A-A (por eje de cable)

Es conforme.

- ✓ Estación La Victoria / Sección B-B (por eje de cable)

Es conforme.

- ✓ Estación La Victoria / Sección C-C (por eje de cable)

Es conforme.

- ✓ Estación La Victoria / Sección D-D (por eje de cable)

Es conforme.

- ✓ Estación La Victoria / Fachada de acceso

Se debe acotar en fachada la faja mínima necesaria para el cable aéreo teniendo en cuenta la Norma (nombrada en otros planos como línea retiro electromecánico).

- ✓ Estación La Victoria / Fachada izquierda

Es conforme

- ✓ Estación La Victoria / Fachada posterior

Se debe acotar en fachada la faja mínima necesaria para el cable aéreo teniendo en cuenta la Norma (nombrada en otros planos como línea retiro electromecánico).

- ✓ Fachada derecha

Es conforme.

8.2.2 Estación Portal 20 de Julio

Se procede a la revisión de los planos arquitectónicos de la carpeta 62005393 correspondiente a la estación Portal 20 de Julio.

- ✓ Planimetría conexión Portal 20 de Julio: localización estación 20 de Julio y Portal TM, planta de estación con pasarela de conexión, sección urbana 1

Es conforme.

- ✓ Planimetría conexión Portal 20 de Julio: planta de cubiertas, sección urbana 3, sección urbana 2

Es conforme.

- ✓ Planta de localización San Cristóbal + Perfil de línea

Parece haber una errata en los datos de las características de cada uno de los tramos ya que no es correcta la denominación de motriz y tensión.

- ✓ Planta de localización general Alt. 1-2 y sección transversal

Es conforme.

- ✓ Estación 20 de Julio / Planta inferior parqueaderos Transmilenio

Sin objeto.

- ✓ Estación 20 de Julio / Planta abordaje, garajes y cuartos técnicos +0.00

No aparece acotado el espacio entre las cabinas del garaje y los obstáculos, debe acotarse. No aparece representado el vehículo destinado a mantenimiento.

Se necesita acotar la longitud del tramo útil de embarque y desembarque de los usuarios a las cabinas, para comprobar si el espacio disponible es suficiente.

- ✓ Estación 20 de Julio / Planta abordaje, garajes y cuartos técnicos +4.20

Es conforme.

- ✓ Estación 20 de Julio / Planta de cubierta

Es conforme.

- ✓ Estación 20 de Julio / Fachada oriental y fachada norte

Es conforme.

- ✓ Estación 20 de Julio / Fachada occidental y sur

Es conforme.

- ✓ Estación 20 de Julio / Secciones transversales A-A', B-B'

No aparece acotado el espacio entre las cabinas del garaje y los obstáculos.

- ✓ Estación 20 de Julio / Secciones transversales C-C', D-D'

No aparece acotado el espacio entre las cabinas del garaje y los obstáculos.

8.2.3 Estación Altamira

Se procede a la revisión de los planos arquitectónicos de la carpeta 62005397 correspondiente a la estación Altamira.

- ✓ Planta de localización San Cristóbal + Perfil de línea

Parece haber una errata en los datos de las características de cada uno de los tramos ya que no es correcta la denominación de motriz y tensión.

- ✓ Plano de influencia inmediata

Es conforme.

- ✓ Planta de predios

Sin objeto.

- ✓ Planta de vías y secciones viales (existente – propuesta)

Es conforme.

- ✓ Planta urbana

Es conforme.

- ✓ Fachadas urbanas

Se debe acotar en fachada la faja mínima necesaria para el cable aéreo teniendo en cuenta la Norma (nombrada en otros planos como línea retiro electromecánico).

- ✓ Planta de acceso

Se necesita acotar la longitud del tramo útil de embarque y desembarque de los usuarios a las cabinas, para comprobar si el espacio disponible es suficiente.

- ✓ Plata operativa

Se necesita acotar la longitud del tramo útil de embarque y desembarque de los usuarios a las cabinas, para comprobar si el espacio disponible es suficiente.

- ✓ Planta de equipamiento

Es conforme.

- ✓ Planta de cubiertas

Es conforme.

- ✓ Fachada occidental

Es conforme.

- ✓ Fachada de posterior

Se debe acotar en fachada la faja mínima necesaria para el cable aéreo teniendo en cuenta la Norma (nombrada en otros planos como línea retiro electromecánico).

- ✓ Sección por eje de cable y sección transversal

Es conforme.

- ✓ Aspectos bioclimáticos
- Sin objeto.

8.2.4 Otras observaciones generales

El ancho entre las guías de cabinas no es consistente en todos los planos.

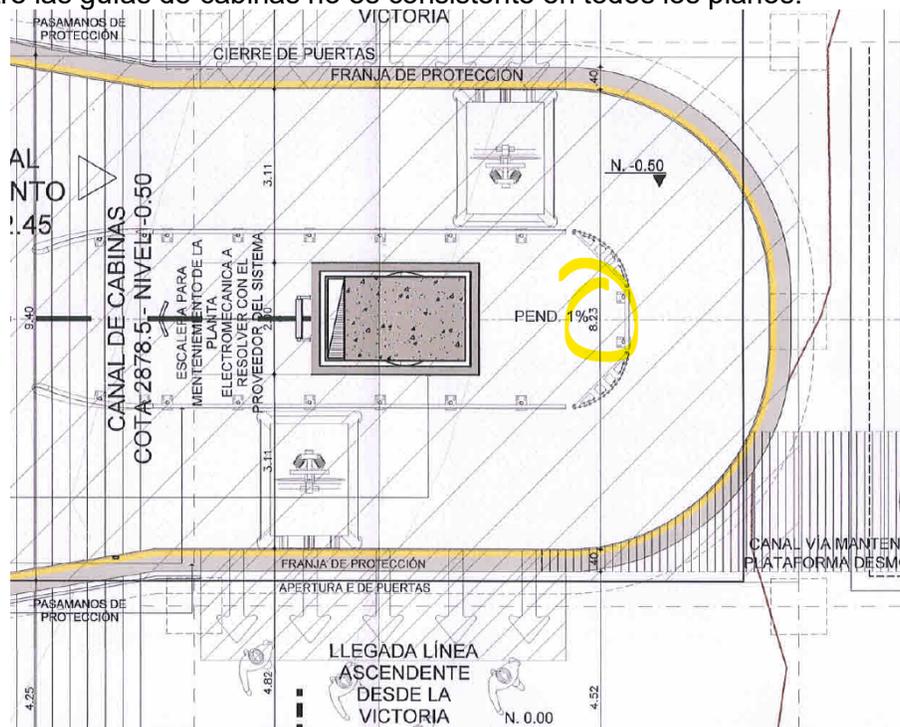


Figura 5. En Estación Altamira, 8.23m.

