

# PROYECTO FINAL

## Ingenieria Civil

# SISTEMA DE TRANSPORTE POR CABLE

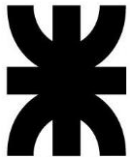
Complejo Teleférico La Rioja

**TOMO 1**

---

MIRALLES JESICA NATALIA

*“Por más alta que sea la montaña,  
siempre habrá un camino hacia la  
cima”.*



# PROYECTO COMPLEJO TELEFÉRICO LA RIOJA

## TOMO I INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN

**CARRERA:** INGENIERÍA CIVIL

**CÁTEDRA:** PROYECTO FINAL

**DOCENTES:**

**ING. BARBEITO PÉREZ, JAVIER**

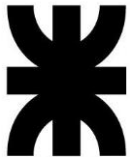
**ING WHITAKER, HÉCTOR FEDERICO**

**ING. ANDRADE, ARIEL**

**ALUMNA:**

**MIRALLES, JESICA NATALIA**





---

# DEDICATORIA

A Dios

Por haberme brindado salud, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente. Por estar presente acompañándome en cada uno de mis pasos, durante este gran camino recorrido. Gracias señor por darme la oportunidad de llegar a mi meta tan deseada.

A mi hija Josefina

Por ser el motivo que me impulsa cada día a superarme. Gracias hija por no dejarme vencer y ayudarme a perseverar hasta el final. Todo este esfuerzo lo hice con mucho amor para vos hija.

A mis padres

Por darme la vida, por los valores, por transmitirme ejemplos de perseverancia y sacrificio. Gracias por creer en mí, y darme una herramienta para mi futuro.

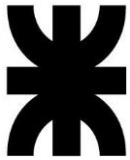
A mi novio Iván

Gracias por tu paciencia y apoyo. Por motivarme cuando ya no tenía ánimos, por estar a mi lado en todos estos años de la carrera, viviendo conmigo cada victoria y cada derrota.

Este trabajo ha sido posible gracias a ustedes.

*Miralles, Jesica Natalia*





---

## HOMENAJE

En memoria de los Ingenieros Oscar Nicolás Corzo y Mario Luis Vietto, Docentes fallecidos de nuestra casa de altos estudios, designando a los predios que componen al Proyecto "Complejo Teleférico La Rioja" con sus nombres.

***Pedio de Partida "Ing. Mario Luis Vietto"***

***Pedio Parque Temático "Ing. Oscar Nicolás Corzo"***

Mis agradecimientos al Ing. Corzo, Oscar Nicolás por formarme en este gran camino como ingeniera, gracias por su dedicación, su paciencia y sobre todo su humildad como ser humano. En este trabajo final, quiero recordarlo como uno de los docentes que contribuyo a mi formación y que me alentó a resistir en la carrera. Siempre estarás en nuestros corazones y lo recordamos con mucho cariño.

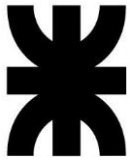
*Miralles, Jesica Natalia*

A aquel amigo de los martes a la tarde, que nos encontrábamos y que desde aquel 2.013 no te veo más:

"En la vida, lo que a veces parece un final, es realmente un nuevo comienzo"

*Whitaker, Héctor Federico*





---

## PREFACIO

El Proyecto “Complejo Teleférico La Rioja”, abarca las carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería Electromecánica y Electrónica, resultando un trabajo interdisciplinario. Además, se realizó investigación concreta, sobre lo referido al diseño, cálculo, mantenimiento y montaje de sistemas teleféricos, siendo ésta una rama específica de la ingeniería. Tal así, que actualmente existen solo dos empresas dedicadas al diseño y a la fabricación de los sistemas teleféricos en el mundo.

Cabe destacar que también se usaron criterios de Arquitectura, Economía, Finanzas, Turismo, Deportes, Inclusión Social y Ecología.

Teniendo en cuenta que el turismo favorece al desarrollo de la actividad económica dentro de una región, se deben estudiar las factibilidades para la ejecución de proyectos afines, para fomentar la explotación de los recursos naturales y generar el crecimiento de la zona.

En la provincia de La Rioja, y más precisamente en la ciudad Capital, hay una carencia notable de atractivos turísticos. Con la construcción del parque de La ciudad y posteriormente el superdomo, se logró potenciar la zona, lo cual se vió reflejado con la gran concurrencia, tanto de turistas como de habitantes locales.

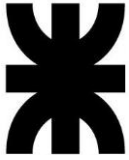
El diseño del teleférico turístico está enfocado en la solución de ésta problemática presente en la ciudad, con la idea de complementar los atractivos naturales, paisajísticos y de aventura que presenta el lugar, convirtiéndolo en un punto focal de atracción turística que dinamice la economía del sector.

El teleférico permitirá transportar personas hasta el cerro “El Morro”, donde no solo podrán apreciar la ciudad desde lo alto, sino también contemplar los deportes aéreos y disfrutar de los servicios de gastronomía.

Además, con este proyecto se busca, Concientizar sobre el cuidado del Medioambiente, mediante la interacción con la flora y fauna local, y también poder lograr un impacto positivo sobre el uso de la arquitectura sustentable en la provincia.

Éste proyecto permite promover la práctica de deportes y actividades en la zona, haciendo especial hincapié en el vuelo libre (Parapente y Ala Delta), aprovechando las características climáticas de la zona, que la convierten en uno de los mejores lugares del país para su práctica, potenciando así su desarrollo y lograr aspirar en un futuro a ser sede del mundial de la especialidad.



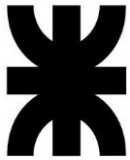


---

Con eso se apunta obtener para la provincia reconocimiento a nivel Nacional e Internacional, logrando potenciar la oferta existente e incrementar la cantidad de turistas, influyendo además de manera positiva en la cultura de las personas y en la práctica de nuevas actividades.

El desarrollo de esta etapa del proyecto, se basa en primera instancia en la realización del trazado técnico de la trayectoria del sistema teleférico, para comenzar a trabajar en lo que se refiere al proyecto del sistema teleférico definitivo. Este proyecto consiste, en el Diseño y cálculo, del sistema teleférico que tendrá el complejo turístico. Para ello Se determinó, mediante diversos cálculo, cantidades y dimensiones de los elementos que conforman el sistema, siendo estos las torres soportes, los cables tractores y las cabinas. Estas, en función de la demanda se diseñaron para un número máximo de cuatro personas por cabina y con una velocidad de todo el sistema relativamente baja, a fines de observación turística.





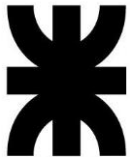
---

## AGRADECIMIENTO

Expreso un reconocimiento especial al Ing. Ecuatoriano, Daniel, Zapata Hidalgo, Persona idónea en el mundo de los sistemas teleféricos, quien participó de proyectos y construcción de teleféricos en Quito. Agradezco profundamente a Daniel, un excelente ser humano, quien me ha brindado apoyo y asistencia en este proyecto. Ha sido la persona que, a través de su magnífica experiencia en teleférico, a podido asistirme cada vez que lo he requerido, de manera desinteresada, con mucha humildad y paciencia.







---

# ÍNDICE

## **CAPÍTULO UNO**

### **PLANIFICACION DEL PROYECTO FINAL**

1.1 PLANIFICACION .....	1
1.1.1 Etapas de la fase de ideas.....	2
1.1.2 Etapas de la fase de anteproyecto .....	2
1.1.3 Etapas de la fase del proyecto .....	2

## **CAPÍTULO DOS**

### **TELEFERICOS**

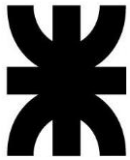
2.1 INTRODUCCIÓN.....	3
2.2 GENERALIDADES.....	3
2.3 TELEFERICOS.....	4
2.4 HISTORIA .....	6
2.4.1 Primer teleférico en el mundo .....	7
2.5 TELEFERICOS EN ARGENTINA.....	9
2.5.1 Teleférico del cerro “Otto” .....	9
2.5.2 Teleférico del cerro “San Bernardo”.....	9
2.6 TIPOS DE TELEFÉRICOS .....	11
2.6.1 Por el tipo de cabina de carga .....	11
2.6.2 Por sistema de movimiento .....	13
2.6.3 Número de cables .....	15
2.7 SELECCIÓN DEL TIPO DE OPERACIÓN.....	17

## **CAPÍTULO TRES**

### **ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL TELEFERICO**

3.1 INTRODUCCIÓN .....	18
3.2 SISTEMA DE CABLES .....	18
3.2.1 Estructura de cable .....	18





---

3.2.2 Tendido de cable .....	20
3.3 SISTEMA DE APOYO.....	21
3.3.1 Torres soportes .....	21
3.4 BALANCINES .....	24
3.5 CONTRAPESO .....	25
3.6 CABINAS .....	26
3.6.1 Diseño sustentable.....	27
3.6.2 Composición de cabina .....	27

## **CAPÍTULO CUATRO**

### **ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS**

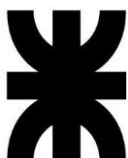
4.1 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS .....	29
4.2 ESTACIONES TERMINALES .....	29
4.2.1 Diseño arquitectónico de estación de salida .....	29
4.2.2 Sistema de estaciones .....	32
4.3 GRUPO MOTOR .....	33
4.4 ESTACIÓN DE LLEGADA .....	35
4.5 SISTEMA DE SEGURIDAD .....	38

## **CAPÍTULO CINCO**

### **EMPLAZAMIENTO**

5.1 INTRODUCCIÓN .....	39
5.2 ANALISIS GENERAL DE LA ZONA DE INTERVENCIÓN .....	40
5.3 CERRO "EL MORRO" .....	40
5.4 ZONA DE EMPLAZAMIENTO .....	43
5.5 SITUACION ACTUAL DEL SITIO .....	44
5.5.1 Accesibilidad .....	44
5.5.2 Suministro de agua potable .....	46





---

5.5.3 Suministro de energía eléctrica .....	49
---	----

## **CAPÍTULO SEIS**

### **PROPUESTA Y FUNDAMENTACIÓN**

6.1 SITUACIÓN PROBLEMATICA .....	51
6.2 PROPUESTA .....	51
6.3 LINEAMIENTOS PRICIPALES .....	52
6.3.1 Construcciones sustentables .....	53
6.3.1.1 Estrategias de sostenibilidad .....	53
6.3.1.2 Estrategias de sostenibilidad a usar en el sistema teleférico .....	55
6.4 BENEFICIOS Y OBJETVOS .....	58
6.4.1 Fundamentación económica .....	59
6.4.2 Fundamentación Académica.....	59
6.4.3 Fundamentación social .....	59

## **CAPÍTULO SIETE**

### **SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

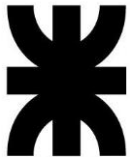
7.1 INTRODUCCIÓN .....	61
7.2 TRAZADO DE ALTERNATIVA I .....	62
7.3 TRAZADO DE ALTERNATIVA II .....	63
7.4 TRAZADO DE ALTERNATIVA III .....	64
7.5 TRAZADO DE ALTERNATIVA IV .....	65
7.6 TRAZADO DE ALTERNAIVA V.....	66
7.7 TRAZADO DE ALTERNAIVA VI.....	67
7.8 ANALISIS DE ALTERNATIVAS.....	68

## **CAPÍTULO OCHO**

### **ANTEPROYECTO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA**

8.1 INTRODUCCIÓN.....	69
8.2 ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	69
8.3 ANALISIS DE LA TRAYECTORIA DE ALTERNAIVA II .....	71

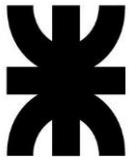




---

8.4 EQUIPOS TOPOGRAFICOS UTILIZADOS PARA RELEVAR .....	71
8.5 MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES DE LA ARGENTINA M.D.E.A.R .....	72
8.6 PLANIALTIMETRIA – PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAZADO DE ALTERNATIVA .....	74





## CAPÍTULO UNO

# PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO FINAL

### 1.1 PLANIFICACIÓN

El proyecto "complejo teleférico" ha sido elaborado en dos etapas, en la primera etapa de este proyecto que ya ha sido presentada en el año 2017, se trabajó en el diseño arquitectónico del complejo, es decir lo que corresponde a la parte edilicia del mismo, lo cual se encuentra desarrollado en los tomos I, II, III Y IV de la primera etapa.

La segunda etapa es la que se desarrollará a continuación y corresponde específicamente a el diseño y cálculo ingenieril del sistema de transporte (Teleférico). Para la ejecución de ésta etapa se realiza una adecuada planificación para la cual se procedió de la siguiente manera:

#### Ideas e investigación

- Consultas a proveedores de sistemas de transportes en el mundo.
- Consultas a representantes de empresas de teleféricos en Argentina.
- Recopilación de datos.
- Propuestas de diferentes sistemas a utilizar.

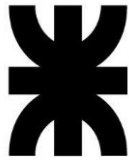
#### Anteproyecto

- Trazados de las diferentes alternativas de trazado.
- Evaluación de los posibles sistemas a emplear.

#### Proyecto

- Infraestructura básica.
- Trazado de sistema de transporte.
- Diseño y cálculo de teleférico a emplear.





### **1.1.1 ETAPAS DE LA FASE DE IDEAS:**

Las ideas propuestas, surgieron con objeto de dar solución a las problemáticas y necesidades existentes. En ésta etapa se logra una aproximación del proyecto, resolviendo las demandas con un diseño eficiente y eficaz en el sistema empleado. Para ello se realizó la recopilación de información, detectando soluciones problemáticas, soluciones y también los beneficios que se podían obtener.

### **1.1.2 ETAPAS DE LA FASE DEL ANTEPROYECTO:**

En esta etapa se evalúa las posibles alternativas de solución tomando la mayor cantidad de información disponible basándose en la idea definida en la fase anterior.

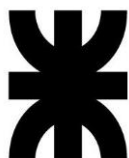
Se realiza un estudio de prefactibilidad técnica y económica de la instalación del sistema teleférico en el Cerro "El Morro".

Para ello los aspectos técnicos implican definir fundamentalmente el trazado del teleférico, selección de los equipos, determinación de cabinas, torres y estaciones.

### **1.1.3 ETAPAS DE LA FASE DEL PROYECTO:**

En fase del proyecto propiamente dicho, se desarrolla los diseños y cálculos de los elementos componentes del sistema teleférico en base a la alternativa y sistema propuesto en la fase de anteproyecto. Obteniendo como resultado final los costos de inversión que demandará el sistema, tecnología a utilizar y plazo de ejecución e instalación del mismo.





---

## CAPÍTULO DOS

# TELEFÉRICOS

### 2.1 INTRODUCCIÓN

Los teleféricos son una excelente alternativa de medio de transporte para llegar a lugares de difícil acceso, debido a una menor dependencia con la topografía del terreno, caso contrario a lo que ocurría en un camino, por ejemplo, en zonas con fuertes pendientes generaría un trazado dificultoso, produciendo elevados costos de ejecución y mantención.

La velocidad de operación constante, los trazados más directos y la solidaria unión entre cabinas y cable, permiten un flujo continuo, seguro y de corta duración.

Además, los teleféricos pueden funcionar en condiciones climáticas adversas, siendo el viento el único obstáculo, ya que como lo indican los proveedores, con vientos superiores a los *80 (Km/Hr)* el sistema debe detenerse, ya que la seguridad se ve amenazada por la posible oscilación de las cabinas en estas condiciones.

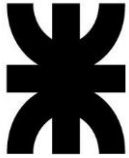
Si bien un teleférico posee las cualidades precedentemente mencionadas, se debe decir en su contra que por ejemplo la magnitud de la inversión inicial es relativamente alta y, en lo técnico, una falla cualquiera del sistema de operación se traduce en una detención total de éste.

### 2.2 GENERALIDADES

El transporte por cable abarca todos los medios de transporte de carga o personas, cuyo mecanismo de funcionamiento se basa en la utilización de un cable carril sobre el cual se desplaza una cabina de pasajeros o carga, que permite unir rápidamente dos puntos lejanos que son difíciles de conectar por vías terrestres.