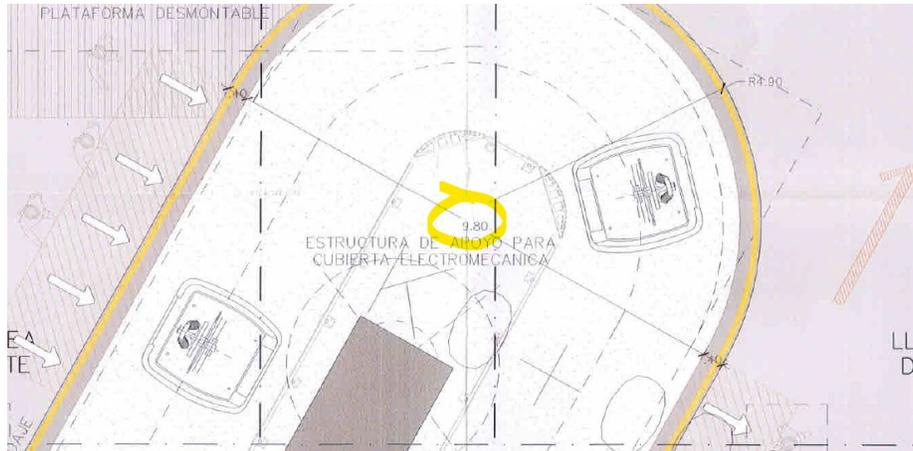


Figura 6. En Estación Portal 20 de Julio, 9.80m.

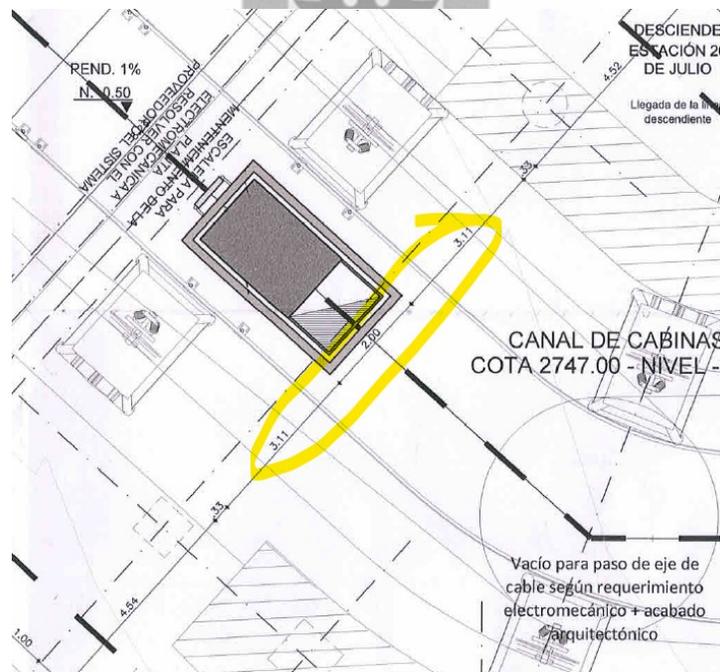


Figura 7. En Estación La Victoria, 8.22m.

8.3 Plan de salvamento

Parte de las especificaciones relativas al plan de salvamento se encuentran dentro del documento referente al *diseño electromecánico San Cristóbal* de mayo de 2014, perteneciente al estudio de factibilidad de los corredores de transporte por cable en las localidades de ciudad Bolívar y San Cristóbal de Bogotá, en concreto, el apartado 2.9.3 Equipos de salvamento.

Este apartado especifica que los equipos de salvamento serán 12. Sin embargo, no existe ningún documento que apoye el cálculo de las necesidades de equipos para cumplir con la Norma EN1909.

Es por ello por lo que, en fases posteriores, en la actualización de los estudios se debe realizar un plan de salvamento teniendo en cuenta las infraestructuras bajo la línea que puedan dificultar las labores de salvamento vertical, y de este modo ajustar los tiempos de rescate y, en consecuencia, justificar el número de equipos.

8.3.1 Salvamento integrado

Se sugiere la creación de un apartado específico donde recopilar todas las medidas necesarias dedicadas a la fiabilidad, facilidad de mantenimiento y salvamento integrado de la instalación, como son:

- En el documento 2 de la carpeta 62005364 *Electromecánico, 02 Especificaciones electromecánicas finales (Parte.2). 2. Especificaciones técnicas del sistema de telecabinas, 2.1 Disposiciones comunes a las estaciones* (plataformas electromecánicas), en su apartado 2.1.1 *Disposiciones generales*:
 - o “Los sistemas requerirán de una organización (...) considerando los estándares de confiabilidad con solos cuales se pretende operar, que serán definidos para una disponibilidad superior al 99% del tiempo disponible para operar, todas las consideraciones de diseño que el fabricante realice deberán utilizar este valor de confiabilidad”.
 - o “A las poleas o elementos que no esté a nivel de la plataforma electromecánica sería posible realizarle mantenimiento sin necesidad de andamios o telecabinas (...)”
 - o “(...) Todas las disposiciones deben estar previstas para trabajar de noche y a la intemperie. Las herramientas y elementos de repuesto deben poder ser dispuestos directamente sobre las plataformas (...)”.
 - o “En el caso de fallo del suministro eléctrico (...) se deberá asegurar el paso de cabinas en las estaciones de manera que no se interrumpa la operación comercial. Esta autonomía será asegurada a través de grupos electrógenos, mediante transferencia automática y fuentes ininterrumpidas de energía (UPS) en las estaciones”
- En el apartado 2.1.3 *Vías de Embarque y Desembarque*
 - o “El cambio de uno de los elementos mecánicos de las vías de circulación de las pinzas debe poder ser ejecutado en un tiempo máximo de 20 minutos por dos (2) personas calificadas”
 - o “Las tomas de movimiento del cable serán redundantes en caso de la ruptura de una de ellas”
- En el apartado 2.1.6 *Poleas o volantes*

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

- “El reductor podrá ser desmontado sin necesidad de liberar la tensión del cable”.
- “Un mecanismo de doble rotación instalado en cada polea o volante permitirá al sistema realizar una evacuación en caso de fallo en alguno de los rodamientos por bloqueo del mismo”.
- En el apartado 2.2.1 *Disposiciones generales* de 2.2 *Estación motriz*
 - “El cambio de reductor o de cualquier motor deberá estar dispuesto de manera que no exista una interrupción de la operación mayor a 2 horas para el cambio total del reductor y veinte (20 min) para instalar el sistema de respaldo”.
- En el apartado 2.2.2 *Motor principal* de 2.2 *Estación motriz*

Si bien los siguientes extractos son conformes con el salvamento integrado, de cara a no rechazar las diferentes tecnologías de accionamiento posibles, se debería simplemente pedir al suministrador del sistema electromecánico que el sistema será redundante y que cualquier maniobra relacionada con dicha redundancia no deberá tardar más de 10 minutos.