El transporte aéreo para personas se lo utiliza en estaciones de montaña, para puntos inaccesibles por otros medios, los de carga se utilizan en la minería, obras públicas y en la industria en general.





La instalación de los transportadores aéreos consta básicamente de dos torres terminales las cuales sirven de soporte para el cable carril, y este a su vez soporta la cabina de carga.

Existen muchos tipos de transportadores aéreos según la disposición de los cables, por lo general el cable motriz acciona el transportador y el cable carril es donde se apoyan y desplazan las ruedas de los carros que soportan la carga.

El movimiento se lo obtiene mediante una fuerza motriz que es suministrada por un motor, para el transporte de personas se recomienda utilizar como complemento un motor auxiliar autónomo como alimentación de reserva en casos de emergencia.

### 2.3 TELEFÉRICO.

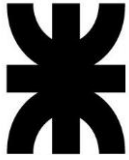
El teleférico es un medio de transporte que consiste en cabinas con capacidad para llevar un grupo de personas y/o carga. Estas cabinas viajan suspendidas en el aire transportadas por uno o varios cables. La mayoría de estos medios de transporte son accionados por energía eléctrica. A continuación, se presentan imágenes de los diferentes sistemas en el mundo, Funicular Schwyz- stoos, en Suiza (Fotografía 1.1), Aerosillas , cerro campanario Bariloche Argentina (Fotografía 1.2)



Fotografía 1.1 Funicular Schwyz-Stoos, Suiza.





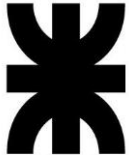


Fotografía 1.2 Aerosillas- Cerro campanario Bariloche, Argentina.



Fotografía 1.3 "Mi teleférico", La Paz, Bolivia.

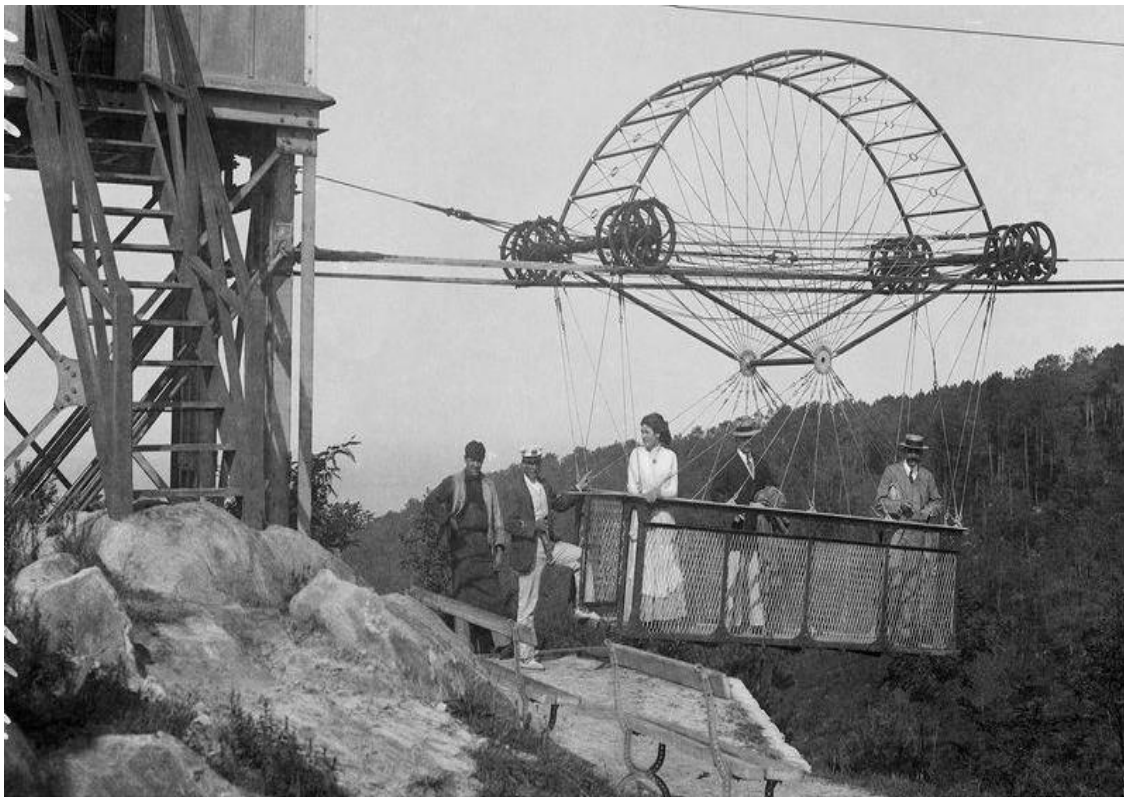




## 2.4 HISTORIA.

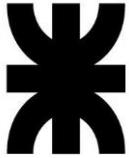
Existen muchos indicios sobre el origen del teleférico, este fue inventado y patentado por el ingeniero cántabro Leonardo Torres Quevedo (1852-1936). Fue en 1887 cuando Torres Quevedo registró su primera patente sobre "Un sistema de camino funicular aéreo de alambres múltiples", en el que la guía y tracción se realiza a través de un sistema de cables cuya tensión es independiente de la carga transportada, ganando así el conjunto estabilidad y seguridad. El invento fue registrado con el nombre de "aerotransportador" o "aerocar".

El invento es recibido con burlas por la comunidad internacional, sin embargo, tras la puesta en marcha del primer funicular del mundo, inaugurado en San Sebastián el 30 de septiembre de 1907, que permitía a la aristocracia donostiarra acceder sin problemas a la cima del Monte Ulía, el aerotransportado adquirió gran fama mundial, construyéndose inmediatamente varios aerotransportadores en diversas partes del mundo. Los dos siguientes teleféricos que se construyeron en Europa y que en diversos libros europeos son catalogados como los primeros teleféricos del mundo fueron el de Bolzano (Italia) inaugurado el 29 de junio de 1908, y el de Grindelwald en Suiza. A continuación, se muestran en (fotografía 1.4)



Fotografía 1.4 Sistema de alambres múltiples





El más famoso de los transportadores construidos con la tecnología ideada por Torres Quevedo, aún en funcionamiento, es el funicular aéreo del Niágara, construido entre 1915 y 1916, en la línea fronteriza entre Canadá y Estados Unidos sobre las famosas cataratas.

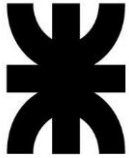


Fotografía 1.5 Funicular aéreo del Niágara.

#### 2.4.1 Primer teleférico en el mundo

La primera línea de teleférico de pasajeros que se realizó en montaña fue en Suiza, en el Wetterhorn, cerca de Grindelwald, siguiendo un estudio del ingeniero Feldmann. Se construyó en 1908, su longitud era de 365 m y su diferencia de nivel de 420 m. Dos cables portadores unían dos estaciones, sin pilares intermedios, sobre una pendiente de 200%. Una sola cabina transportaba a 16 personas, Este teleférico se desmontó en 1932. Después un tal Staffler hotelero de Bolzanano (Italia), embistió en 1908, un teleférico sobre el Kohlerer para el transporte de mercancía y viajeros. Este teleférico tenía una longitud de 1500m; su desnivel era de 795 m y estaba soportado por pilones de madera. Es a partir de esa época cuando comienza la expansión de los teleféricos de tipo pesado, es decir teleféricos bicable de movimiento de va-y-ven. En 1912, se puso en servicio el teleférico del Vigiljoch; por primera vez se recurre a pilones de acero y se instalan, siguiendo la patente del ingeniero Strub, frenos de seguridad sobre el cable portador. En 1913, se puso en servicio el teleférico de cabeza de Azúcar a Rio de Janeiro (Brasil), construido bajo licencia de Strub, Al mismo tiempo que la utilización de los teleféricos de viajeros





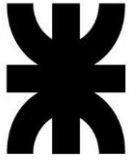
se desarrolla, los teleféricos de mercancías se multiplican. Las soluciones técnicas siguen dos corrientes: la solución inglesa que prefiere los teleféricos unicables y de circuito cerrado, y la solución alemana donde predominan los bicables.

En la primera guerra mundial surgió un desarrollo de los teleféricos, ya que las partes en contacto sobre el frente de los Alpes (Italia, Austria y Alemania) utilizaron a gran escala el transporte aéreo para el aprovisionamiento de armas y municiones a los ejércitos, y para la evacuación de los heridos, se dispone en total de 2680 teleféricos.



Fotografía 1.6 primer teleférico del Wetterhorn.





## 2.5 TELEFÉRICOS EN ARGENTINA

En nuestro país, existen antecedentes de este medio de transporte, podemos mencionar al Teleférico de la ciudad de Salta que llega al Cerro "San Bernardo" y al de la ciudad de Bariloche que llega al Cerro "Otto".

### 2.5.1 Teleférico del cerro "Otto"

El Teleférico de Bariloche, también conocido como Teleférico Cerro Otto, es un medio de transporte de carácter turístico ubicado en el Cerro Otto, en la ciudad de San Carlos de Bariloche. El teleférico traslada a los turistas a la cima del cerro desde su base en el barrio Melipal. El mismo se construyó con ingeniería y mano de obra exclusivamente local. Su trayecto consiste en un recorrido de 2100 metros y un ascenso de 245 metros, a una velocidad de 3 m/seg.



Fotografía 1.13 Teleférico cerro "Otto"

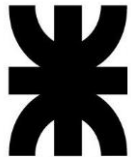


Fotografía 1.14 Complejo turístico cerro "Otto"

### 2.5.2 Teleférico del cerro "San Bernardo"

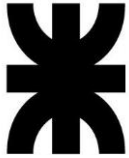
El teleférico de Salta es un sistema teleférico ubicado en la ciudad de Salta, capital de la provincia homónima. Inaugurado el 12 de enero de 1988. Parte desde una estación ubicada en avenida San Martín e Hipólito Yrigoyen, dentro del parque San Martín, y tras recorrer 1016 metros y ascender 284,9 metros a una velocidad de 2m/seg., arriba al mirador en la cumbre del cerro San Bernardo (Reserva natural urbana) en aproximadamente ocho minutos, desde donde puede apreciarse perfectamente toda la ciudad de Salta y el Valle de Lerma.





Fotografía 1.15 Teleférico San Bernardo





## 2.6 TIPOS DE TELEFÉRICOS

Entre las diversas clases de teleféricos existen algunos denominados usualmente por constructores, operadores y usuarios de la siguiente forma:

### 2.6.1 Por el tipo de cabina de carga.

#### Telecabina

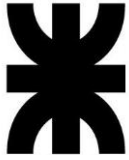
Una telecabina es un remonte análogo a una telesilla desembragable pero donde lo que cuelga del cable no son simples sillas a la intemperie sino cabinas cerradas. Se trata de un remonte de movimiento continuo. La capacidad de una telecabina puede variar mucho, entre las 4 y las 16 personas por cabina. Además, sus ocupantes pueden ir tanto de pie como sentados, y con los esquís o tablas de snowboard dentro o fuera de la cabina. En general las cabinas pequeñas (4, 6 u 8 plazas) tienen unos porta-esquís en la parte exterior de sus puertas y los esquiadores depositan sus esquís antes de entrar en la cabina dentro de la cual suele haber dos filas de asientos perpendiculares al sentido de avance. Por el contrario, las cabinas más grandes suelen ser más altas, por lo que los usuarios van de pie con los esquís dentro de la propia cabina.

Especialmente en recorridos largos, las telecabinas suelen ser más apreciadas por los esquiadores que el resto de remontes ya les permite ir cerrados y por tanto, protegidos de las inclemencias del tiempo.



Fotografía 1.7 Sistema de teleférico por telecabina.





## Telesillas

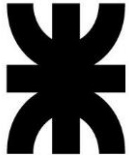
Un telesilla, en algunos lugares llamada también aerosilla o andarivel, es una instalación de remonte que consta de una serie de asientos. Para evitar que, una vez sentados, los usuarios se caigan de la silla, ésta dispone a menudo de un elemento de seguridad que lo impide (antiguamente era una cadena que cada uno tenía que encadenar a los laterales, actualmente es una barra inclinable y que a menudo lleva incorporada unos apoyos para los pies). El número de posibles ocupantes por silla es de entre uno y ocho, siendo los más frecuentes de 4 y 6 personas. Con el fin de suavizar el impacto de las condiciones meteorológicas adversas, a veces se instala en las sillas una especie de carcasa transparente abatible voluntariamente (así como una protección de seguridad) que tapa el cuerpo de los ocupantes (pero no los pies, que siguen a la intemperie).



Fotografía 1.8 Sistema de teleférico por telesilla.







## 2.6.2 Por el sistema de movimiento.

### De vaivén.

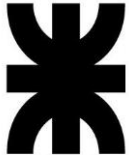
La característica de este modelo de teleférico, y por la que recibe su nombre, es el tipo de movimiento. Los vehículos, habitualmente uno o dos, circulan en un servicio de ida y vuelta. El cable de tracción los traslada de una estación a otra sobre uno o dos cables portantes. Los mecanismos de traslación de los vehículos que se desplazan sobre los cables portantes están conectados entre sí mediante el cable de tracción superior e inferior. En una de las estaciones, el cable es propulsado por el sistema de accionamiento, mientras que en la estación opuesta el cable se carga con un contrapeso para alcanzar la tensión necesaria. Con este sistema de teleférico se pueden atravesar con facilidad valles, barrancos, ríos o glaciares. El teleférico vaivén se usa cada vez más en el ámbito urbano y es capaz de realizar recorridos con una longitud de vano de hasta tres kilómetros. Una cabina puede transportar entre 6 y 230 pasajeros, por lo que, según la velocidad (hasta 12 m/s) y la longitud del recorrido, el teleférico alcanza una capacidad de transporte de entre 500 y 2.000 personas.



Fotografía 1.9 Sistema de teleférico de vaivén

Fuente: Doppelmayr/Garaventa





Posibilidad de vanos	Hasta 3 kilómetros
Capacidad de transporte	2000 pasajeros/hora
terrenos	Complicados

### Unidireccionales.

Estos teleféricos se caracterizan por tener un movimiento de cabinas siempre en el mismo sentido. Entre estos los hay de "movimiento continuo", que se mueven a una velocidad constante y "pulsados" cuyos cables se mueven de manera intermitente o a una velocidad que varía periódicamente según la posición de las cabinas.

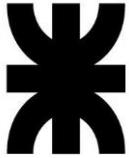


Fotografía 1.10 Sistema de teleférico unidireccionales

Trayectos	Cortos
Capacidad de cabinas	6 y 15 pasajeros

Fuente: Doppelmayr/Garaventa





### 2.6.3 Por el número de cables

Los teleféricos se clasifican principalmente en dos sistemas de operación: los que operan con el sistema monocable y los que utilizan el sistema policable (dos o más cables).

#### Monocables

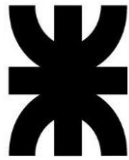
El sistema monocable consta de un cable único sin fin (circuito cerrado), que para trasladar las cabinas cumple una doble función, es decir, hace de cable portante y tractor a la vez.

Debe recordarse que el término monocable en el transporte por cable se refiere a que las funciones de sustentación de la carga y tracción se realizan a través de un único cable o grupo de cables, independientemente del número de cables utilizados, mientras que en las instalaciones bicables existen cables destinados a soportar la carga diferente de los que transmiten la tracción.



Fotografía 1.11 Sistemas de teleféricos monocables.