 - “El funcionamiento del sistema es asegurado por dos motores (..) y deberá tener la suficiente capacidad de mover el sistema con carga plena y a la velocidad máxima de operación solicitada”.
 - “Un tercer motor de respaldo deberá estar dispuesto de manera que pueda entrar en funcionamiento mediante un sistema que posiciones el sistema de respaldo en condición operativa, esta maniobra no puede tardar más de 10 minutos”.
 - “Cada motor debe tener su propio tablero eléctrico de potencia con variadores independientes, un tercer tablero debe existir a manera de respaldo”.
- En el apartado 2.2.3 *Reductor* de 2.2 *Estación motriz*

Del mismo modo que el anterior, los proveedores del sistema electromecánico podrían proponer sistemas sin reductor. Debe quedar abierta dicha posibilidad.

 - “El reductor es redundante (...), la operación de remplazo del reductor (...) como máximo se realice en 2 horas”.

8.4 Costes

8.4.1 Introducción

En el presente capítulo se analizan los costos de inversión y de Operación y Mantenimiento (en adelante CAPEX y OPEX respectivamente).

Se han consultado y actualizado al año 2021 los costos del sistema propuesto en el estudio de factibilidad del contrato de 20121531.

Por otro lado, el consultor ha realizado la estimación de los CAPEX y OPEX a partir de las características básicas de la instalación. Éstos se han comparado con los costos calculados en

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

el estudio de factibilidad del contrato 20121531 a efectos de validar o identificar eventuales desviaciones destacables.

8.4.2 Costos de inversión CAPEX

8.4.2.1 Introducción

Este capítulo contiene el resumen de los valores obtenidos en cuanto a los costos de inversión del estudio de factibilidad 20121531 y la estimación del consultor de los CAPEX, siguiendo dos metodologías diferentes. Por último, se comparan y analizan los resultados obtenidos.

8.4.2.2 CAPEX estudio factibilidad 20121531

En la tabla siguiente se transcriben los resultados obtenidos en el estudio de factibilidad del contrato 20121531, para el año 2014, según el archivo excel facilitado “20150818_Costo Cable SC Actualizado 2015.xlsx”. Este archivo contenía una actualización de los costes para el año 2015. Siguiendo la misma metodología empleada en esta hoja de cálculo, se ha actualizado a precios actuales del año 2021.

				IPC 2014-2021 UE	7.37%
PRESUPUESTO CABLE AEREO SAN CRISTOBAL				IPC 2014-2020 Colombia	28.86%
				Tasa COP/euro año 2021	\$ 4 315.68
OBRAS CIVILES			\$79 213 756 596	\$102 074 846 750	
	COMPONENTE CO\$	COMPONENTE EUROS €	TOTAL CO\$ (2014)	TOTAL CO\$ (2021)	Cambio porcentual.
CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES	\$ 52 454 280 759		\$ 52 454 280 759	\$ 67 592 586 186	28.86%
Construcción estación 20 de julio	\$ 24 399 546 365		\$ 24 399 546 365	\$ 31 441 255 446	28.86%
Construcción estación Altamira	\$ 9 030 866 133		\$ 9 030 866 133	\$ 11 637 174 099	28.86%
Construcción estación La Victoria	\$ 17 663 940 066		\$ 17 663 940 066	\$ 22 761 753 169	28.86%
Conexión 20 de julio	\$ 1 359 928 195		\$ 1 359 928 195	\$ 1 752 403 472	28.86%
ESTRUCTURA SOPORTE DE EQUIPOS	\$ 6 404 523 260		\$ 6 404 523 260	\$ 8 252 868 673	28.86%
Estructura de Soporte estación 20 de julio	\$ 1 853 305 828		\$ 1 853 305 828	\$ 2 388 169 891	28.86%
Estructura de Soporte estación Altamira	\$ 1 087 833 273		\$ 1 087 833 273	\$ 1 401 781 955	28.86%
Estructura de Soporte estación La Victoria	\$ 3 463 384 159		\$ 3 463 384 159	\$ 4 462 916 827	28.86%
PILONAS	\$ 6 308 305 211		\$ 6 308 305 211	\$ 8 128 882 095	28.86%
Fundaciones y Eléctrico Pilonas	\$ 4 075 119 691		\$ 4 075 119 691	\$ 5 251 199 234	28.86%
Urbanismo Pilonas	\$ 2 233 185 520		\$ 2 233 185 520	\$ 2 877 682 861	28.86%
OTRAS OBRAS CIVILES (Complementarias)	\$ 7 506 061 959		\$ 7 506 061 959	\$ 9 672 311 441	28.86%
Urbanismo complementario de estaciones	\$ 5 887 164 000		\$ 5 887 164 000	\$ 7 586 199 530	28.86%
Relocalización de redes Eléctricas	\$ 1 618 897 959		\$ 1 618 897 959	\$ 2 086 111 910	28.86%
REAJUSTE DE OBRAS CIVILES (%)			\$ 6 540 585 407	\$ 8 428 198 356	28.86%
EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS			\$ 59 537 868 848	\$ 91 281 957 933	53.32%
Sistema de Cable: Componente básico electromecánico en estaciones y línea.(DDP)	\$ -	13 806 304 €	\$ 41 418 910 590	\$ 63 974 898 455	54.46%
Suministro electromecánico básico		12 867 382 €	\$ 38 602 144 620	\$ 59 624 172 800	54.46%
Repuestos Estratégicos		691 718 €	\$ 2 075 155 020	\$ 3 205 246 825	54.46%
Herramientas		247 204 €	\$ 741 610 950	\$ 1 145 478 829	54.46%
ARANCELES Y GASTOS DE IMPORTACIÓN	\$ -	5 155 274 €	\$ 15 465 821 214	\$ 23 888 227 083	54.46%
Gastos Logísticos		5 155 274 €	\$ 15 465 821 214	\$ 23 888 227 083	54.46%
Otros equipos	\$ 2 653 137 044		\$ 2 653 137 044	\$ 3 418 832 394	28.86%
Telecomunicaciones (Sistema de peajes, Megafonía y CCTV, Telefonía)	\$ 2 493 037 044		\$ 2 493 037 044	\$ 3 212 527 534	28.86%
Vehículo para Supervisión y Mantenimiento tipo camioneta adaptada para transporte de equipos.	\$ 160 100 000		\$ 160 100 000	\$ 206 304 860	28.86%
OTRAS INVERSIONES			\$ 31 108 624 024	\$ 40 086 572 917	28.86%
Adquisición de predios y servidumbres	\$ 14 456 406 534		\$ 14 456 406 534	\$ 18 628 525 460	28.86%
Interventoría	\$ 3 383 361 828		\$ 3 383 361 828	\$ 4 359 800 052	28.86%
Montaje Electromecánico	\$ 4 671 412 200		\$ 4 671 412 200	\$ 6 019 581 761	28.86%
Estudios y Diseños de detalle	\$ 802 500 000		\$ 802 500 000	\$ 1 034 101 500	28.86%
Gestión Social, Ambiental y comunicacional	\$ 841 699 727		\$ 841 699 727	\$ 1 084 614 268	28.86%
Gerencia del Proyecto	\$ 3 838 797 917		\$ 3 838 797 917	\$ 4 946 674 995	28.86%
Licencias y permisos	\$ 70 552 841		\$ 70 552 841	\$ 90 914 391	28.86%
Demoliciones Pre-construcción	\$ 1 700 000 000		\$ 1 700 000 000	\$ 2 190 620 000	28.86%
Otros preoperativos	\$ 667 158 916		\$ 667 158 916	\$ 859 700 979	28.86%
Gravámenes contratación	\$ 676 734 062		\$ 676 734 062	\$ 872 039 512	28.86%
			\$ 169 860 249 468	\$ 233 443 377 600	37.43%

Tabla 5. CAPEX según estudio de factibilidad del contrato 20121531, con actualización de los costos al año 2021

Como se desprende de la tabla anterior, para el año 2014, se estimaba el costo de construcción en 169.860.249.468 COP que equivalen actualmente a **233.433.377.600 COP**.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

8.4.2.3 CAPEX según precios unitarios de la base de datos del consultor

La primera metodología utilizada consiste en elaborar un presupuesto preliminar, organizado por capítulos, y utilizando precios unitarios de una base de datos elaborada a partir de costos de inversión de varios telecabinas urbanos a los que el equipo asesor ha tenido acceso.

Los datos de partida que se introducen en el modelo se resumen en la tabla siguiente y han sido extraídos de las notas de cálculo y documentos descriptivos del estudio de factibilidad del contrato 20121531.

Características	Unidades	Valores (según estudio factibilidad 20121531)
Longitud	m	2.848
Desnivel máximo	m	259,5
Secciones previstas (bucles de cable)	ud	2
Estaciones (útiles de cara al pasajero)	ud	3
Distancia máxima entre estaciones	m	1.613
Capacidad de transporte	pphpd	3.600
Velocidad	m/s	5,5
Tiempo de trayecto		10 min 18 s
Capacidad vehículos	pax	10
Intervalo de tiempo entre los vehículos	s	10,0
Equidistancia mínima entre los vehículos	m	55,0
Número de vehículos	ud	128
Postes	ud	21
Postes > 25 m	ud	14
Postes < 25 m	ud	7

Tabla 6. Datos de entrada para el cálculo de los CAPEX

Los capítulos en que se divide este presupuesto son:

- ✓ Proyecto y supervisión de obra, que incluyen, entre otros, los estudios de trazo y replanteo, los estudios y cálculos de la obra civil, la dirección y supervisión de las obras, los estudios geológicos y geotécnicos, los estudios ambientales, etc.
- ✓ Conjunto de estaciones, que incluye el material de las estructuras y las cubiertas de las estaciones.
- ✓ Maquinaria-reductor, que computa los costes de los motores, reductores, el equipamiento eléctrico, los sistemas de frenado y los sistemas de tensión integrados en las estaciones.
- ✓ Línea, que integra el coste de los cables portadores-tractores, la línea de seguridad y las torres de línea con sus equipamientos (trenes de balancines).
- ✓ Vehículos, que incluye las cabinas para el transporte de pasajeros, los vehículos de mantenimiento y los equipamientos integrados en las cabinas (interfonía, etc.).

- ✓ Señalización y varios, Se agrupan los controles magnetográficos del cable y los controles vibratorios del conjunto motor/reductor, el sistema de control de acceso a la instalación, el utillaje y recambios para el primer año de explotación. Incluye la señalización en estaciones y vehículos.
- ✓ Transporte, que computa el transporte del material desde las fábricas de producción, principalmente situados en Europa, hasta los almacenes de la constructora próximos a la zona de obras.
- ✓ Distribución, comprende la distribución de los componentes desde los almacenes de material del constructor hasta el punto donde se monta cada componente.
- ✓ Montaje, comprende el montaje de las estaciones y sus cubiertas, el montaje de las torres de línea, el extendido y empalme del cable, las conexiones eléctricas e hidráulicas, el montaje y enganche de los vehículos en la línea y los reglajes y pruebas previos a la puesta en marcha.
- ✓ Concreto armado, comprende las cimentaciones de las estaciones y de las torres de línea, incluyendo las excavaciones de los pozos de cimentación, el armado, el encofrado, el vertido del hormigón y posterior desencofrado.
- ✓ Edificios estaciones, incluye las edificaciones que integran las estaciones de la telecabina, así como las estaciones transformadoras y los grupos electrógenos que permiten operar el sistema en caso de corte en el suministro eléctrico.
- ✓ Reposición de servicios, es una partida que incluye eventuales obras de reposición de servicios afectados durante la construcción (líneas eléctricas, telefónicas, suministro y evacuación de aguas).
- ✓ Expropiaciones, es una partida alzada que contempla el coste de expropiación de predios que interfieren con el sistema.
- ✓ Mitigación de impactos ambientales, es una partida alzada que comprende el coste de implementación de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias que se deriven de los estudios de impacto ambiental.

A continuación, se recogen los resultados obtenidos en el cálculo estimativo del coste de la instalación detallado por partidas presupuestarias:

Resumen por capítulos	Coste COP
Proyecto y supervisión de obra	6 896 320 000
Conjunto de estaciones	32 491 937 000
Maquinaria-reductor	17 370 557 000
Línea	26 569 560 000
Vehículos	26 346 283 000
Señalización y varios	3 387 804 000
Transporte	7 680 788 000
Distribución	2 882 011 000

Resumen por capítulos	Coste COP
Montaje	10 246 767 000
Hormigón armado	9 838 866 000
Edificios de las estaciones	47 248 065 000
Reposición de servicios	14 321 922 000
Expropiaciones	14 321 922 000
Mitigación de impactos ambientales	954 795 000
Costo total de inversión	220 557 597 000

Tabla 7. Estimación de los CAPEX por capítulos

8.4.2.4 CAPEX según comparativo con instalaciones existentes

La segunda metodología utilizada para la estimación del coste de inversión se basa en el análisis del mercado mundial de teleféricos. A partir de una lista de 31 teleféricos construidos en entorno urbano y turístico de los cuales se ha obtenido el costo total de inversión, se ha realizado una regresión con múltiples variables. Efectivamente, en la literatura se suelen encontrar ratios de inversión por kilómetro. Las estimaciones basadas únicamente en la longitud no son fiables puesto que el coste de un teleférico varía notablemente en función de:

- ✓ El número de estaciones, ya que en los edificios de estación y en los órganos electromecánicos de éstas se concentra gran parte de la infraestructura en el caso de teleféricos
- ✓ La longitud total del sistema
- ✓ La capacidad de transporte, puesto que de ésta se determina el “tamaño” de la cadena cinemática, la tensión, el diámetro del cable, la cantidad de vehículos, la distancia máxima entre torres, etc.

En definitiva, esta segunda metodología empleada para la determinación del coste de inversión se ha basado en una regresión con las 3 variables listadas.