## Bicables y Tricables

Las soluciones multicable proporcionan una mayor estabilidad al viento y permiten vanos que superan los 2.500 metros, lo que es ideal en trazados muy expuestos y con desniveles importantes. Estos teleféricos desembragables deben su nombre al número de cables que tienen. Una instalación bicable (2S, del alemán) se sostiene sobre un cable portador y un cable tractor. Una instalación tricable (3S) se sostiene sobre un cable tractor y dos cables portadores. Los teleféricos 3S pueden alcanzar una capacidad de transporte de más de 5.000 personas por hora y una velocidad de 7 m/s y, por lo tanto, llevar a una gran cantidad de pasajeros de forma satisfactoria. Estos sistemas también son una alternativa muy atractiva para el transporte urbano, ya que ofrecen un bajo consumo de energía, alta capacidad de transporte, altos estándares de seguridad en el funcionamiento y la posibilidad de obtener tramos extremadamente largos. Además, son muy estables frente al viento, pudiendo funcionar con vientos superiores a los 100 km/h

Los bicables y tricables son sistemas de transporte modernos que cumplen las expectativas de cualquier pasajero. El viaje, gracias a las cualidades intrínsecas de estabilidad y ausencia de ruidos, se convierte en un auténtico placer.



Fotografía 1.12 Sistema teleférico tricable.





---

## 2.7 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE OPERACIÓN

Para seleccionar el sistema de operación que se utilizará en el teleférico proyectado para el cerro “El Morro”, se deben considerar principalmente dos factores, la demanda o capacidad peak por hora y la distancia que recorrerán las cabinas.

La cantidad de personas por hora para la demanda de diseño proyectada hasta el año horizonte, fue determinada en el correspondiente análisis de demanda y es de **200 personas / hora**.

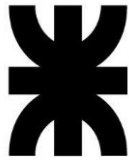
La longitud del trazado se determina en el capítulo 12, de aquí resulta que la distancia en desarrollo de **2631.27m**, lo cual es aproximadamente **2.7km**. Este recorrido en kilómetros mencionado corresponde a ambas direcciones, es decir, en ascenso y en descenso de las cabinas.

De acuerdo a los datos presentados se descarta el sistema alterno principalmente por las siguientes razones:

La demanda para este complejo es relativamente baja por lo que no se necesitan cabinas de gran capacidad y los proveedores no recomiendan este sistema, ya que sólo se justifica su uso en casos muy particulares y éste no es el caso.

De esta manera se determina que el sistema que operará el teleférico para el cerro “El morro” será un **sistema monocables de movimiento continuo**.





## CAPÍTULO TRES

# ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL TELEFÉRICO

### 3.1 INTRODUCCIÓN.

Un teleférico debe ser visualizado como un sistema estructural en el que sus componentes (anclajes, apoyos, cables, sistema motriz, estaciones, etc) tienen comportamientos diferentes pero que funcionan en conjunto.

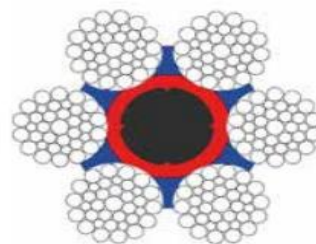
Determinado el sistema de operación, a continuación, se describirán brevemente los equipos e instalaciones principales de este sistema.

Los elementos principales en un teleférico son:

### 3.2 SISTEMA DE CABLES

#### 3.2.1 Estructura de cable para teleférico

Los cables de alma cerrada y semicerrada han demostrado ser eficaces en el transporte para teleféricos de pasajeros y teleféricos para el transporte de materiales. Gracias a los métodos de fabricación preformada, los cables tienen una tensión interna extremadamente baja. Estos cables son mecánicos y están formados por un conjunto de alambres de acero que forman un cuerpo único como elemento de trabajo. Los alambres pueden estar enrollados de forma helicoidal en una o más capas, generalmente alrededor de un alambre central, formando los cables espirales.



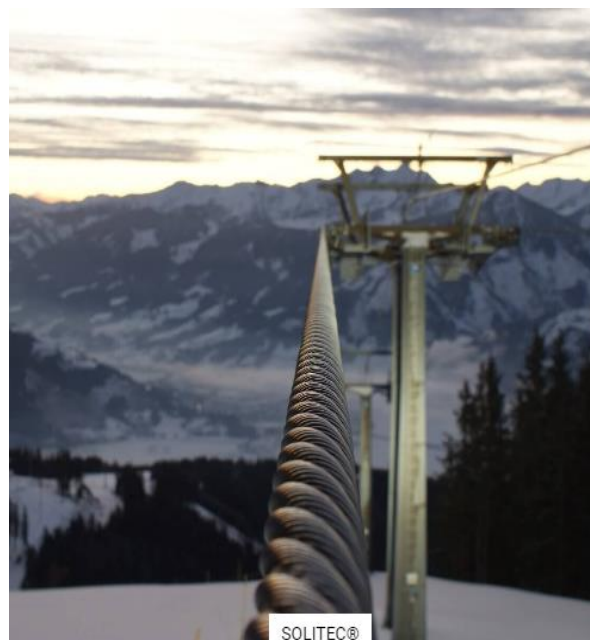
Fotografía 3.1 Cable de 6 torones con alma de material sintético





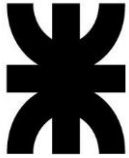
**Fotografía 3.2** Cable de 6 torones con alma de material sintético

La alta resistencia a la rotura, que se debe en particular a la tecnología de compactación que presenta el cable seleccionado, garantiza la máxima seguridad de aplicación. La tecnología que utilizan SOLITEC, con sus torones de soporte perfilados trapezoidales que amortiguan las vibraciones, garantiza una alta precisión dimensional y, de esa manera, ayuda a evitar las ondulaciones en el cable. El alma de fibra engrasada de forma permanente y el alma de material sintético son irrompibles, resistentes al desgarro y aumentan aún más la vida útil del cable. Alta elasticidad y flexibilidad gracias a su especial diseño.



**Fotografía 3.3** Cable de teleférico- Solitec.

Fuente: [https://www.teufelberger.com/pub/media/contentmanager/content/downloads/15-09-04\\_Mining-Catalog\\_ES\\_web.pdf](https://www.teufelberger.com/pub/media/contentmanager/content/downloads/15-09-04_Mining-Catalog_ES_web.pdf)



### 3.2.2 Tendido de cable

Para iniciar con la tarea de montaje del cable tractor sobre las torres soportes, se realizará primero el tendido del cable guía, que por lo general es de dos milímetros de grosor. Para ello, se utilizará un dron “Skylon-1” de ocho motores, el cual será maniobrado por dos pilotos. El dron, al inicio de vuelo, será equipado con una bobina la cual cuenta con el cable, hecho de plástico de alta resistencia, e iniciará su vuelo. El dron volará por encima de las torres en dos tramos. En cada tramo realizará dos vuelos de ida (por cada cable, uno de comunicación y un cable tractor) y dos de vuelta.

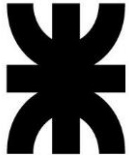
Una vez tendido el cable guía, éste se encargará de arrastrar cables cada vez más gruesos hasta llegar al definitivo del proyecto. Una vez colocados los cables de acero se procede realizar el empalme del cable.



Fotografía 3.4 Tendido de cable guía. Mi Teleférico- La Paz.







Fotografía 3.5 Montaje de cable de Acero.

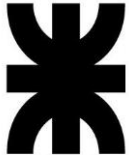
### 3.3 SISTEMA DE APOYO.

#### 3.3.1 Torres soporte

Pueden ser pórticos, torres o columnas, estas deben soportar el peso del vehículo con los pasajeros y, por este motivo, su construcción es robusta. Los vehículos pueden circular por ambos lados de estas. Las torres individuales están formadas por una combinación de tubos de acero de diferente longitud, diámetro y espesor de la pared. Por lo general la función que deben cumplir es:

- Sostener los cables transportadores a lo largo del recorrido. En la parte superior de cada torre existe un elemento transversal que posee en cada extremo un sistema de tren poleas por donde se desliza el cable transportador.
- Proporciona al cable una altura de funcionamiento para evitar que los vehículos de transporte choquen con obstáculos que existen a lo largo de la trayectoria.





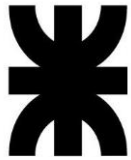
Fotografía 3.6 Transporte de torres a lugar de emplazamiento.

Según el tipo de proyecto, las torres que pueden utilizarse podrán ser tubulares de acero o bien de celosías. El altura, diámetros y cantidad, se determinará según el perfil topográfico del terreno, donde se emplazará el sistema. En función de la morfología del terreno, las pilonas se transportarán hasta el área de la obra en helicóptero y se montarán allí.



Fotografía 3.7 Montaje de tronco de torre





Fotografía 3.8 Montaje de tronco de torre



Fotografía 3.9 Torre tubular de Acero



### 3.4 BALANCINES

Los balancines sirven para dirigir el cable portante a lo largo de la línea. Cada balancín está compuesto por una disposición de poleas. El número de poleas depende del peso que el cable debe transportar. Cada polea está compuesta por un cuerpo base, el anillo giratorio y la rueda con bridas.



Fotografía 3.10 Balancines de diez roldanas.



Fotografía 3.11 Montaje de balancines sobre torre soporte.

### 3.5 CONTRAPESO

El sistema del contrapeso permite mantener una tensión constante de trabajo a lo largo del cable, evitando que este trabaje a fatiga, de ahí la importancia debido a que su correcto funcionamiento aumenta la vida útil del cable mejorando la integridad del sistema, a la vez que evita grandes costos en el mantenimiento y cambio del cable, así como de los elementos constituyentes del teleférico.



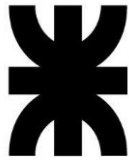
Figura 3.12 Sistema de contrapeso



Figura 3.13 Sistema de tensado de cable tractor

Mediante calculo se determina la tensión máxima presente en el cable, y con ella se diseña el contrapeso. El contrapeso a utilizar puede ser un dado de hormigón, como se muestra en la Fotografía 3.11, para el cual se determinaran las dimensiones.

En los sistemas teleféricos modernos, el tensado de cable se realiza directamente desde las estaciones, para lo cual se utiliza un sistema de tensado hidráulico, que permite tensar el cable a la máxima tensión de trabajo calculada, evitando que se produzca fatiga y logrado una tensión de trabajo constante.



### 3.6 CABINAS

Las empresas que fabrican teleféricos, proveen cabinas para sistemas de circulación continua, con capacidad de entre 2 a 15 personas.

Para el teleférico proyectado, considerando que la capacidad **peak de 200** personas en una hora, siendo ésta relativamente baja, se puede optar por cabinas de pequeña capacidad.

El representante en Argentina, de la empresa consultada (GaraventaS.A.), recomienda utilizar cabinas con capacidad para 4 personas, ya que éstas logran la mejor relación entre costo, facilidad de operación y ajuste a las variaciones de la demanda.

En cuanto a la estructuración de las cabinas, éstas poseen un colgador, cual es el soporte para poder ser transportadas por el cable.

Las cabinas descolgadas pueden ordenarse y guardarse en un recinto diseñado en la estación de salida, permitiendo de esta manera que se pongan en funcionamiento las cabinas en función de la demanda.



Figura 3.14 Cabina de capacidad para 4 personas



### **3.6.1 Diseño sustentable**

Uno de los desafíos más importantes en cualquier proyecto de infraestructura o transporte es cómo generar el menor impacto posible. Con el uso de este tipo de cabinas, se proveerá la energía solar la cual es muy beneficiosa en nuestra provincia.

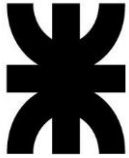
Cada cabina contará con paneles solares, los cuales alimentaran al sistema de iluminación de la cabina y permitirá el funcionamiento del sistema de comunicación. Con ello no solo se ahorrará energía sino también que se le transmite un mensaje ambientalmente sostenible a los ciudadanos.



Figura 3.15 Cabina de capacidad para 4 personas

### **3.6.2 Composición y dimensiones de cabina**

Todas las cabinas están compuestas por una construcción portante de aluminio. La cabina está acristalada entre los perfiles, lo que proporciona una sensación de espacio única y unas vistas panorámicas espectaculares. La forma exterior de las cabinas permite una resistencia al viento exterior muy baja.



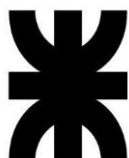
La telecabina supone una ventaja en todos los ámbitos, ya que un diseño sin barreras ayuda a transportar sin problemas cochecitos de niños, sillas de ruedas o equipamiento deportivo poco habitual. En las estaciones, una tecnología de desembrague perfeccionada permite que las cabinas se desacoplen del cable tractor para que los pasajeros puedan subir y bajar cómodamente. Durante el trayecto, la telecabina alcanza una velocidad máxima de 4 m/s.

DISTANCIA LIBRE	
Distancia al suelo	2 m
Altura de cabina	2.10 m
Altura de brazo	1.10 m

Tabla 3.1 Distancia libre







---

## **CAPÍTULO CUATRO**

# **ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS**

### **4.1 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIONES PRINCIPALES:**

Además de los elementos constitutivos mencionados en el capítulo 3, se requiere de obras complementarias como son las estaciones de llegada y salida, y las instalaciones del sistema motriz que dará funcionamiento al teleférico.

### **4.2 ESTACIONES TERMINALES:**

Las estaciones son los terminales del recorrido. El sistema teleférico debe poder salvar el desnivel entre esos dos puntos, donde se fijan las estaciones extremas, las mismas se emplazan de manera que su ubicación facilite el acceso y las operaciones de embarque y desembarque de los usuarios.

En todo el recorrido se establecieron dos estaciones una de salida y una de llegada. Existen además las llamadas estaciones intermedias, que son necesarias cuando se tiene un trazado de gran longitud o cuando se presente un cambio de dirección en éste. Para el presente proyecto no se contempla la instalación de una estación intermedia.

#### **4.2.1 Diseño arquitectónico de estación de salida:**

La estación de salida se ubicará sobre ruta nacional N°75 y será del tipo motora, en ella se dispondrá el sistema motriz, cabinas de control, sanitarios, restaurante y depósito para cabinas desacopladas. El diseño y cálculo, de la estructura de las estaciones se encuentran en la primera etapa del proyecto, en Tomo I.