De este modo, se ha partido de los datos recopilados referentes a las instalaciones estudiadas, de cada uno de ellos, se han listado la longitud de los aparatos, el número de estaciones que posee cada instalación y la capacidad de transporte de los sistemas estudiados. La tabla, recoge asimismo el valor del coste de construcción para cada uno de los aparatos, actualizando los precios a fecha actual y unificando las divisas en que fueron pagados los sistemas a dólares americanos.

Lugar (ciudad)	Nombre	L (m)	Nº estaciones	Capacidad (p/h y sentido)	Coste actualizado a 2020 (Mill. de USD)
La Paz, Bolivia	Línea Roja	2400	3	3000	60.8
La Paz, Bolivia	Línea Amarilla	3900	4	3000	83.3
La Paz, Bolivia	Línea Verde	3700	4	3000	90.1
La Paz, Bolivia	Línea Azul	4700	5	3000	79.6
La Paz, Bolivia	Línea Naranja	2600	4	3000	70
La Paz, Bolivia	Línea Blanca	2900	4	3000	62.4
La Paz, Bolivia	Línea Celeste	2700	4	4000	84.3
La Paz, Bolivia	Línea Morada	4300	3	4000	94.7
La Paz, Bolivia	Línea Plateada	2600	3	3000	57.6
Santo Domingo (Rep. Dominicana)	Línea 1	5161	4	3000	69.2
Santo Domingo (Rep. Dominicana)	Línea 2	12800	8	4500	207
Medellín, Colombia	Línea K	2070	4	3000	35.7
Medellín, Colombia	Línea J	2700	4	3000	67.2
Medellín, Colombia	Línea L	4600	2	1200	31.7
Medellín, Colombia	Línea H	1400	3	1800	30.6
Medellín, Colombia	Línea M	1050	3	2500	38.8
Manizales, Colombia	L1 Manizales	1870	3	1400	34.3
Manizales, Colombia	L2 Mainizales	705	2	1400	15.4
Bogotá, Colombia	Transmicable	3300	4	3600	73.7
Ankara, Turquía	Yenimahalle	3257	4	2400	30.4
Santiago de Chile, Chile	Parque Metropolitano	2050	3	1000	10.3
Guayaquil, Ecuador	AeroVía	4100	4	2600	134
Ecatepec, México	Mexicable	4800	7	3000	97.4
Santiago de Chile, Chile	Teleférico Bicentenario	3380	4	3000	78.4
Perú	Telecabinas de Kuelap	4031	2	1000	18.9
Londres	Emirates Air line Cable Car	1103	2	2500	87.3
Cali, Colombia	MioCable	2790	6	2000	35
Río de Janeiro, Brasil	Teleférico de Alemão	3460	6	2800	161.9
Argel, Argelia	Nº5: TC Oued Koriche-Bouzareah	2908	3	2400	34.9
Argel, Argelia	Nº6: TC Bab El Oued, Z'Ghara	2025	3	2400	25.4
Río de Janeiro, Brasil	Teleférico de Providência	721	3	1000	37.4

Tabla 8. Costes de inversión de diferentes sistemas de transporte urbano y turístico

A partir de estos datos se procede a ejecutar una regresión lineal múltiple con las tres variables de entrada (longitud, número de estaciones y capacidad de transporte) y los valores de coste de construcción actualizados y en dólares americanos.

La regresión lineal múltiple permite generar un modelo lineal en el que el valor de la variable dependiente o respuesta (Y) se determina a partir de un conjunto de variables independientes llamadas predictores (X1, X2, X3...). Es una extensión de la regresión lineal simple. Los modelos de regresión múltiple pueden emplearse para predecir el valor de la variable dependiente o para evaluar la influencia que tienen los predictores sobre ella.

En nuestro caso las variables predictoras utilizadas para la regresión son:

- ✓ X1: Longitud del sistema en metros
- ✓ X2: Número de estaciones del sistema

- ✓ X3: Capacidad de la instalación en personas/hora y sentido

Los modelos lineales múltiples siguen la siguiente ecuación:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_n X_{ni}$$

- ✓ β_0 : es la ordenada al origen, el valor de la variable dependiente Y cuando todos los predictores son cero.
- ✓ β_i : es el efecto promedio que tiene el incremento en una unidad de la variable predictora X_i sobre la variable dependiente Y, manteniéndose constantes el resto de las variables. Se conocen como coeficientes parciales de regresión.

Una vez realizada la regresión lineal múltiple se obtiene que el coste estimado de la instalación en millones de USD (Y_i) se expresa con la siguiente fórmula:

$$Y_i = -34,56 + 0,00675 \times \text{Long (m)} + 8,068 \times \text{N}^\circ \text{ estaciones} + 0,01839 \times \text{Capacidad (pph y sentido)}$$

El coeficiente de correlación múltiple resultante de la fórmula de regresión es de 0,82, con un error típico de 25,8 M USD.

Las variables a introducir en el modelo para la obtención del CAPEX para este método han sido extraídas de las notas de cálculo y documentos descriptivos del estudio de factibilidad del contrato 20121531 y son las siguientes:

- ✓ X1: Longitud del sistema en metros = 2848 m
- ✓ X2: N° de estaciones del sistema = 3
- ✓ X3: Capacidad de la instalación en personas/hora y sentido = 3.600

El valor de Y, es decir los CAPEX según la fórmula de regresión resulta un valor de 75,1 millones USD, que equivalen a **267.243.350.000 COP**.

8.4.2.5 Comparativo de los resultados obtenidos

En la tabla siguiente se resumen los valores obtenidos de estimación del CAPEX según las dos metodologías presentadas en los apartados precedentes, así como los resultados del cálculo establecidos en el estudio de factibilidad del contrato 20121531.

Costo CAPEX	Coste (COP)	%
Estimación estudio de factibilidad del contrato 20121531 (actualizado a 2021)	233.443.377.600	-
Metodología 1. Costo por precios unitarios	220.557.597.000	-5.5%
Metodología 2. Fórmula de regresión múltiple	267.243.350.000	+14.5%

Tabla 9. Costo CAPEX según metodologías empleadas

Como se desprende de la tabla precedente, si comparamos los resultados obtenidos del estudio del 2012 y los calculados según la metodología 1, existe una baja diferencia (del 5.5%). Este hecho, nos indica que **el valor estimado para los CAPEX en el año 2012 es acertado y corresponde a los precios de mercado.**

En cuanto a la metodología 2, como se ha explicado anteriormente, se basa en una regresión múltiple calculada a partir de costos de inversión de otros sistemas de transporte por cable urbano construidos o en fase de construcción. Los costos de inversión utilizados provienen de diferentes fuentes (noticias, notas de prensa oficiales de los promotores, etc.) y se desconoce el alcance de los costos no imputables a la instalación del telecable, como obras anexas especialmente de carácter social en la comunidad (asfaltado de calles, mejora de zonas comunes, etc.). Por lo tanto, es comprensible que el resultado sea superior a las demás estimaciones, y podemos por lo tanto afirmar que los costos del estudio de factibilidad y el de la estimación por costos unitarios son coherentes.