La estación de partida se compone de la siguiente manera:

- Zona comercial
- Zona de estacionamientos
- Zona de servicios
- Zona de sistema motriz



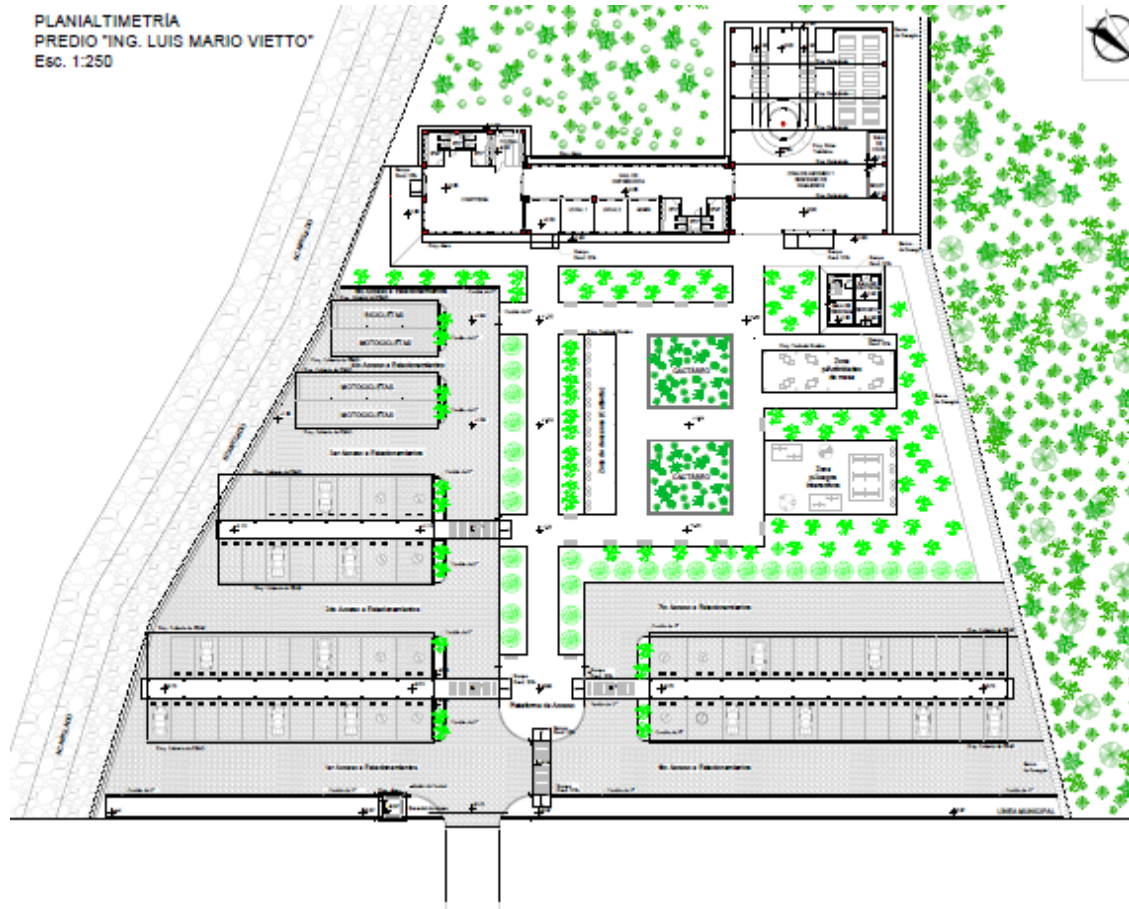
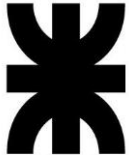


Figura 4.1 Planimetría de Estación de salida

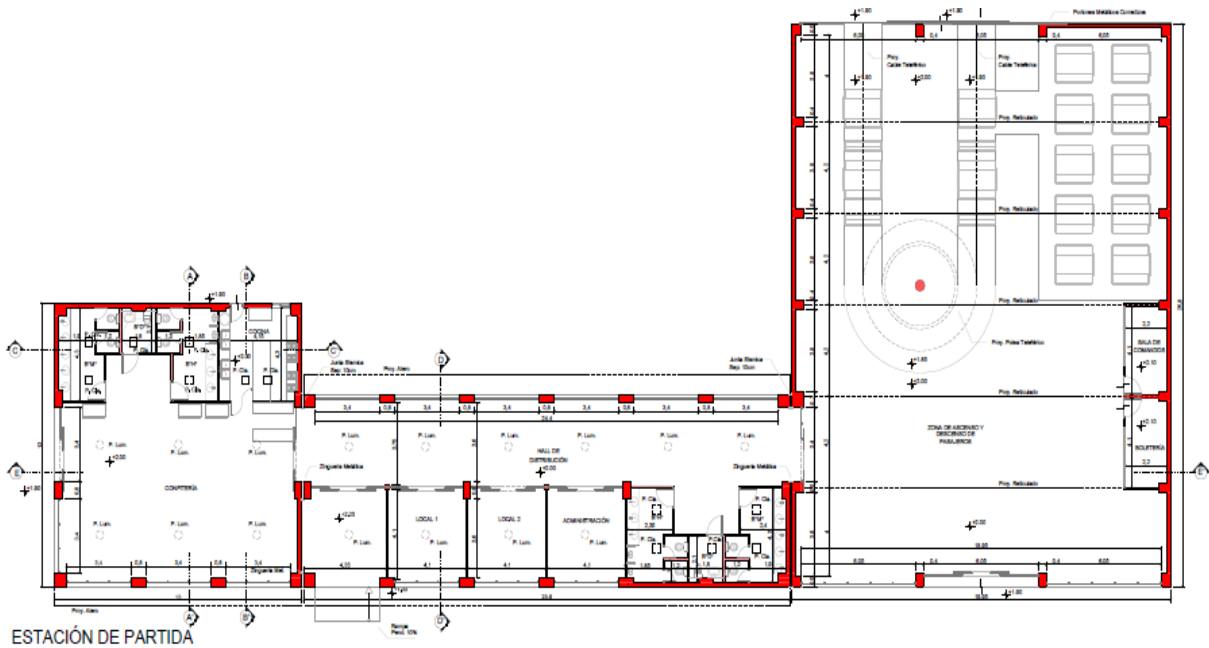


Figura 4.2 Estación de salida



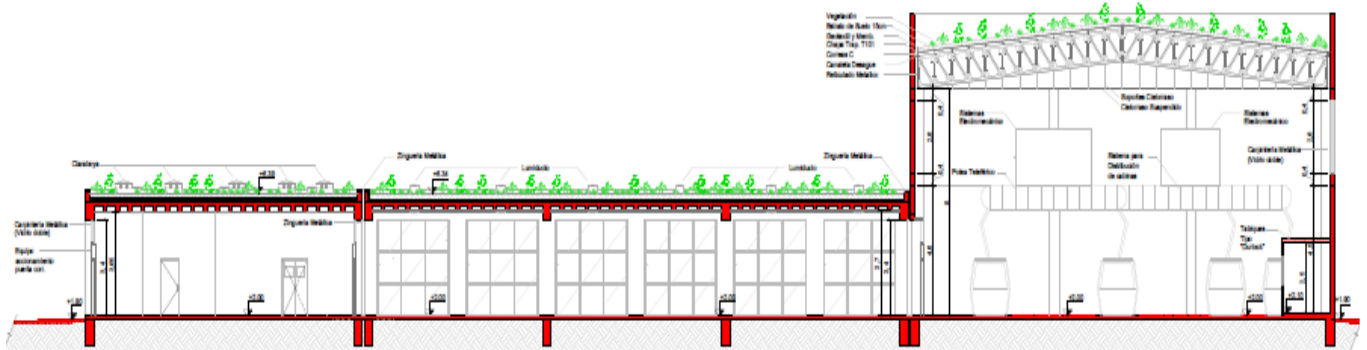
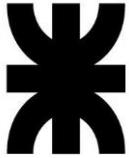


Figura 4.3 Corte de Estación de salida

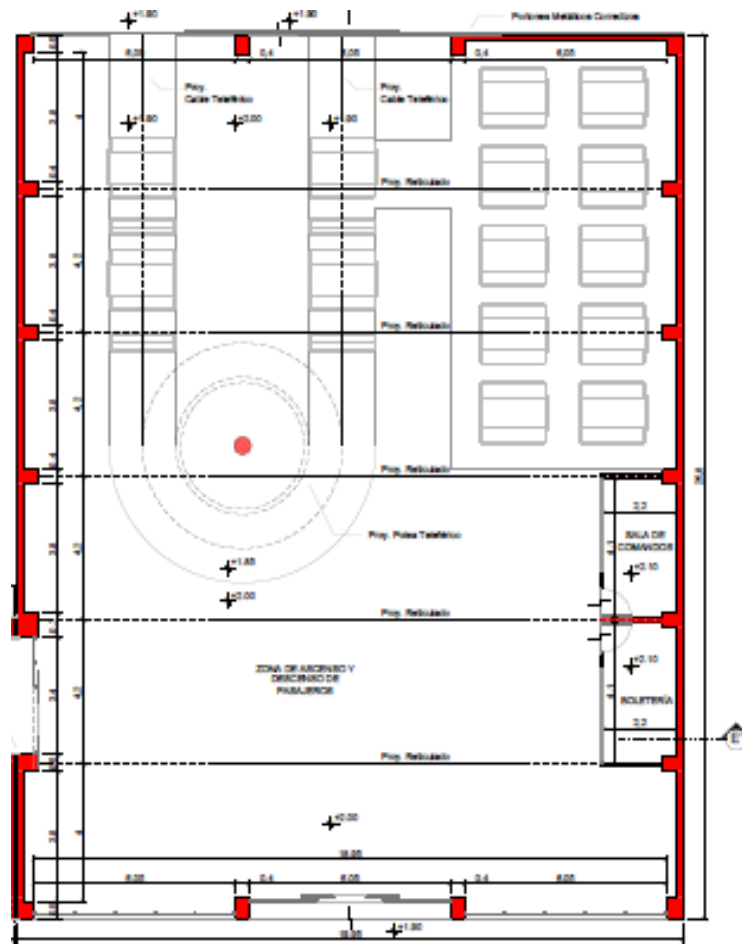
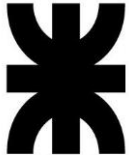


Figura 4.4 Estación Motora





#### 4.2.2 Sistema de estaciones:

Los sistemas de teleférico requieren como mínimo dos estaciones. Una estación se construye en el punto de inicio del teleférico y el otro en su punto final. En cuanto a los aspectos técnicos de un teleférico, el motor, los frenos de servicio o el panel de mando se sitúan directamente en la estación. Cada estación es un ejemplar único gracias a su integración individual con la naturaleza y a las diferentes características del terreno y de la propia instalación. Por este motivo, existen diferentes tipos de estación, como por ejemplo las estaciones largas o cortas, la estación intermedia y la estación HCL.

Para este proyecto, se utilizará en función de las características del terreno y de la propia instalación, una estación del tipo corta. A continuación, se presentan las diferentes estaciones.



Figura 4.5 Tipo de estaciones





. Figura 4.4 Estación de salida- Mi teleférico La Paz- Bolivia.

### 4.3 GRUPO MOTOR

En los teleféricos el mecanismo motriz puede estar situado indistintamente en cualquiera de las estaciones terminales. En este proyecto se lo situará en la estación de salida, por la comodidad para la operación y mantenimiento del equipo. El sistema propiamente, se compone de una polea de gran diámetro, llamada polea motriz, la cual gira a la velocidad de operación normal por medio de un motor eléctrico principal. Este motor principal debe poder operar con dos velocidades distintas, una velocidad de operación normal y una velocidad de 1 m/s para efectuar trabajos de mantenimiento.

Para mantener el servicio en caso de emergencia o de corte del suministro de energía eléctrica, se debe contemplar la instalación de un motor auxiliar diesel, el cual permite mover el sistema a una velocidad reducida. Además, se cuenta sistemas de freno tanto automáticos como manuales. Cada uno de estos, es capaz por si solo de detener completamente la operación del teleférico.

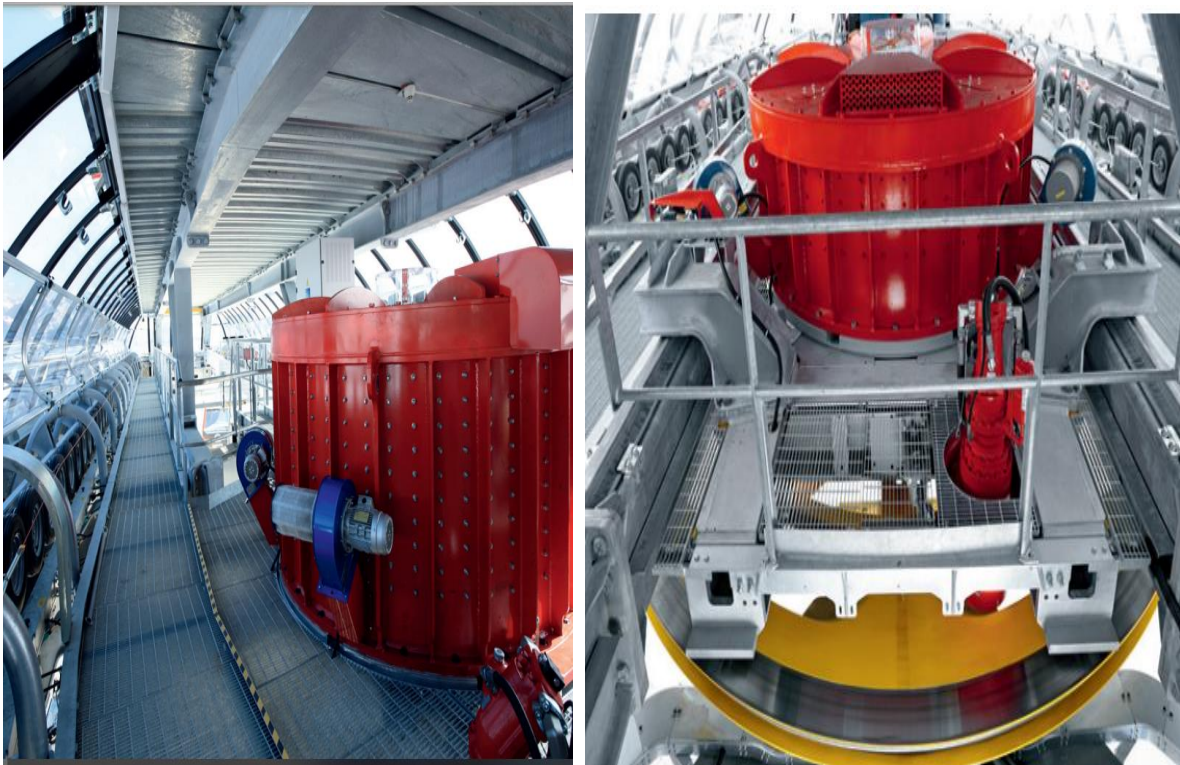


Figura 4.5 Sistema de accionamiento sin reducción de velocidad

La polea tensora, ubicada en la estación superior, es de eje vertical al igual que la polea motora y es la que permite que el sistema mantenga una tensión constante.

Esto se logra ya que la polea se puede desplazar en un plano horizontal debido a la acción de un contrapeso.

Ambas poleas, la motriz y la tensora, son las que permiten el traslado o circulación del cable, con el consiguiente transporte de las cabinas que van acopladas a él. El diámetro de estas poleas debe ser equivalente al ancho de vía, es decir, a la separación entre las vías paralelas del recorrido (vía ascendente y descendente). Se considerará ambas poleas de 4 metros de diámetro ya que es una distancia prudente de separación entre los ramales o vías.

#### 4.4 ESTACIÓN DE LLEGADA:

La estación se emplazará en el cerro "El Morro", ubicada a 485 m de altura respecto a la estación de salida. Los pasajeros viajarán a través de una cabina con capacidad para 4 personas en un tiempo aproximado de 13 minutos en recorrido, donde se podrá ir apreciando la vista hacia la ciudad y el entorno natural del cerro.

Este tipo de estación es la tensora, es decir, en ésta se ubicará el sistema hidráulico de tensado que mantiene el cable sin fin a tensión constante.

La estación de llegada está compuesta de:

- Zona de competencia
- Restaurante
- Zona de servicios
- Parque
- Estacionamientos

A Continuación, se presentan los planos arquitectónicos definitivos correspondiente a la estación de llegada en cerro El morro, parque temático In. Oscar Nicolas Corzo.