8.4.3 Costos de operación y mantenimiento (OPEX)

8.4.3.1 Introducción

Este capítulo contiene el resumen de los valores obtenidos en cuanto a los costos de operación y mantenimiento del estudio de factibilidad 20121531 y la estimación del consultor de los OPEX. Por último, se comparan y analizan los resultados obtenidos.

8.4.3.2 OPEX estudio factibilidad 20121531

Los datos de relativos a los OPEX del estudio de factibilidad se recogen en los siguientes documentos:

- ✓ COSTOS OYM San Cristóbal – V1 Noviembre 09.doc, que contiene el documento descriptivo de los costos de operación y mantenimiento,
- ✓ 20150828 Evaluación Financiera SC V2.xlsx. Este documento contiene la hoja con los cálculos de los OPEX
- ✓ 20150911 Evaluación Económica Final SC V3.xlsx, transcribe los cálculos de los OPEX en la versión final de la evaluación económica

El resumen de los OPEX se muestra en la tabla siguiente. En la última columna se han actualizado los costos del estudio del contrato 20121531 que se realizaron en el año 2015, a precios de 2021.

Costo OPEX Estimación estudio de factibilidad contrato 20121531 (actualización 2015)	Coste COP (2015)	Coste COP Actualizado 2021
Recurso Humano	1 972 746 290	2 469 878 356
Materiales y repuestos	871 759 041	1 227 172 917
Mantenimiento electromecánico e instalaciones civiles	920 803 808	1 296 213 107
Vigilancia Pública y privada	369 772 125	462 954 701
Aseo Instalaciones físicas y telecabinas	506 761 920	634 465 924
Servicios Públicos	1 317 627 076	1 649 669 099
Seguros	584 129 227	731 329 792
Procesos administrativos y soporte	291 380 000	364 807 760
COSTO TOTAL O&M	6 834 979 487	8 836 491 655

Tabla 10. Costo OPEX según estudio de factibilidad del contrato 20121531 (actualización 2015)

8.4.3.3 CAPEX según estimación del consultor

La estimación de los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones de transporte por cable de uso urbano es compleja. En efecto, se trata de una tecnología recientemente implantada en las ciudades (la instalación de referencia es la primera línea de Medellín puesta en operación en 2004, es decir, tan solo 16 años) y por lo tanto todavía existen pocos datos disponibles, heterogéneos y con series cortas. Además, se debe tener en cuenta que las instalaciones urbanas, en su mayoría construidas en América del Sur y América Central no están sujetas a una normativa específica: si bien en la construcción generalmente se adopta la normativa europea, en la operación y en el mantenimiento no podemos cerciorarnos de que se aplica esta normativa en su totalidad, a causa de las especificidades del uso intensivo al que son sometidas estas instalaciones en el ámbito urbano.

En los capítulos siguientes se realiza una estimación de los costos de operación y mantenimiento, que serán cotejados con los valores obtenidos en el estudio de factibilidad del contrato 20121531.

La evaluación de los costos de operación y mantenimiento se realiza siguiendo las mismas premisas que para los costos de inversión: en primer lugar, se elabora un presupuesto detallado de estos costos, en base a costos procedentes de la base de datos del consultor.

La estimación de los costos se estructura de la siguiente manera:

- ✓ Mantenimiento del sistema electromecánico:
 - Mantenimiento plurianual (grandes inspecciones), según las periodicidades de la normativa técnica (EN 1709/2019)
 - Mantenimiento anual (según Norma EN 1709/2019 y manual de mantenimiento “tipo” de los proveedores de sistemas electromecánicos)
- ✓ Costos de operación:
 - Mantenimiento rutinario (revisión diaria y mensual)
 - Personal técnico (plantilla especializada)
 - Energía (basada en la estimación de la potencia necesaria)
- ✓ Otros:
 - Administración (personal)
 - Limpieza, seguridad...
 - Servicios externos (mantenimiento de edificios, suministros, seguros, ...)

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

En las tablas siguientes se detalla el cálculo según la estructura de costos antes mencionada.

Costo de personal técnico de operación

Costo de personal técnico de operación	Nº	Salario bruto COP	Total (COP)
Responsable de explotación	1	185 096 000	185 096 000
Jefe de mantenimiento	6	128 906 000	773 436 000
Técnicos de mantenimiento	11	53 897 000	592 867 000
Conductores instalación	7	53 897 000	377 279 000
Agentes de estación	20	20 403 000	408 060 000
TOTAL PERSONAL	45		2 336 738 000

Tabla 11. Costo personal técnico de operación

Mantenimiento anual y extraordinario

Costo del mantenimiento anual y extraordinario	Total (COP)
Revisión anual estaciones y línea	1 096 010 000
Revisión anual vehículos	244 900 000
Mantenimiento extraordinario estaciones y línea (promedio 30 años)	889 221 000
Mantenimiento extraordinario vehículos	
TOTAL MANTENIMIENTO	2 230 131 000

Tabla 12. Costo del mantenimiento anual y extraordinario

Costo energético (porcentaje del par nominal en función del caso de carga):

% del par nominal en función del caso de carga	% Tiempo de operación en cada caso de carga (Top)	% Potencia en relación a la potencia máxima
0%↑ 0%↓	10%	55%
25%↑ 0%↓	20%	65%
100%↑ 0%↓	30%	95%
100%↑ 100%↓	10%	75%
0%↑ 100%↓	30%	30%

Tabla 13. Porcentaje par nominal en función del caso de carga

Costo energético:

Costo energético	Valor
Potencia necesaria motor eléctrico (kW)	650
Consumo eléctrico anual debido al motor eléctrico (kWh)	2 971 800
Consumo eléctrico anual debido al consumo en estaciones (kWh)	288 000
Precio del kWh*	541,4943
COSTE ELECTRICIDAD	1 765 066 000

Tabla 14. Costo energético

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
--	--	--

*Precio del kwh según tarifa de enero de 2021 oficial e industrial sin contribución para tarifa sencilla monomía de nivel 1 de propiedad de Codensa

Costos de personal de venta, seguridad, limpieza y asistencia médica:

Costo de otro personal	Nº	Salario bruto COP	Total (COP)
Taquilleros	14	19 981 920	279 748 000
Limpieza	14	19 981 920	279 748 000
Seguridad	14	30 864 000	432 096 000
Asistente médico	5	53 897 000	269 485 000
TOTAL PERSONAL	47		1 261 077 000

Tabla 15. Costo de otro personal de la instalación

Otros costos mayor mantenimiento y servicios de terceros:

Costo de mantenimiento y servicio a terceros	Nº	Costo unitario COP	Total (COP)
Mantenimiento edificios	3	93 506 333	280 519 000
Agua	3	10 016 000	30 048 000
Telefonía fija e informática	3	14 022 000	42 066 000
Seguro	1	731 330 000	731 330 000
Otros insumos (material limpieza, papelería, uniformes)	3	129 470 000	388 410 000
TOTAL			1 472 373 000

Tabla 16. Costo de mantenimiento y servicios a terceros personal de la instalación

Tabla resumen:

Costos de operación y mantenimiento	Total (COP)
Costos de operación y mantenimiento	6 331 935 000
Costos limpieza, seguridad y otros	2 733 450 000
TOTAL	9 065 385 000

Tabla 17. Costo de mantenimiento y servicios a terceros personal de la instalación

8.4.3.4 Comparativo de los resultados obtenidos

En la tabla siguiente se resumen los valores obtenidos de estimación del OPEX según estimaciones del consultor y los resultados del cálculo establecidos en el estudio de factibilidad del contrato 20121531.