Figura 4.6 Planimetría de Estación de llegada en el cerro El Morro

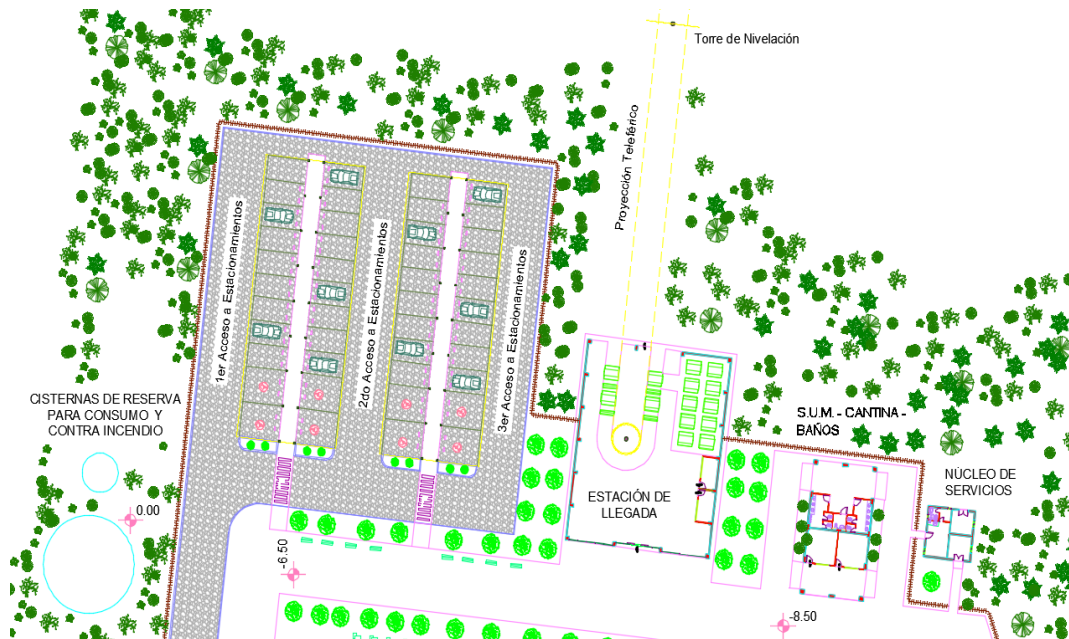
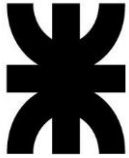


Figura 4.7 Planimetría de Estación de llegada en el cerro El Morro

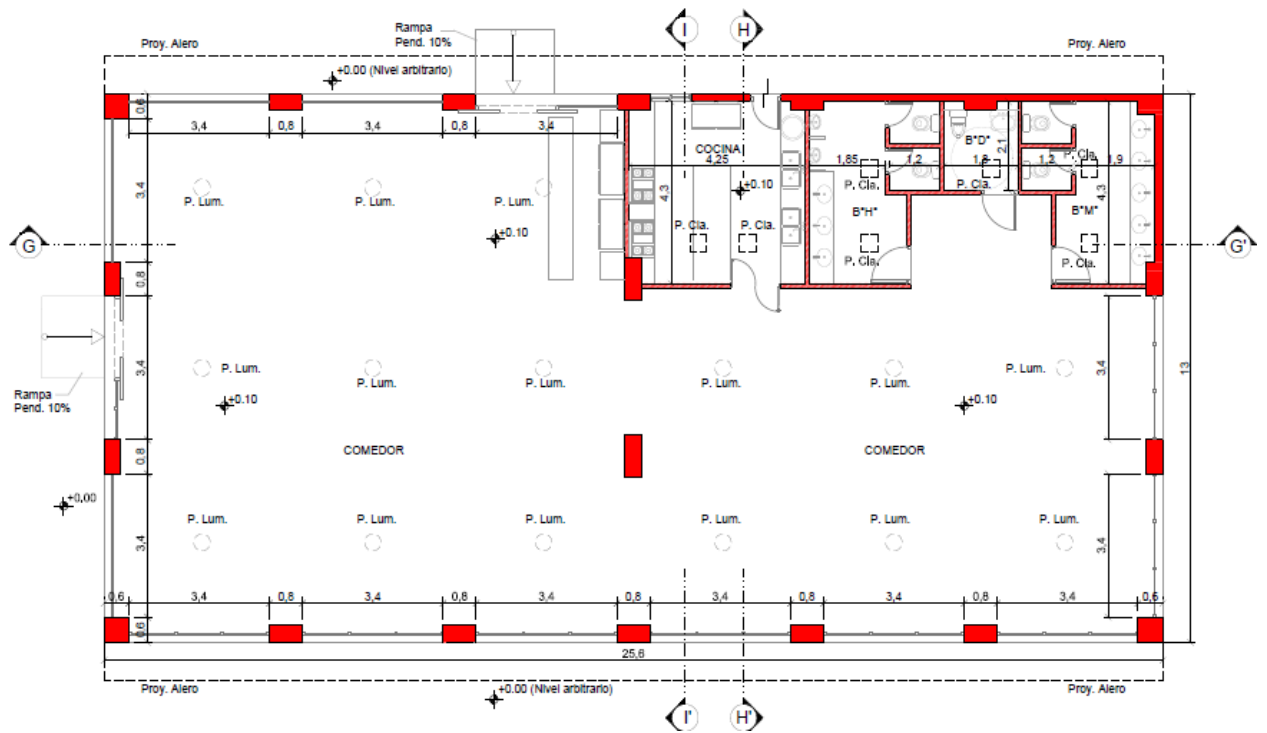


Figura 4.8 Confitería estación de llegada





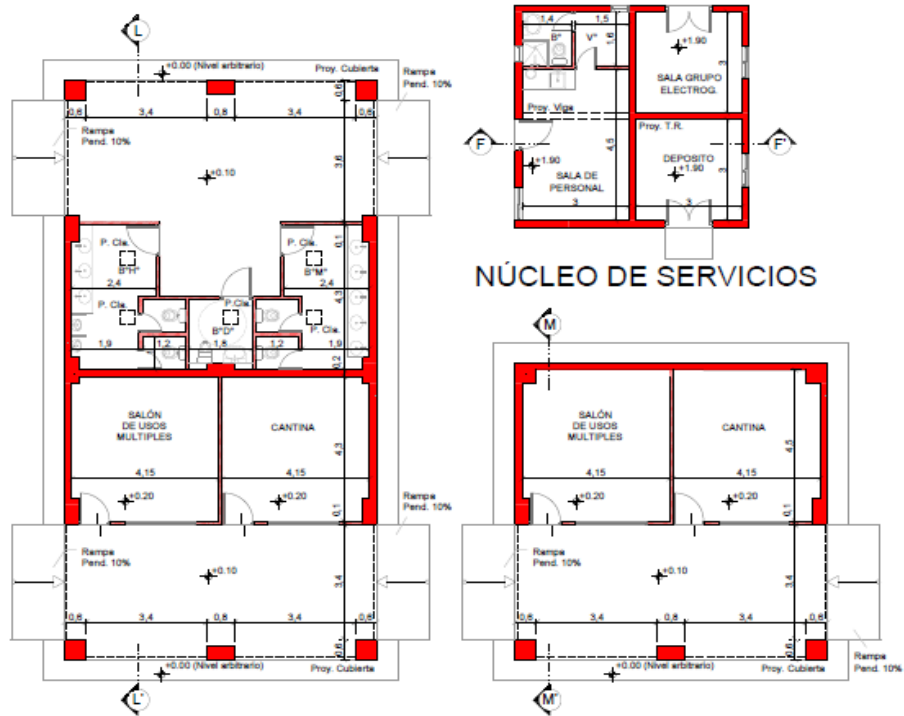
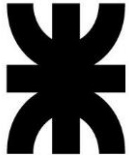


Figura 4.9 S.U.M - Cantina - Baños

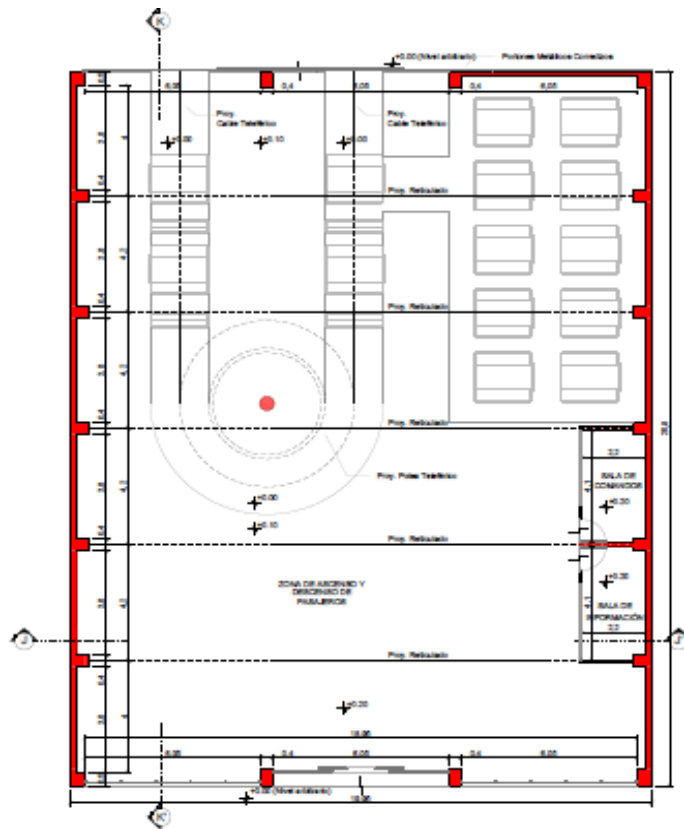


Figura 4.10 Estación de llegada



A continuación, en la figura 4.8, se muestra cómo se realiza el montaje de los elementos que componen la estación de llegada, en un teleférico ubicado en Suiza. De esta forma se montará en el cerro “El morro”, con ayuda de una grúa, todos los elementos constituyentes.

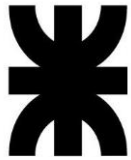


Figura 4.8 montaje de estación de llegada

#### 4.5 SISTEMA DE SEGURIDAD

Un aspecto importante que se debe controlar para tener un sistema seguro de funcionamiento, es el espaciamiento entre las cabinas que traslada el cable sin fin. Este espaciamiento es definitivamente un intervalo de distancia, aunque también puede calcularse este espaciamiento en intervalos de tiempo.

Para controlar este espaciamiento existen sistemas computarizados, que además de detectar cualquier falla que se produzca, regulan la partida de las cabinas desde las estaciones terminales. El sistema consta de modernos repetidores del posicionamiento de las cabinas sobre el perfil de la línea del teleférico. Por todo esto, la seguridad del sistema está totalmente controlado desde las estaciones.



## CAPÍTULO CINCO

# EMPLAZAMIENTO

### 5.1 INTRODUCCION

El sistema de transporte proyectado se emplazará, en una zona de las sierras del Velazco, la cual corresponde al cerro “El Morro”. La intervención consiste en lograr la accesibilidad al cerro, mediante un transporte por cable. Para ello se diseñará un sistema Teleférico, que permitirá el embarque de los pasajeros desde una estación de salida ubicada sobre Av. Circunvalación y el desembarque en una estación de llegada ubicada en el cerro “El morro”.

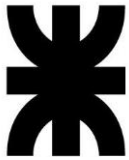
En la primera etapa del presente proyecto, se desarrolla más a fondo lo correspondiente a todos los antecedentes previos al proyecto, análisis de demanda, clima, actividades que se realizan, oferta turística, etc.

En este capítulo se analizará toda la información necesaria para el emplazamiento del Proyecto Complejo Teleférico. A continuación, se muestra una imagen satelital de la ciudad Capital de la Provincia de La Rioja.



Figura 5.1 Ciudad capital - La Rioja.





## 5.2 ANÁLISIS GENERAL DE ZONA DE INTERVENCIÓN

El proyecto se desarrollará al oeste de la ciudad capital de la provincia de la Rioja, con una zona de intervención que engloba al cerro “El Morro”, al cerro “De la Cruz”, potenciando zonas cercanas como el parque de la ciudad.

En este capítulo se muestra las zonas donde se realizó el estudio, es decir zona de intervención y lugares aledaños, involucrando zona del dique los sauces, cerro “El morro”, cerro de la Cruz, zona de parque de la ciudad y av.Circunvacion.



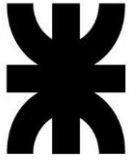
Figura 5.2 Croquis de ubicación zona de emplazamiento del sistema Teleférico

## 5.3 CERRO “EL MORRO”

El sistema teleférico se emplazará con su estación de salida sobre ruta nacional N°75 ubicada a 2860m aproximadamente del parque de la ciudad y 600m del cruce con las padercitas., donde iniciará el recorrido y culminará en estación de llegada ubicada en el cerro el Morro.

Éste cerro presenta un desnivel de 550 metros respecto a la ciudad capital y Se caracteriza por las actividades relacionadas al deporte aéreo que actualmente se realizan. Dichas actividades a través de la implementación de nuevos elementos y tecnología, además de las características del clima las cuales son las óptimas en la zona, han logrado incrementar en los últimos años la concurrencia de habitantes locales y extranjeros. Cabe destacar que además de deportes aéreos, el cerro del morro es muy concurrido por grupos de personas, que realizan caminata, trekking, entre otros.





Algunas de las actividades que se realizan son las siguientes:

- Vuelo libre (Parapente y Ala Delta)
- Ciclismo de montaña
- Senderismo
- Trail Running
- Cabalgatas

Actividades que, en la mayoría, no se aprovecha su potencial real, debido a la difícil accesibilidad que tiene el cerro.



Figura 4.3 vista desde cerro de la Cruz



Figura 4.4 Pista de despegue



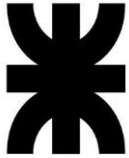


Figura 4.5 vista desde cerro a la ciudad



Figura 4.6 ingreso al cerro el morro



#### 5.4 ZONA DE EMPLAZAMIENTO:

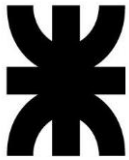
Para definir la zona de emplazamiento del sistema teleférico, se realizó un análisis de toda la zona de intervención y zonas aledañas. Para lo cual se trazaron distintas alternativas de recorridos, a continuación, se esquematiza la traza entre las dos estaciones.



Figura 4.5 zona de intervención



Figura 4.6 Esquema del trazado



## 5.5 SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO:

Se realizó un reconocimiento del sitio para valorar las condiciones de la infraestructura en el lugar, información que será de utilidad para determinar si será necesario ejecutar nueva infraestructura o bien reutilizar la existente. El análisis no solo incluyó el cerro de morro y sus accesos, sino también zonas aledañas como el cerro de la cruz, dique de los sauces y ruta nacional N°75. Las inspecciones permitieron contactar la infraestructura actual, y proyectar en función de estas el diseño del proyecto. Utilizando todos los criterios técnicos se analizaron la siguiente infraestructura:

- Accesibilidad.
- Suministro de agua potable.
- Red de energía eléctrica

### 5.5.1 ACCESIBILIDAD:

Actualmente se puede llegar a los cerros “El Morro” y “De la Cruz”, En automóvil, motocicleta, bicicleta o a pie. El recorrido se realiza desde ciudad capital, en un primer trayecto, por ruta Nacional N°75 hasta el dique, y luego en un segundo trayecto por camino sin pavimentar. El mismo resulta muy peligroso, debido a la falta de mantenimiento, y además las fuertes pendientes que dificultan su transitabilidad.



Figura 5.8 Accesibilidad al cerro





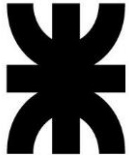


Figura 5.9 Accesibilidad al cerro

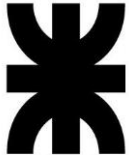


Figura 5.10 camino hacia El morro

Punto de partida	Punto de llegada	Distancia camino Pavimentado (Km.)	Distancia camino sin Pavimentar (Km.)	Distancia Total (Km.)
Parque de la Ciudad	Cerro "El Morro"	11,50	7,90	19,40
Parque de la Ciudad	Cerro "De la Cruz"	11,50	12,63	24,13
Parque de la Ciudad	Observatorio abandonado	11,50	13,75	25,25

Tabla 5.1 Distancias desde parque de la ciudad.





### 5.5.2 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

Actualmente se encuentra en funcionamiento en la zona el “Acueducto Sur”, el mismo se desarrolla de manera paralela a ruta nacional N°75, Con cañería PVC de diámetro 400mm y con una presión de 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, a 800m de la intersección con Av. San Francisco.

Además, existe otro acueducto que se encuentra fuera de servicio y totalmente deteriorado. Su extensión es desde el Dique Los Sauces hasta el cerro “De la Cruz”, constituido por material de hierro fundido de diámetro 75mm.

Cabe destacar que se investigó a cerca de las fuentes de agua existentes, para poder proyectar el suministro de agua al restaurante que se ubicara en el cerro el morro.

Encontrándose como apto, el acueducto ubicado sobre ruta nacional N°75.



Figura 5.11 Suministro de Agua en el sitio.



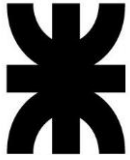


Figura 5.12 Cañería Ø75mm de hierro fundido – fuera de servicio



Figura 5.13 Cañería Ø75mm de hierro fundido – fuera de servicio



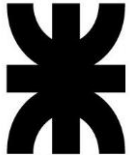
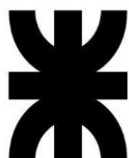


Figura 5.14 Sala de bombas - Cerro El Morro



Figura 5.15 Sala de máquinas – Cerro “El Morro”





### 5.5.3 SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

Existe una estación transformadora en el sector suroeste de la ciudad de La Rioja, precisamente frente a las instalaciones del Parque de La Ciudad, con una capacidad de 132 KV.

Desde dicha estación transformadora se distribuyen líneas de media tensión hacia algunos barrios del sector suroeste de la ciudad. Existe una línea, la cual es de nuestro interés, que sigue una traza paralela a la Ruta provincial N° 75 la cual, llegando al puesto caminero anterior al túnel, se divide en dos: una línea que abastece al departamento Sanagasta y la localidad de Huaco, y otra línea que ingresa rodeando el dique Los Sauces para luego ingresar hasta el cerro de La Cruz. Esta última línea es la encargada de proveer de energía eléctrica a clubes de pesca en su recorrido y finalmente a las antenas e instalaciones existentes en el cerro antes mencionado.



Figura 5.16 línea de media tensión en servicio

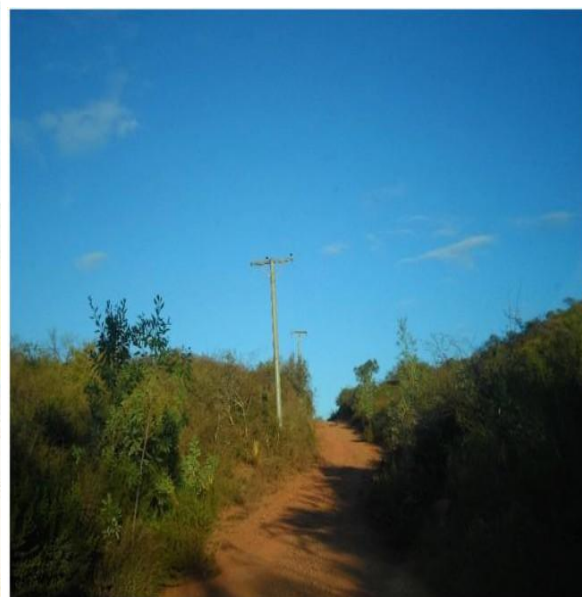


Figura 5.17 línea de media tensión camino al cerro fuera de servicio

Además, cabe mencionar que actualmente está en construcción una de las obras emblemáticas de la provincia y es la línea de alta tensión de 132kv, que une La Rioja y Chilecito.



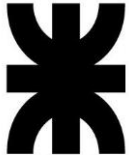
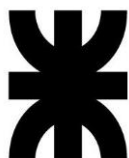


Figura 5.18 línea de alta tensión - Vista desde cerro Morro



Figura 5.19 línea de alta tensión - La Rioja – Chilecito





---

## CAPÍTULO SEIS

# PROPUESTA Y FUNDAMENTACIÓN

### 6.1 SITUACION PROBLEMÁTICA

Con la información recopilada de la infraestructura existente en el lugar de emplazamiento, se llega a la conclusión, que actualmente existe una infraestructura deficiente, la cual repercute en las actividades que se realizan en el cerro. Los caminos poco accesibles, y las distancias a recorrer para llegar al cerro, se traducen en tiempo mas prolongados. Estas dificultades, impiden de cierta manera que las actividades que se realizan en el cerro puedan potenciarse alcanzando mayor desarrollo.

Es por ello que se propone una solución, que permita acceder de manera más rápida y directa al cerro, permitiendo a los usuarios disfrutar del viaje, la naturaleza y los deportes aéreos, como así también de la gastronomía en lo alto, y a su vez que minimice los tiempos de viaje.

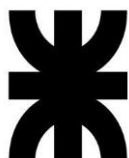
Además, cabe destacar que actualmente nuestra ciudad capital carece de atractivos turísticos, por lo que se busca con este proyecto potenciar la oferta turística de nuestra ciudad capital, generando un incremento en puestos de trabajos, mayores inversiones, mejoras en la infraestructura, etc; logrando así mejor calidad de vidas para los riojanos.

### 6.2 PROPUESTA

Este proyecto final se ha dividido en dos etapas, en la cual en la primera se realizó el diseño y calculo correspondiente a lo edilicio del "Complejo Teleférico", siendo ésta fase ya presentada en el año 2017. La segunda etapa de este proyecto, es la que ahora se presenta, en la cual se persigue como objetivo principal el diseño y cálculo de los elementos constitutivos del sistema de transporte por cable, que serán los que se instalarán en el complejo teleférico. Siendo ésta fase del proyecto determinante para lograr completar la propuesta del proyecto base.

Se pretende con este proyecto intervenir con una obra de ingeniería, que consiste en la instalación de un sistema teleférico que se emplazará directamente en el terreno del cerro "El Morro". Este sistema de transporte por cable, es una excelente alternativa de medio de transporte para llegar a lugares de difícil





acceso, debido a una menor dependencia con la topografía del terreno. Es por ello que se propone un sistema que opere a una velocidad constante, que pueden funcionar en condiciones climáticas adversas, que permita transportar a pasajeros en un cabina cómoda y segura, que puedan acceder personas de diferentes edades y con diferentes capacidades, que permita al usuario interacción con la naturaleza, disfrutar de los deportes aéreos que se realizan en el lugar, observar la ciudad, logrando esto en un tiempo reducido de viaje y accediendo a el de manera más directa.

Para ello, se realiza en primera instancia el trazado técnico de la trayectoria del sistema teleférico, para comenzar a trabajar en lo que se refiere al proyecto del sistema teleférico definitivo. Este proyecto consiste, en el Diseño y cálculo, del sistema teleférico que tendrá el complejo turístico. Por lo cual Se determina, mediante diversos cálculo, cantidades y dimensiones de los elementos que conforman el sistema, siendo estos las torres soportes, el cable tractor, las estaciones terminales y las cabinas.

Estas, en función de la demanda se diseñaron para un número máximo de cuatro personas por cabina y con una velocidad de todo el sistema relativamente baja, a fines de permitir al usuario la observación turística.

### 6.3 LINEAMIENTOS PRINCIPALES

El plan sigue una serie de lineamientos generales los cuales son la construcción sustentable, aspectos económicos y financieros, la conectividad con el cerro "El morro" y la no influencia negativa en la práctica del vuelo libre. Además cabe mencionar que este proyecto cumple con algunos de los objetivos del plan maestro propuesto por la ONU, para conseguir un futuro sostenible. Los lineamiento se muestran a continuación:

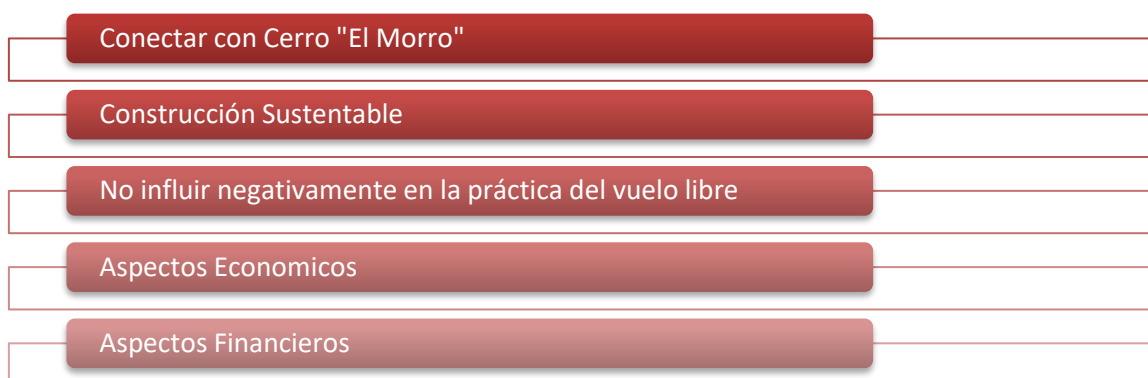
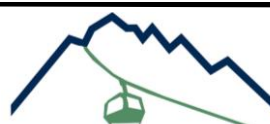
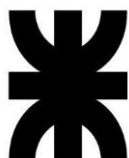


Figura 5.1 - Condiciones Excluyentes del Proyecto







### 6.3.1 Construcción Sustentable

El mundo enfrenta hoy la preocupante realidad del cambio climático, la contaminación de la tierra, el aire y el agua. El calentamiento global se evidencia diariamente, con fenómenos cada vez más frecuentes como inundaciones y sequías sin precedentes. El desarrollo económico mal orientado, consume recursos sin medida y afecta el medio ambiente. Las consecuencias las sufrirán las generaciones venideras y el costo para recuperar el estado de equilibrio del ecosistema resulta aún impredecible. Surge así la gran necesidad de generar en el sector de la construcción, un enfoque sostenible creando estrategias de conservación y uso eficiente de los recursos naturales.

Buscamos generar el menor impacto ambiental, mediante una construcción sustentable y un medio de transporte que genere menos contaminación ambiental y sonora, para lograrlo nos basamos en seguir una serie de estrategias de sostenibilidad.

#### 6.3.1.1 Estrategias de Sostenibilidad

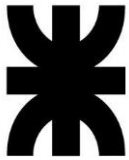
Se establecen estrategias, las cuales pretenden racionalizar, ahorrar, conservar y mejorar los recursos naturales. Incorporamos en el proyecto aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres y la selección de materiales. Las estrategias de sostenibilidad y una descripción de las medidas que se puede tomar para cada una de ellas, se muestran a continuación:

**1. Ubicación y Transporte:** Evitar el desarrollo en sitios no apropiados. Reducir la distancia de desplazamiento de vehículos y la conectividad o cercanía al transporte público. Promover la habitabilidad y mejorar la salud humana mediante el fomento de la actividad física diaria.

**2. Sitios Sustentables:** Principalmente define los correctos criterios de emplazamiento de los proyectos, por la Revitalización de terrenos subutilizados o abandonados, la protección o restauración del hábitat y el adecuado manejo y control de aguas lluvias en el terreno seleccionado.

**3. Uso Eficiente del Agua:** Se incentiva a utilizar este recurso de la manera más eficiente, a través de la disminución del agua de riego, con la adecuada selección de especies y la utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo, por ejemplo.





**4. Energía y Atmósfera:** Se promueve un uso eficiente de la energía, buscando un ahorro energético. Para ello se han diseñado cabinas con paneles solares, que permitirán abastecer tanto la iluminación de la cabina como así también el sistema de comunicación.

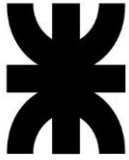
**5. Materiales y Recursos:** Describe los parámetros que un edificio sustentable debiese considerar en torno a la selección de sus materiales. Se premia en esta categoría que los materiales utilizados sean regionales, reciclados, rápidamente renovables y/o certificados con algún sello verde.

**6. Calidad del Ambiente Interior:** Describe los parámetros necesarios para proporcionar un adecuado ambiente interior en las cabinas, una adecuada ventilación, confort térmico y acústico, el control de contaminantes al ambiente y correctos niveles de iluminación para los usuarios.



Figura 6.2 - Logotipos de Estrategias de Sostenibilidad





### 6.3.1.2 Estrategias de Sostenibilidad a usar en el sistema teleférico

En las siguientes figuras, se muestra cada una de las estrategias anteriormente mencionadas y cuál es la medida que se tomó en el proyecto para contemplarlas.

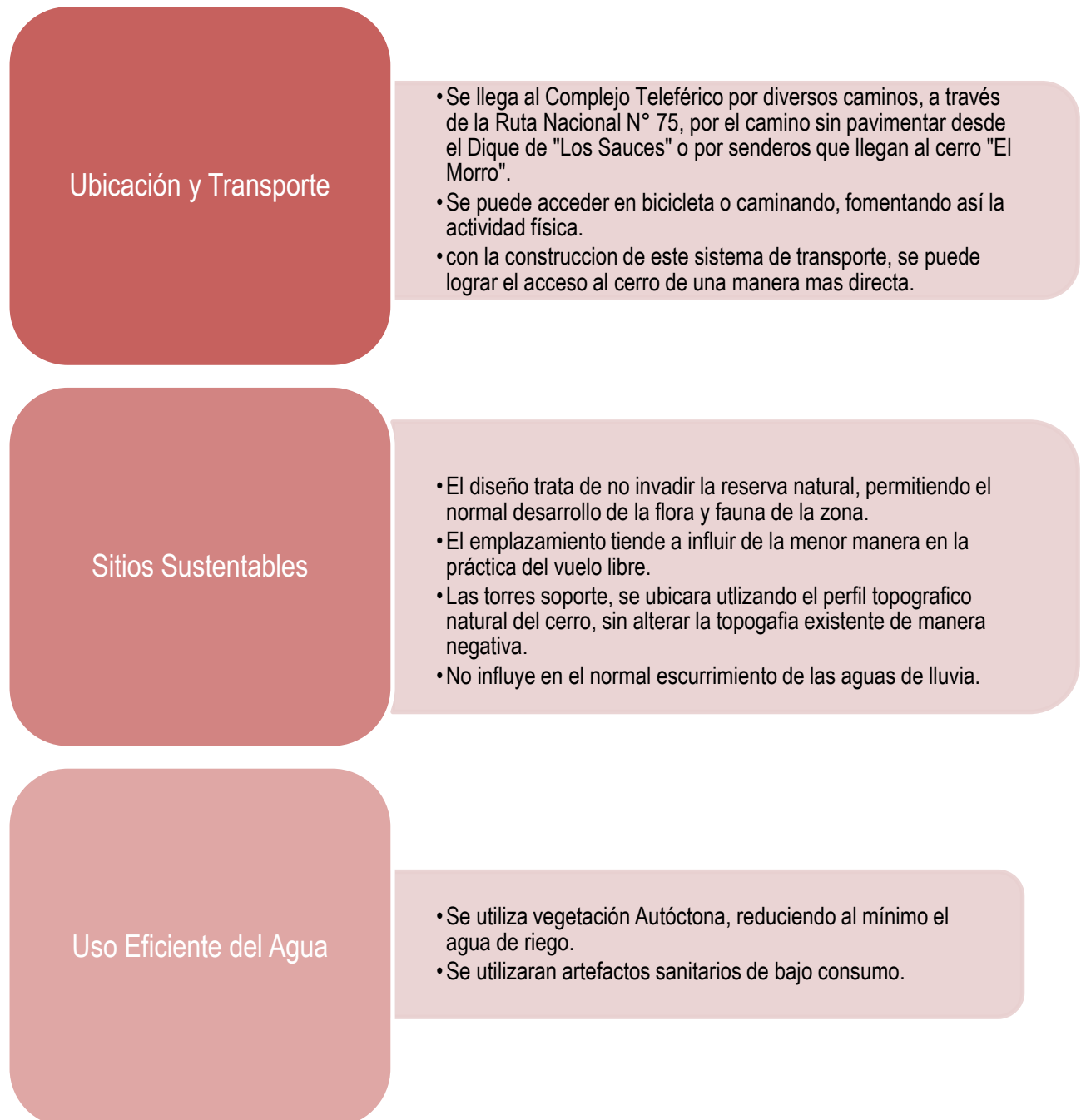
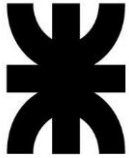


Figura 6.3 Estrategias de Sostenibilidad a usar en el Complejo Teleférico





### Energía y Atmósfera

- El teleférico funcionará con energía eléctrica, con lo cual evita emitir gases contaminantes que afectan a la salud y al medioambiente.
- Las cabinas estarán dotadas de paneles solares, aprovechando de esta manera la energía solar la cual es muy beneficiosa en nuestra provincia.
- El teleférico al ser un medio de transporte suspendido, es silencioso y no genera contaminación sonora.

### Materiales y Recursos

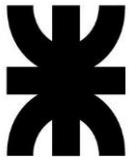
- En lo que respecta a materiales, para la construcción del sistema teleférico, la mitad es importada y la mitad es nacional. Siendo lo nacional lo referido al uso de hormigón y materiales para la construcción.
- Elección de proveedores locales, para disminuir la huella de carbono.
- Uso de cubierta verde, con flora autóctona.

### Calidad del Ambiente Interior

- Las cabinas están equipadas de tal manera que permiten un confort térmico y acústico.
- La cristalería en sus cuatro paredes permite visualizar a 360° el recorrido además del aprovechamiento de la iluminación natural al máximo.
- El tiempo de recorrido de cabina es tal que permite al usuario una interacción con la naturaleza, durante el viaje.

Figura 6.4 Estrategias de Sostenibilidad a usar en el Complejo Teleférico





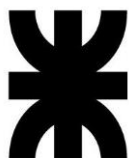
Cabe, aclarar que este proyecto cumple con estrategias sostenibles, y además incluye seis de los diecisiete objetivos de sostenibilidad que lanzó la ONU en su plan maestro.



Las estrategias aplicadas al proyecto, cumplen con el objetivo de desarrollo sostenible para el año 2030, y son las siguientes:

- Agua limpia y saneamiento.
- Energía asequible y no contaminante.
- Trabajo decente y crecimiento económico.
- Industria, innovación e infraestructura.
- Reducción de las desigualdades
- Acción por el clima.





### 6.3 BENEFICIOS Y OBJETIVOS

Este proyecto busca lograr una serie de beneficios de diversa naturaleza, los cuales están mutuamente relacionados, en la figura 5.5 se muestran estos beneficios.

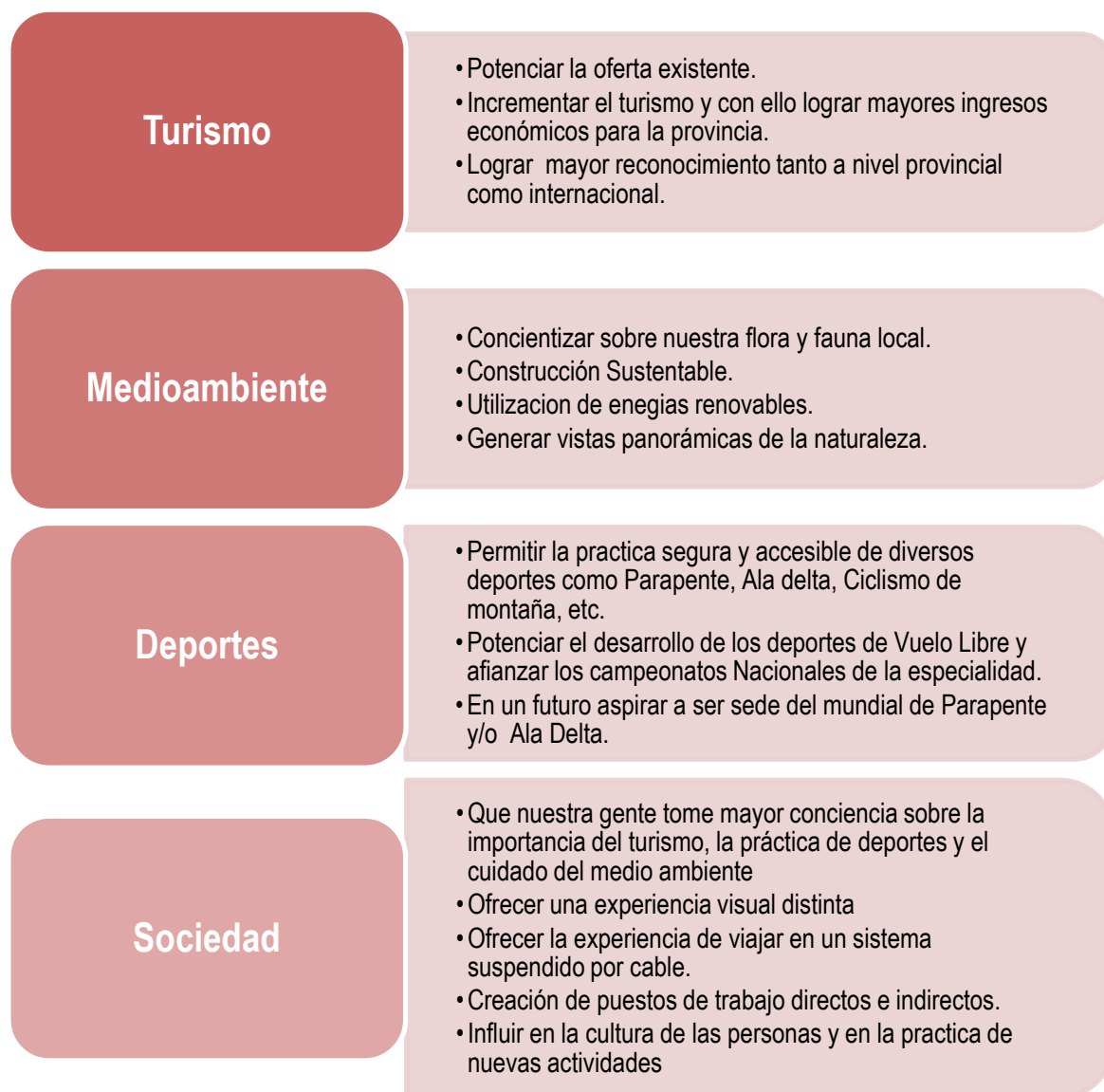
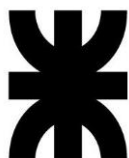


Figura 6.5 Beneficios





### **6.3.1 Fundamentación Económica**

Se estudian los Beneficios directos del proyecto en materia económica. Determinamos el monto de la inversión inicial necesaria en tomo I correspondiente a la primera etapa del proyecto y analizamos los flujos monetarios durante todo el periodo de operación del Complejo Teleférico. Otro beneficio directo para la población local es la creación directa de puestos de trabajo.

Se debe analizar los beneficios indirectos que se relacionan al proyecto, en lo referido al turismo, el incremento del mismo genera mayores ingresos a la provincia, los cuales se distribuyen entre la totalidad de los diversos productores de bienes y/o servicios. El desarrollo del real potencial del vuelo libre (Parapente y Ala delta) generaría reconocimiento a nivel tanto nacional como internacional, lo que también generaría incremento del turismo y con ello mayores ingresos económicos. Todo este incremento en materia de turismo, trae aparejado un aumento de puestos de trabajo indirectos relacionados con el Complejo Teleférico. La concientización sobre el cuidado del medioambiente y el uso de técnicas de sustentabilidad en la construcción se vinculan a un menor consumo de energía, lo que se traduce en menores costos de energía. Por ello se dice que los diversos beneficios se encuentran mutuamente relacionados.

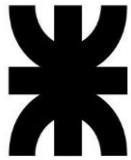
### **6.3.2 Fundamentación Académica**

Este proyecto final representó un desafío importante como estudiante de ingeniería civil, dado que, si bien es un trabajo integral respecto al plan de estudios de nuestra Universidad, para poder desarrollarlo se necesitó recurrir a otras áreas de estudios no estudiadas durante el cursado. En lo académico, se puede decir que se aplicó gran parte de los contenidos dados durante la carrera, pero además se incursionó en áreas de estudios específicos, como es el cálculo de un sistema teleférico, cálculos y diseños específicos, tal así que actualmente en el mundo existen solo dos empresas dedicadas al cálculo de estos sistemas.

### **6.3.3 Fundamentación Social**

El proyecto Complejo Teleférico tiene relación directa con nuestra sociedad, los beneficios que se plantean tienen base en la concientización sobre el cuidado del medioambiente y de la salud mediante la interacción con nuestra Flora y Fauna autóctonas, y el incentivo a diversas prácticas deportivas. Si bien la creación de puestos de trabajos está ligada a la fundamentación económica, hay que tener en



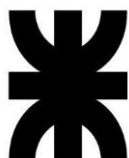


---

cuenta que tiene una función social fundamental, se crean empleos tanto directos como indirectos al Complejo Teleférico







---

## CAPÍTULO SIETE

# ALTERNATIVAS DE TRAZADO

### 7.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo marca el inicio de la fase de Anteproyecto, la cual inicia con el planteo de alternativas de trazado, para el sistema de transporte del "Complejo Teleférico".

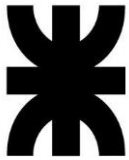
Esta etapa de planteo de alternativas, es el paso previo para realizar el estudio de prefactibilidad, por ello su análisis debe ser realizado teniendo en cuenta todos los aspectos, que pueden ser determinantes a la hora de elegir una de las alternativas planteadas o ninguna en el caso más desfavorable. Se busca determinar, si existe alguna razón que justifique el abandono de una alternativa, antes de que se destinen recursos, a estudios de prefactibilidad.

Se estudian diversos trazados para el recorrido del teleférico, de los cuales serán descartados los que no cumplan, con el lineamiento general relacionado a la práctica del vuelo libre (Parapente y Ala delta).

Al estudiar estas alternativa, buscamos cuantificar diversas variables, que van a ser de utilidad para realizar el estudio de prefactibilidad, las cuales podemos resumir en distancias tanto horizontal como vertical, tiempos de viaje, topografía del trazado. También se analiza si el trazado se realiza por zona urbanizada o en la que se espera a futuro ser urbanizada.

Los trazados también difieren respecto a su punto de inicio y finalización, las diferencias de nivel, distancias y tiempo de recorrido son estimativos y fueron obtenidos a partir de archivos D.E.M. (Modelo Digital de Elevaciones), mientras que el tiempo de viaje, se calcula considerando una velocidad de las cabinas de 4 m/s.





## 7.2 TRAZADO DE ALTERNATIVA I

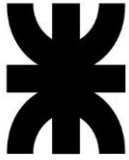
Esta alternativa tiene su estación de partida aproximadamente a 4 Kilómetros del "Parque de la Ciudad" (llegando a través de la Ruta Nacional N° 75), una estación intermedia en el Cerro "El Morro" y la estación de llegada en el Cerro "De La Cruz".



Figura .1 Trazado de alternativa I

VARIABLES	
Distancia Horizontal	2770 m.
Diferencia de nivel	903 m.
Topografía (pendiente media)	32,6%
Tiempo de recorrido	19 min.
Impacto negativo en la práctica del vuelo libre	No
Atraviesa zona a urbanizar o ya urbanizada	No





### 7.3 TRAZADO DE ALTERNATIVA II

Esta alternativa tiene su estación de partida aproximadamente a 4 Kilómetros del "Parque de la Ciudad" (llegando a través de la Ruta Nacional N° 75) y la estación de llegada en el Cerro "El Morro".



Figura 7.2 Trazado de alternativa II

VARIABLES	
Distancia Horizontal	1145 m.
Diferencia de nivel	485 m.
Topografía (pendiente media)	33,3%
Tiempo de recorrido	7min.
Impacto negativo en la práctica del vuelo libre	No
Atraviesa zona a urbanizar o ya urbanizada	No



#### 7.4 TRAZADO DE ALTERNATIVA III

Esta alternativa tiene su estación de partida aproximadamente a 3 Kilómetros del "Parque de la Ciudad" (llegando a ella mediante dos tramos, uno de ellos la Ruta Nacional N° 75 y el otro debe ser construido), una estación intermedia en el Cerro "El Morro" y la estación de llegada en el Cerro "De La Cruz".



Figura 7.3 Trazado de alternativa III

VARIABLES	
Distancia Horizontal	2430 m.
Diferencia de nivel	791 m.
Topografía (pendiente media)	33,3%
Tiempo de recorrido	16 min.
Impacto negativo en la práctica del vuelo libre	No
Atraviesa zona a urbanizar o ya urbanizada	No



### 7.5 TRAZADO DE ALTERNATIVA IV

Esta alternativa tiene su estación de partida aproximadamente a 3 Kilómetros del "Parque de la Ciudad" (llegando a ella mediante dos tramos, uno de ellos la Ruta Nacional N° 75 y el otro debe ser construido) y la estación de llegada en el Cerro "El Morro".

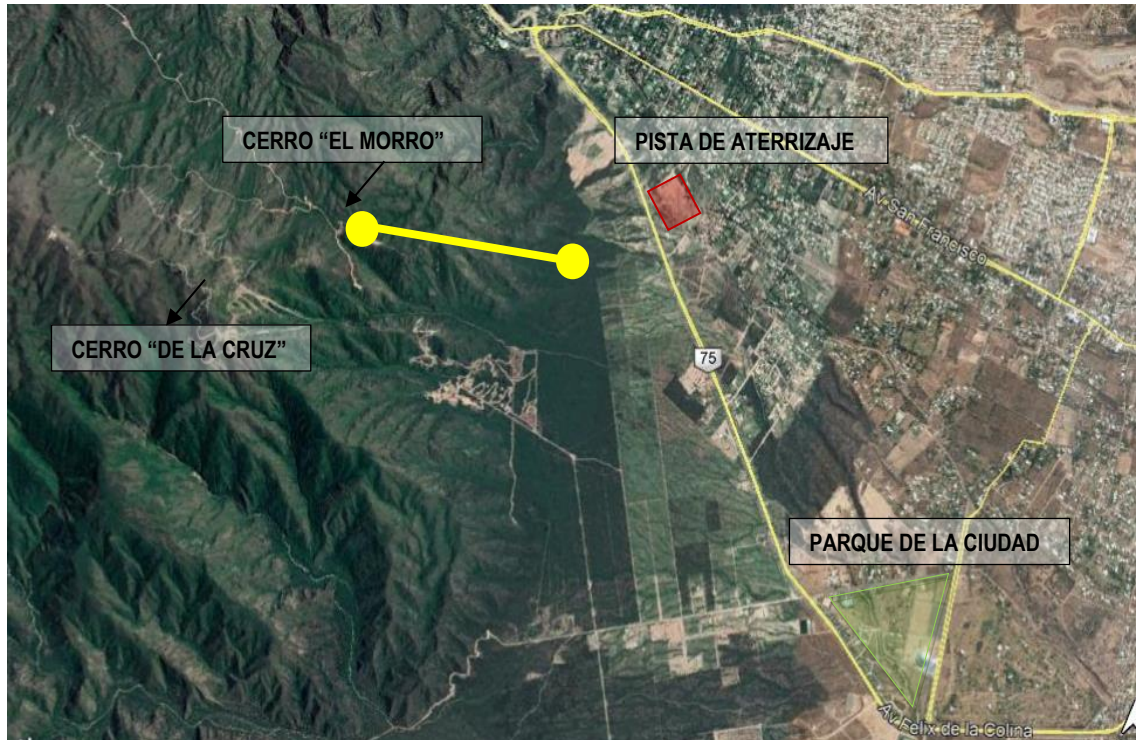
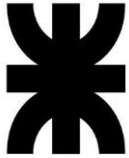


Figura 7.4 Trazado de alternativa III

VARIABLES	
Distancia Horizontal	1500 m.
Diferencia de nivel	402 m.
Topografía (pendiente media)	31.6%
Tiempo de recorrido	7 min.
Impacto negativo en la práctica del vuelo libre	No
Atraviesa zona a urbanizar o ya urbanizada	No





## 7.6 TRAZADO DE ALTERNATIVA V

Esta alternativa tiene su estación de partida en cercanía al "Parque de la Ciudad", una estación intermedia en el Cerro "El Morro" y la estación de llegada en el Cerro "De La Cruz".



Figura 7.5 Trazado de alternativa IV

VARIABLES	
Distancia Horizontal	5240 m.
Diferencia de nivel	1024 m.
Topografía (pendiente media)	19.2%
Tiempo de recorrido	34 min.
Impacto negativo en la práctica del vuelo libre	Si
Atraviesa zona a urbanizar o ya urbanizada	Si



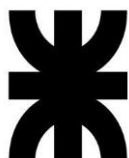
### 7.7 TRAZADO DE ALTERNATIVA VI

Esta alternativa tiene su estación de partida en cercanía al "Parque de la Ciudad" y la estación de llegada en el Cerro "De La Cruz".



Figura 7.6 Trazado de alternativa V

VARIABLES	
Distancia Horizontal	3950 m.
Diferencia de nivel	627 m.
Topografía (pendiente media)	15.2%
Tiempo de recorrido	26 min.
Impacto negativo en la práctica del vuelo libre	Si
Atraviesa zona a urbanizar o ya urbanizada	Si



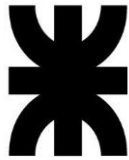
## 7.8 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Se plantearon diversas alternativas y se analizó si existe alguna razón que justifique el abandono de una alternativa, antes de que se destinen recursos, a estudios de prefactibilidad. La razón que justificó el abandono de las alternativas I, III, IV, V y VI fue que las mismas, no cumplen con el lineamiento general, relacionado a la práctica del vuelo libre (Parapente y Ala delta). En la tabla 6.7, se muestra lo mencionado anteriormente. La alternativa que será motivo, de estudios de prefactibilidad en los capítulos siguientes, Es la alternativa II.

Alternativa	Impacto en la práctica de vuelo libre	Se destinarán a recursos de estudios de prefactibilidad
I	Negativo	No
II	Negativo	SI
III	Negativo	No
IV	Negativo	No
V	Positivo	No
VI	Positivo	No







---

## CAPÍTULO OCHO

# ANTEPROYECTO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA

### 8.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se estudiará y analizará la alternativa seleccionada, definiendo la ubicación más conveniente de las estaciones y el trazado del sistema de transporte. Si bien se conoce una ubicación estimada de las mismas, se debe realizar esta tarea con una exactitud acorde a la etapa de anteproyecto. Para poder llevar a cabo esto se debe conocer la topografía de toda la zona involucrada. También se debe conocer con exactitud alturas mínimas y máximas de las torres, cantidad necesaria de las mismas y pendientes máximas del cable transportador.

### 8.2 ALTERNATIVA SELECCIONADA

Luego de haber evaluado todas las posibles alternativas de trazado del sistema teleférico, y analizado los parámetros técnicos más importantes. Se definió como la **alternativa II** como la más factible para esta etapa del proyecto.

Esta alternativa tiene su estación de partida aproximadamente a 4 Kilómetros del "Parque de la Ciudad" (llegando a través de la Ruta Nacional N° 75) y la estación de llegada en el Cerro "El Morro".



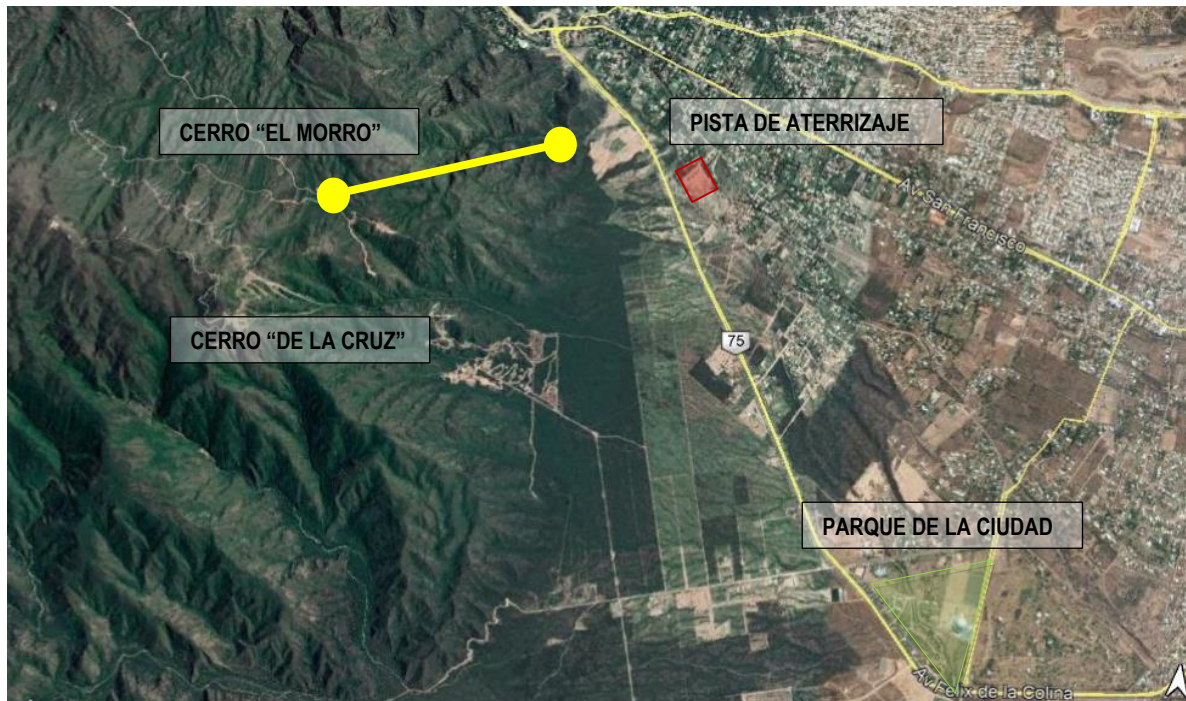
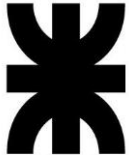


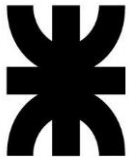
Figura 8.1 Alternativa seleccionada

VARIABLES	
Distancia Horizontal	1145 m.
Diferencia de nivel	485 m.
Topografía (pendiente media)	33,3%
Tiempo de recorrido	7 min.
Impacto negativo en la práctica del vuelo libre	No
Atraviesa zona a urbanizar o ya urbanizada	No

Ante la falta de normativa en el país para el diseño y explotación del transporte por cable, se tomará de base el pliego de condiciones técnicas Español, que fue aprobado por su Ministerio de Transporte y Comunicaciones en el año 1998, en el mismo se establece las condiciones a las que habrá que ajustarse la construcción y explotación de las instalaciones de transporte por cable, a continuación se expone las prescripciones más importante para esta de etapa de anteproyecto.

PRESCRIPCIONES GENERALES	LIMITES
Distancia máxima al suelo	6 m.
Distancia mínima al suelo	2m
Velocidad máxima tramo	4 m/s
Velocidad máxima estación	0.40
Pendiente máxima del cable	45°





### 8.3 ANALISIS DE LA TRAYECTORIA DE ALTERNATIVA II

En base al estudio topográfico se define la trayectoria deseada para el teleférico, de esta manera se puede definir un sistema de referencia y así determinar las longitudes y alturas en los diferentes tramos del sistema que serán el punto de partida para el cálculo de los componentes del teleférico.

Para representar la topografía de la zona, se utilizó archivos M.D.E. (Modelo Digital de Elevaciones) y el software utilizado para poder operar este archivo y realizar el perfil longitudinal es AutoCAD Civil 3D.

Se realizó visita al sitio y zonas aledañas, donde se inspeccionó de manera visual y directa, y con ayuda de imágenes satelitales puntos importantes (Pista de despegue aladeltas, ubicación de estaciones, etc.) del trazado. Además, se realizó el relevamiento y toma de puntos, obteniendo las coordenadas geográficas (Latitud y Longitud).

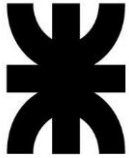
### 8.4 EQUIPOS TOPOGRAFICOS UTILIZADOS PARA RELEVAR:

Mediante un GPS de la marca GARMIN que no tiene la misma precisión que un GPS Diferencial, Se tomó los puntos más importantes para esta etapa de anteproyecto, asumiendo que el error para estas instancias es tolerable. Lo siguiente fue transformar las coordenadas obtenidas en campo a coordenadas Gauss- Krüger para trabajar con el archivo M.D.E.-AR



Figura 8.2 Gps manual.





Además, se utilizó una estación total, con ella se midió distancias, desniveles y ángulos con buena precisión. Se plantó el equipo primero con base en estación de salida, y se midió el sitio que correspondería al emplazamiento de la estación de salida.

Luego se estacionó con base en cerro del morro, y se relevó la planicie donde se emplazará estación de llegada, como así también la zona aledaña a este.



Figura 8.3 Estación Total

### 8.5 MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES DE LA ARGENTINA M.D.E.A.R

Un Modelo Digital de Elevaciones (M.D.E.) permite describir las alturas o elevaciones del terreno respecto del nivel medio del mar, tiene diversas aplicaciones para este caso particular se utilizó para generar curvas de nivel. El I.G.N. (Instituto Geográfico Nacional) elaboró un M.D.E. para la República Argentina. Este modelo se concretó a partir de información proveniente de la misión S.R.T.M. (Shuttle Radar Topography Mission).

A través de la misión S.R.T.M., la NASA logró generar un M.D.E. de alta resolución que cubre casi la totalidad de la superficie terrestre.



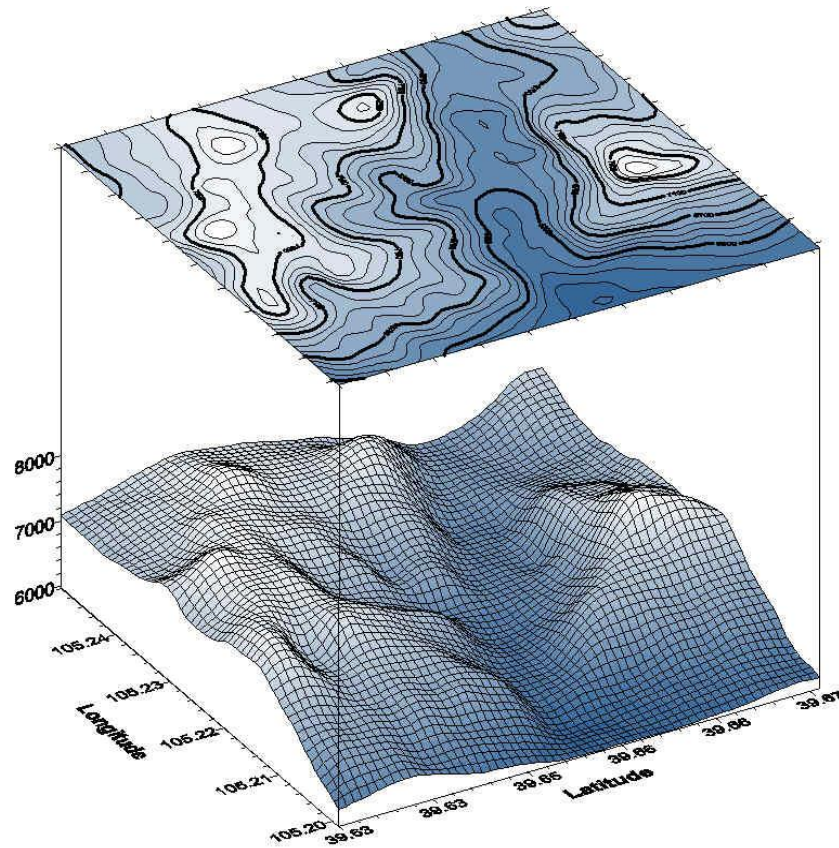
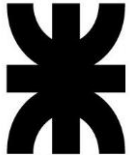


Figura 8.4 Modelo digital de elevaciones



### 8.6 PLANIALTIMETRIA – PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAZADO DE ALTERNATIVA

Con toda la información y antecedentes recopilados, se trazaron las curvas de nivel correspondiente y la planialtimetria, que serán indispensable para ajustar mejor el trazado del sistema.

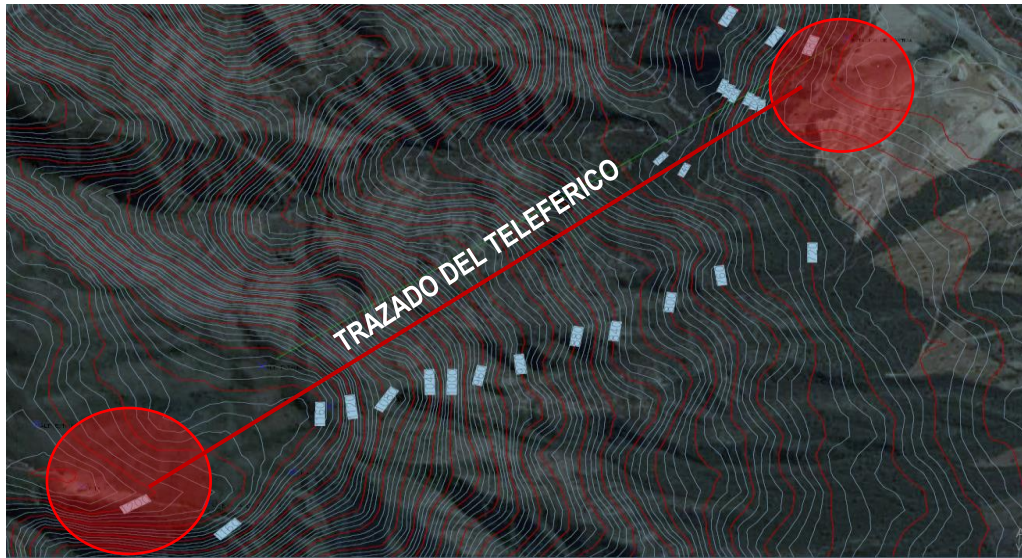


Figura 8.5 Curvas de nivel zona de traza

La traza propuesta se definió considerando principalmente la topografía del terreno, teniendo en cuenta que sobre ella se establecerán las torres soportes. Usando ese criterio, se evitó cruzar por terreno muy accidentado y cuencas. De esta manera se logra diseñar torres aproximadamente iguales en altura, lo cual tendrá un impacto positivo no solo en lo económico sino también el diseño.

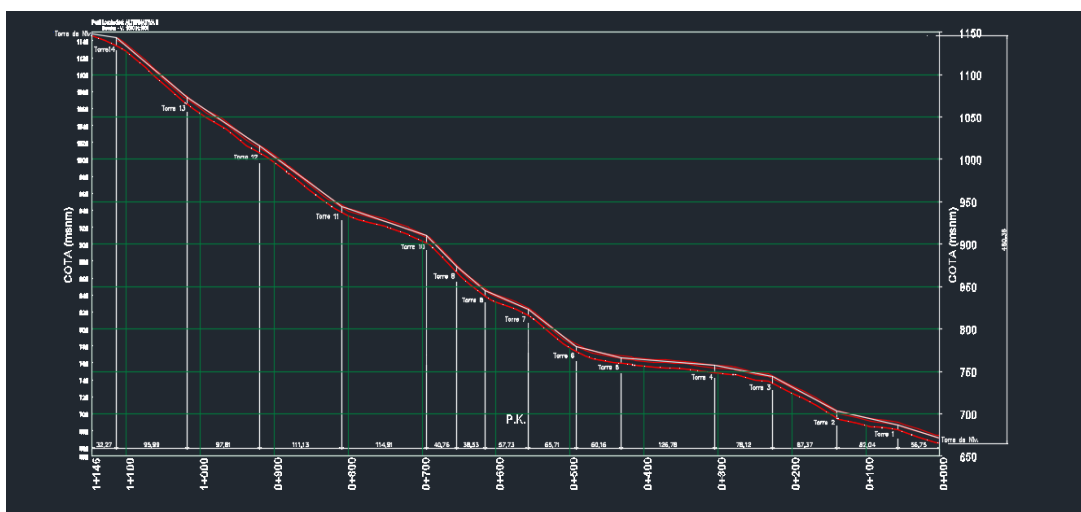


Figura 8.6 Perfil Altimétrico