Costo OPEX	Coste COP estimación estudio factibilidad 20121531 (2021)	Coste COP (estimación consultor)
COSTO TOTAL O&M	8 836 491 655	9 065 385 000

Tabla 18. Costo OPEX según estudio de factibilidad del contrato 20121531 (actualización 2015) y según estimación del consultor

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

De forma más detallada según las partidas del estudio de factibilidad del contrato 20121531, cabe señalar que:

- ✓ Recurso Humano: La estimación de la cantidad de ciertos cargos previstos en el estudio de factibilidad del contrato 20121531 parece ser elevada (por ejemplo, el número de personas a contratar como auxiliares de mantenimiento electromecánico), si bien, otros cargos como auxiliares de estación parecen escasos habida cuenta de que la instalación operará 20 horas al día 360 días al año.
- ✓ Materiales y repuestos y mantenimiento electromecánico e instalaciones civiles: Los valores estimados en el estudio de factibilidad del contrato 20121531 son similares a los estimados por la consultora.
- ✓ Vigilancia Pública y privada: El costo relativo a la vigilancia del sistema muestran una elevada similitud entre los costos estimados en el estudio de factibilidad del contrato 20121531 y la estimación del consultor.
- ✓ Aseo Instalaciones físicas y telecabinas. El consultor no ha incluido este costo específicamente, si bien, se ha contemplado en las partidas de personal de limpieza y otros insumos (material de limpieza, uniformes, etc.).
- ✓ Servicios Públicos. Los valores calculados para el costo derivado de la electricidad, el consumo de agua y alcantarillado y otros servicios (telefonía e internet) en el estudio de factibilidad del contrato 20121531 y la estimación del consultor son similares.
- ✓ Seguros. Los costos relativos a seguros estimados por el consultor y el en el estudio de factibilidad del contrato 20121531 son similares.
- ✓ Procesos administrativos y soporte. Estos servicios, indicados en el estudio de factibilidad del contrato 20121531, se valoran en 364 807 760 COP (costo actualizado para 2021). Estos costos no se contemplan en esta primera estimación realizada por el consultor y se incorporarán en las fases siguientes, una vez definidos los cargos y dedicación del personal necesaria para ejecutar dichas labores.

Como conclusión, se observa que **los costos de operación y mantenimiento indicados en el estudio de factibilidad del contrato 20121531, concuerdan con los costos estimados por el consultor.**

Por último, cabe destacar que se observan diferencias significativas entre el estudio de factibilidad 20121531 y la estimación del equipo consultor, referentes al cálculo del número de personas necesario para la ejecución de las labores de mantenimiento y operación del sistema.

8.4.4 Cronograma

Se procede a la revisión del *cronograma* incluido en la carpeta 62005363.

La duración de la totalidad de la obra, 390 días, y de cada una de las tareas a realizar es conforme a proyectos realizados con características similares al proyecto a realizar.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

8.5 Informe final cable aéreo

Se procede en este apartado a la revisión del *informe final corredor San Cristóbal* de la carpeta 62005356.

8.5.1 Desarrollo de los estudios (3)

8.5.1.1 Contexto general del territorio (3.1)

La descripción y estudio de la zona es conforme a lo analizado a lo largo del resto de documentos.

8.5.1.2 Selección del trazado del sistema de cable (3.2)

Este documento se ha analizado en el apartado 7 del presente documento.

El resumen que aparece en el informe final es conforme al estudio de localización, versión 3.

8.5.1.3 Levantamiento topográfico (3.3)

Se constata que se han realizado los trabajos topográficos relevantes a la parte electromecánica. Estos deberán ser actualizados a fin de conocer los cambios relevantes en las infraestructuras dentro del área de influencia del sistema de cable aéreo.

8.5.1.4 Estudio geotécnico (3.4)

Se constata que se han realizado los trabajos geotécnicos pertinentes a la parte electromecánica. Estos deberán ser actualizados a fin de conocer los cambios relevantes, si los hubiere, dentro del área de influencia del sistema de cable aéreo.

8.5.1.5 Gestión predial (3.5)

Se constata que se han realizado los trabajos de gestión predial pertinentes a la parte electromecánica. Estos deberán ser actualizados a fin de conocer los cambios relevantes, si los hubiere, dentro del área de influencia del sistema de cable aéreo.

8.5.1.6 Estudio ambiental y social (3.6)

Se constata que se han realizado los trabajos de ambientales y sociales pertinentes a la parte electromecánica. Estos deberán ser actualizados a fin de conocer los cambios relevantes, si los hubiere, dentro del área de influencia del sistema de cable aéreo.

8.5.1.7 Estudio de demanda (3.7)

Se constata que se han realizado el estudio de demanda con el cual se dimensiona la capacidad de transporte del cable aéreo. Éste deberá ser actualizado a fin de conocer los cambios relevantes, si los hubiere, dentro del área de influencia del sistema de cable aéreo.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

8.5.1.8 Diseño electromecánico (3.8)

En este capítulo se encuentra el resumen del documento *diseño electromecánico San Cristóbal* de mayo de 2014.

Deben actualizarse los siguientes elementos del cuadro 8:

- Carga nominal por vehículo: 750 kg
- Duración del trayecto debe ser recalculada

La definición de cada una de las estaciones, dentro del 3.8.2 *estudio de la línea*, es correcta.

El resto de las afirmaciones del apartado son conformes al documento de diseño electromecánico.

8.5.1.9 Anteproyecto arquitectónico (3.9)

Se constata que se han realizado el anteproyecto arquitectónico teniendo en cuenta las dimensiones del sistema electromecánico. Éste deberá ser actualizado, con los cambios sugeridos en el apartado 8.2, a fin de conocer los cambios relevantes, si los hubiere, dentro del área de influencia del sistema de cable aéreo.

8.5.1.10 Anteproyecto de ingeniería (3.10)

Se constata que se han realizado el anteproyecto de ingeniería teniendo en cuenta las dimensiones del sistema electromecánico. Éste deberá ser actualizado a fin de conocer los cambios relevantes, si los hubiere, dentro del área de influencia del sistema de cable aéreo.

8.5.1.11 Presupuestos de inversión, operación y mantenimiento (3.11)

En el capítulo 8.4 se compara el cálculo de los costos de inversión y de operación y mantenimiento realizado en el estudio de factibilidad del contrato 20121531 con las estimaciones del equipo consultor.

Como se desprende de los resultados obtenidos, tanto los costos de inversión como los costos de operación y mantenimiento calculados en el estudio de factibilidad del contrato 20121531, se ajustan a los valores de mercado.

Si bien, cabe destacar que se observan diferencias significativas entre el estudio de factibilidad 20121531 y la estimación del equipo consultor, referentes al cálculo del número de personas necesario para la ejecución de las labores de mantenimiento y operación del sistema.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES (4)

9.1.1.1 Conclusiones (4.1)

Las conclusiones son conformes a lo desarrollado en el informe final y los documentos del estudio de factibilidad a los que hace referencia.

9.1.1.2 Recomendaciones (4.2)

Las recomendaciones son conformes a lo desarrollado en el informe final y los documentos del estudio de factibilidad a los que hace referencia.

Se deberá prestar especial atención en las fases posteriores al último punto del presente apartado, relativo al proyecto de construcción del Hospital de La Victoria y su afectación a la línea de cable aéreo en sus pilonas 9 y 10.

9.2 Conclusiones

Todos los aspectos analizados en el presente documento serán tenidos en cuenta por la Consultoría en fases posteriores para la actualización del diseño del sistema electromecánico. Teniendo en cuenta dicho análisis, se pueden emitir las conclusiones siguientes:

9.2.1 Puntos críticos, problemáticas identificadas

- ✓ Aunque se hayan detectado algunos errores en el diseño, estos no son de gran trascendencia y se puede afirmar que el teleférico es técnicamente viable para las prestaciones y perfil elegidos.
- ✓ El dimensionamiento es correcto, y el estudio de línea es coherente y realizado por expertos, motivo por el cual la posición de las torres, así como los sobrevuelos pueden considerarse adecuados.
- ✓ Debería añadirse al estudio electromecánico dos capítulos: uno dedicado a la descripción de la disponibilidad de la instalación y un segundo capítulo dedicado al plan de salvamento y todas las medidas relacionadas con el salvamento integrado.
- ✓ Los costes de construcción son coherentes y corresponden al precio de mercado. Estos serán actualizados a 2021.
- ✓ Los costos de operación y mantenimiento son coherentes y corresponden al precio de mercado. Se ajustará el personal necesario para la operación y el mantenimiento del sistema.

9.2.2 Principales retos

- ✓ Obviamente se deberá reestudiar la línea con el trazado finalmente elegido, pero ni la tecnología ni el dimensionamiento general sufrirá modificaciones significativas.
- ✓ Será necesario que la autoridad competente realice una vigilancia sobre los edificios ubicados bajo la línea, modificando y adaptando los planes de desarrollo urbanístico, considerando los gálibos mínimos del teleférico.
- ✓ La autoridad competente también deberá vigilar industrias y servicios con riesgo de incendio o explosión bajo la línea del cable aéreo, estudiando cada caso de manera individual.
- ✓ Queda sin embargo una advertencia importante, mencionada en el informe final de enero de 2015: la **construcción del nuevo hospital de la Victoria puede convertirse en un obstáculo a la línea**, poniendo incluso en cuestión la posición de la estación de la Victoria. Efectivamente, vista la proximidad de la nueva construcción con la estación, la altura de ésta será determinante para la altura de andén de la estación. Esto es

debido a la limitación técnica en el ángulo de deflexión del cable al paso por las pilonas (y la consecuente reacción sobre los trenes de poleas).

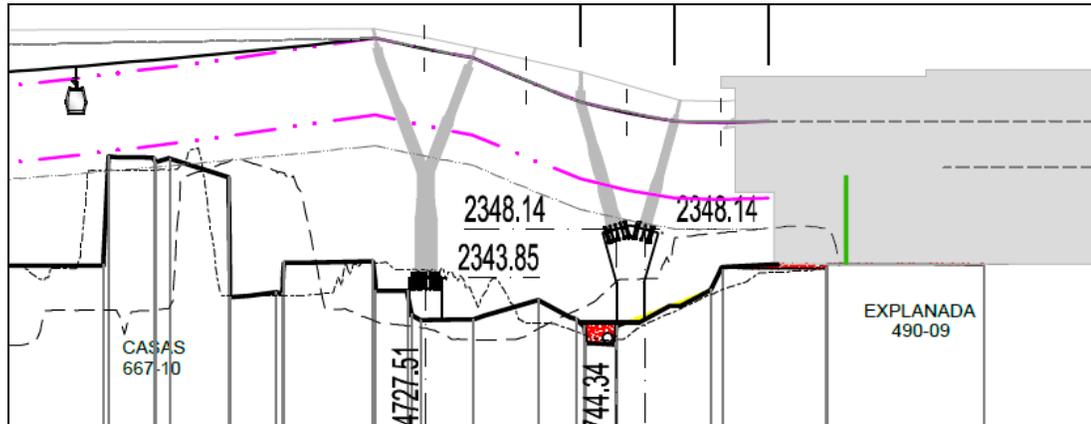


Figura 8. En la imagen se muestra el perfil de línea del teleférico “Mexicable” de Ecatepec de Morelos (Estado de México), en el que se está prácticamente al límite en el “despegue” de la línea para pasar sobre los edificios colindantes. En este caso, estos edificios impusieron la cota del andén. (Fuente: Perfil de línea de la sección 2 del Mexicable,).

9.2.3 Trabajos de complementación requeridos

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se necesitará de un trabajo de campo a fin de complementar la información disponible en los estudios respecto a las infraestructuras existentes y futuras que haya bajo la línea del cable, en concreto, sobre el Hospital de La Victoria.

Por lo que será necesario:

- ✓ Conocer los proyectos de desarrollo del hospital La Victoria
 - Altura del edificio
 - Ubicación de infraestructuras del hospital que suponen un peligro inflamable (oxígeno líquido, por ejemplo)
- ✓ Reconocimiento de posibles infraestructuras presentes no cartografiadas y futuras que puedan influenciar a la línea, en concreto:
 - Control de la altura de futuros edificios no cartografiados y su gálibo respecto de la línea
 - Control de la altura máxima de posibles nuevas infraestructuras que pueden hacer peligrar la factibilidad del sistema que estén dentro del gálibo normalizado
 - Servicios e infraestructuras con peligro de inflamabilidad, como son gasolineras, almacenamiento de hidrocarburos o de materiales de la construcción

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

9.2.4 Otras conclusiones

- ✓ En los estudios de factibilidad, se han tenido en cuenta las directrices y recomendaciones formuladas en el *manual metodológico para la formulación y presentación de proyectos de transporte de pasajeros por cable aéreo en Colombia*, publicado el 7 de mayo de 2012 del Ministerio de Interior. Estas recomendaciones serán asimismo observadas en la actualización de los estudios de factibilidad y diseños del cable aéreo de San Cristóbal.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano