



# PROYECTO: “ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA EL DETALLE DE INGENIERÍAS DE LA LÍNEA ROLDÓS - OFELIA”

**Producto 2:**

**CAPÍTULO I.4:**

**SISTEMA MOTRIZ PRINCIPAL –  
SISTEMAS EMERGENTES Y  
SECUNDARIOS – SISTEMAS TENSORES**

**RESPONSABLES:**

	<b>NOMBRE</b>	<b>CÉDULA</b>	<b>FIRMA</b>
<b>ELABORADO POR</b>	Ing. Santiago Villavicencio M.Sc.	171161265-3	
<b>JEFE DE ÁREA</b>	Ing. Marcelo Carrera	170527766-1	
<b>APROBADO POR</b>	Ing. Carlos Baldeón	170437889-0	

**CÓDIGO: QC-OR-TT-MEC4-MC-001**

**JUNIO 2016**

# Índice

<b>1. ALCANCE .....</b>	<b>5</b>
1.1 FLUJO DE POTENCIA .....	6
1.2 NORMAS Y CÓDIGOS A UTILIZAR .....	8
1.3 METODOLOGÍA.....	9
<b>2. SISTEMA MOTRIZ PRINCIPAL .....</b>	<b>9</b>
2.1 MOTOR PRINCIPAL .....	9
2.1.1 <i>Potencia del sistema</i> <sup>[1] [2]</sup> .....	10
2.1.1.1 Potencia de arranque .....	10
2.1.1.1.1 Fuerza para acelerar el cable .....	10
2.1.1.1.2 Fuerza para acelerar las cabinas .....	11
2.1.1.1.3 Torque para acelerar angularmente el volante motriz y de reenvío. ....	11
2.1.1.1.4 Torque para acelerar angularmente las ruedas del tren de poleas. ....	12
2.1.1.1.5 Torque para acelerar angularmente el segmento de cable enrollado en los volantes. ....	12
2.1.1.2 Potencia de Funcionamiento.....	13
2.1.1.2.1 Fuerza para levantar las cabinas .....	13
2.1.1.2.2 Fuerza para vencer el rozamiento de rodamientos en ruedas y poleas .....	14
2.1.1.2.3 Torque para doblar elásticamente el cable alrededor de los volantes.....	14
2.1.2 <i>Consideraciones y datos de cálculo</i> .....	15
2.1.3 <i>Cálculo de potencia de arranque del sistema</i> .....	17
2.1.4 <i>Potencia de arranque del sistema</i> .....	19
2.1.5 <i>Cálculo de potencia de funcionamiento</i> .....	20
2.1.6 <i>Potencia de funcionamiento</i> .....	21
2.2 VARIADORES DE VELOCIDAD .....	23
2.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (REDUCTOR DE VELOCIDAD) .....	25
2.3.1 <i>Cálculo de Relación de transmisión</i> .....	26
2.4 SISTEMA DE LUBRICACIÓN .....	27
2.4.1 <i>Funcionamiento Normal</i> .....	27
2.5 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN .....	28
2.6 CONEXIONES MECÁNICAS DE EQUIPOS .....	28
2.7 FRENO ELECTROMAGNÉTICO .....	28
<b>3. SISTEMAS EMERGENTES Y SECUNDARIOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 CENTRAL HIDRÁULICA Y FRENOS DE EMERGENCIA .....	29
3.1.1 <i>Funcionamiento del freno</i> .....	30

3.1.1	Funcionamiento de la central hidráulica de control de freno .....	30
3.1.1.1	Apertura de freno.....	30
3.1.1.2	Apriete de freno.....	30
3.1.1.3	Funcionamiento en caso de ausencia de energía: .....	31
3.2	MOTORES DE EMERGENCIA .....	31
3.2.1	Potencia de arranque del sistema .....	33
3.2.2	Cálculo de potencia de funcionamiento .....	34
3.2.3	Potencia de funcionamiento.....	35
3.3	GRUPO ELECTRÓGENO.....	36
3.4	SISTEMA DE CADENCIA .....	37
3.4.1	Potencia del Motor de cadencia .....	37
3.4.1.1	Cálculo de Fuerza del motor de cadencia .....	38
3.4.2	Potencia de funcionamiento.....	39
3.5	SUBSISTEMA DE ARRASTRE DE VEHÍCULOS EN GARAJE.....	39
3.5.1	Potencia de Motores del subsistema de arrastre de vehículos en garaje.....	40
3.5.1.1	Cálculo de Fuerza del motor de cadencia .....	41
3.5.2	Potencia de funcionamiento.....	42
3.5.1	Selección de cadena de transmisión <sup>[5]</sup> .....	43
4.	SISTEMA DE TENSIÓN .....	45
4.1	CARRO DE TENSIÓN.....	46
4.2	CENTRAL HIDRÁULICA.....	47
4.3	DISTANCIA DE DESPLAZAMIENTO DEL CABLE .....	50
4.4	DILATACIÓN TÉRMICA .....	52
4.5	EXPANSIÓN TOTAL DEL CABLE.....	53
4.6	POTENCIA DE LA CENTRAL HIDRÁULICA PARA EL SISTEMA TENSOR .....	53
5.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	56
5.1	SISTEMA MOTRIZ PRINCIPAL .....	56
5.1.1	Motor Principal.....	56
5.1.2	Variador De Velocidad.....	59
5.1.3	Reductor De Velocidad .....	62
5.1.4	Sistema De Lubricación Del Reductor .....	65
5.1.5	Sistema De Refrigeración Del Reductor: Ventilador Y Radiador .....	68
5.1.1	Freno Electromagnético.....	71
5.2	SISTEMAS EMERGENTES Y SECUNDARIOS .....	74



5.2.1	Motor De Apertura De Riel .....	74
5.2.1	Central Hidráulica De Freno.....	77
5.2.1	Variador De Velocidad Emergente .....	80
5.2.1	Motor Cadenciador.....	83
5.2.1	Motor Secundario.....	86
5.2.1	Freno Hidráulico .....	89
5.2.2	Subsistema de arrastre de vehículos en garaje .....	91
5.3	SISTEMAS TENSORES .....	94
5.3.1	Central Hidráulica De Control Del Pistón .....	94
5.3.1	Actuador Hidráulico.....	97
<b>6.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>100</b>
6.1	LISTA DE PLANOS ENTREGADOS .....	100

#### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Diagrama de Flujo de Potencia transformador 400/690 V de la estación E3 Colinas del norte.....	7
Figura 1-2	Diagrama de Flujo de Potencia transformador 110/220 V de la estación E3 Colinas del norte.....	7
Figura 1-3	Diagrama de Flujo de Potencia de la estación E1 Ofelia y E4 La Roldós.....	8
Figura 2-1	Diagrama de funcionamiento del sistema de lubricación .....	27
Figura 3-1	Diagrama de Fuerza del volante de reenvío.....	37
Figura 3-2	Curvas de potencia transmisibles Cadena simple <sup>[6]</sup> .....	44
Figura 4-1	Esquema Hidráulico y configuración de umbrales de presión en la central hidráulica de tenisón ..	47
Figura 4-2	Diagrama de Fuerzas del volante de reenvío .....	54

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Lista de planos de implantación mecánica .....	6
Tabla 2-1	Cantidad de poleas y diámetro.....	16
Tabla 2-1	Datos y consideraciones para el cálculo de potencia .....	16
Tabla 2-2	Cálculo de Fuerzas a considerarse en la potencia de arranque del motor principal .....	18
Tabla 2-3	Cálculo de potencia de arranque del motor principal .....	20
Tabla 2-4	Cálculo de Fuerzas a considerarse en la potencia de funcionamiento del motor principal .....	20
Tabla 2-5	Cálculo de potencia de funcionamiento del motor principa .....	22
Tabla 2-6	Características del motor.....	25
Tabla 3-1	Cálculo de potencia de arranque de motores de sistema de emergencia .....	31



Tabla 3-2 Cálculo de Potencia de sistema de emergencia .....	33
Tabla 3-3 Cálculo de fuerzas de funcionamiento de sistema de emergencia .....	34
Tabla 3-4 Cálculo de Potencia de sistema de emergencia .....	35
Tabla 3-5 Cálculos de fuerzas consideradas en el motor de cadencia .....	38
Tabla 3-6 Cálculos de fuerzas consideradas en el motor de cadencia .....	41
Tabla 3-7 Determinación del número de dientes mínimo para la transmisión de potencia (paso 38,1 mm) <sup>[6]</sup> .....	45
Tabla 4-1 Estiramiento del cable por tramo, segmento Ofelia - Colinas .....	50
Tabla 4-2 Estiramiento del cable por tramo, segmento Colinas – La Roldós .....	51
Tabla 7-1 Anexo 1 - Lista de planos entregados .....	100

## 1. Alcance

La presente Memoria de Cálculo se refiere al análisis, dimensionamiento, y selección de materiales correspondiente al diseño de la sección electromotriz de la línea de teleférico Ofelia – La Roldós.

En términos generales, la instalación tractora esta conformada por un sistema motriz centrado en un volante doble garganta el cual moviliza el cable tractor portador del teleférico. Un motor eléctrico de corriente alterna controlado por un variador de velocidad acciona el volante a través de un reductor de velocidad con su respectivo sistema de lubricación y refrigeración

El proyecto también incluye sistema de frenado, el cual esta compuesto de un freno principal electromagnético, además de dos frenos hidráulicos de servicio y dos frenos de emergencia modulados sobre el volante motriz.

Se incluye también un sistema de emergencia eléctrico alimentado por un generador que permita evacuar la línea del teleférico por medio de dos motores eléctricos controlados por un variador de velocidad que movilizan una corona dentada sobre el volante.

El sistema motriz también contempla cilindros de compresión y centrales hidráulicas que controlan la tensión variable del cable en cada estación extrema.

Otros sistemas como la cadencia y la apertura de riel para evacuación de cabinas también son considerados en esta memoria técnica.

La implantación mecánica de los sistemas motriz, emergente y tensor se encuentra detallada en los planos enlistados a continuación:

Tabla 1-1 Lista de planos de implantación mecánica

<b>CÓDIGO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>UBICACIÓN</b>
QC-OR-E1-MEC-ST-100	Implantación Mecánica De Sistema Tensor	Estación Ofelia
QC-OR-E1-MEC-SE-100	Implantación Mecánica De Sistema Emergente	Estación Ofelia
QC-OR-E3-MEC-SMP-100	Implantación Mecánica Sistema Motriz Principal	Estación Colinas Del Norte
QC-OR-E3-MEC-SE-100	Implantación Mecánica De Sistema Emergente	Estación Colinas Del Norte
QC-OR-E3-MEC-SE-200	Implantación Mecánica de Sistema Emergente y Secundario en Zona de Garaje	Estación Colinas del Norte
QC-OR-E4-MEC-ST-100	Implantación Mecánica De Sistema Tensor	Estación Roldós
QC-OR-E4-MEC-SE-100	Implantación Mecánica De Sistema Emergente y Secundario	Estación Roldós

## 1.1 Flujo de potencia

El flujo esquemático del funcionamiento de la estación motriz E3 ubicado en Colinas del norte, del sistema teleférico se ilustra en la figura 1.1 y 1.2. Se considera que la estación Ofelia y Roldós contienen los mismos equipos y el diagrama de funcionamiento de la estación E1 y E4 se ilustra en la figura 1.3

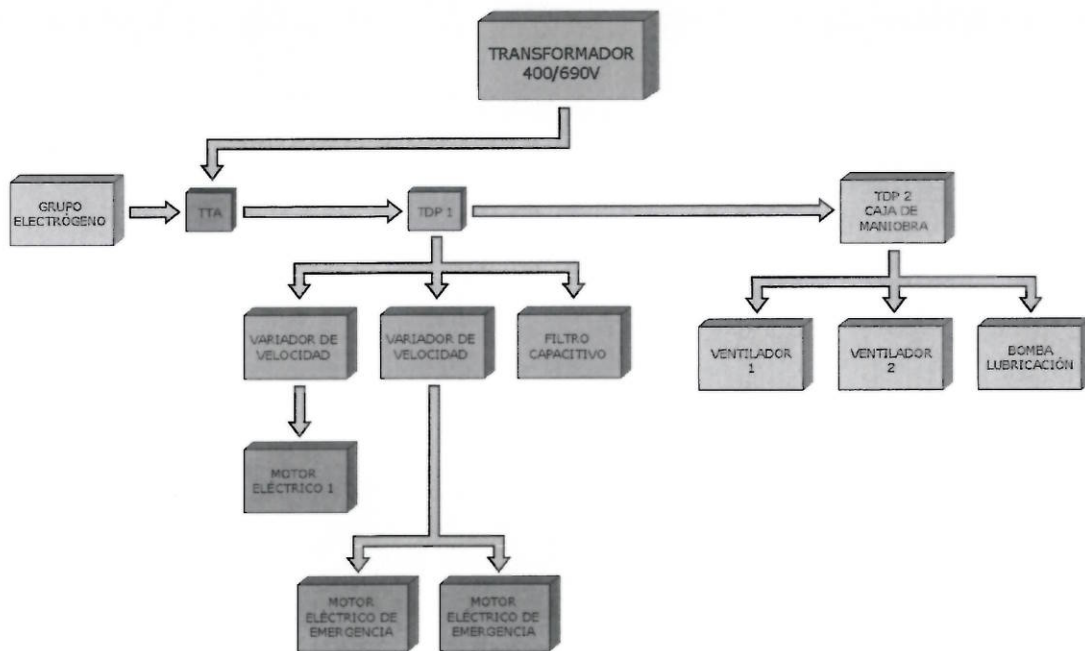


Figura 1-1 Diagrama de Flujo de Potencia transformador 400/690 V de la estación E3 Colinas del norte

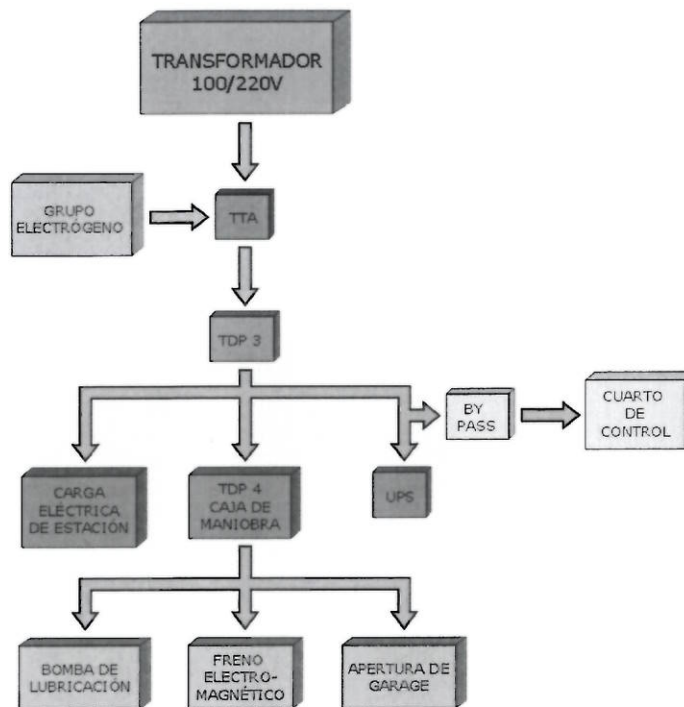


Figura 1-2 Diagrama de Flujo de Potencia transformador 110/220 V de la estación E3 Colinas del norte



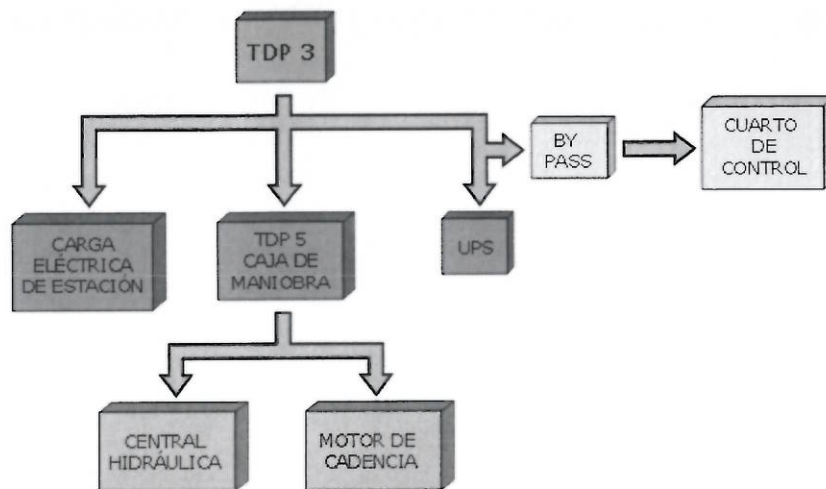


Figura 1-3 Diagrama de Flujo de Potencia de la estación E1 Ofelia y E4 La Roldós

## 1.2 Normas y códigos a utilizar

Cada uno de los elementos que conforman el sistema Motriz principal esta diseñado acorde a las normas de rigor en Europa:

- EN 1709:2004 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas - inspección de prueba, mantenimiento, controles de operación
- EN 1908:2004 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas – Dispositivos de Tensión
- EN 1909:2004 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas – Recuperación y Evacuación
- EN 12385-8:2002 Cables de acero - Seguridad - Parte 8: cables de soporte y traslado para instalaciones para el transporte de personas
- EN 12385-9:2002 Cables de acero - Seguridad - Parte 9: cables de soporte y traslado para instalaciones para el transporte de personas
- EN 12397:2004 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas - Operación
- EN 12927-2:2004 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas - Cuerdas - Parte 2: Factores de seguridad

- EN 12930:2004 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas - Requisitos generales - Parte 2: Requisitos adicionales para bicables ida y vuelta sin freno de cabina
- EN 13223:2004 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas - Accionamientos y otros dispositivos mecánicos
- EN 13243:2004 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas - Material eléctrico que no sea para la ocio

### 1.3 Metodología

El conjunto será estructurado considerando los cálculos de dimensionamiento y selección de cada equipo que conforma el sistema motriz del teleférico.

Los parámetros de diseño han sido considerados tomando en cuenta Documentos, publicaciones científicas, Tesis de grado, normas, catálogos, especificaciones técnicas y valores nominales estándares de máquinas y materiales a incluirse en el sistema.

## 2. Sistema Motriz Principal

### 2.1 Motor Principal

El sistema motriz tiene como función movilizar el cable portador tractor a lo largo del trazado de la línea de teleférico. El eje del sistema motriz es el motor principal, este se encargara de transformar la energía eléctrica en energía mecánica con el objetivo de suministrar la potencia necesaria para movilizar el volante motriz el cual se encuentra conectado al motor a través de un reductor de velocidad. El motor debe esta equipado con un ventilador con atenuador de ruidos como suministro de serie

## 2.1.1 Potencia del sistema <sup>[1][2]</sup>

Potencia necesaria a ser generada para iniciar y mantener el movimiento en los elementos del sistema teleférico hasta las condiciones de funcionamiento recomendadas. La determinación de este parámetro permite realizar la selección del motor que sea capaz de suministrar la potencia necesaria del sistema.

En base a las características funcionales del proyecto es necesario optar por una alternativa que proporcione bajas revoluciones y gran torque.

Se ha considerado la utilización de un motor AC debido a las ventajas que ofrece para esta aplicación, como el amplio control de velocidad, bajo mantenimiento y gran torque en el arranque, además otras ventajas también pueden ser mencionadas; cero emisión de contaminantes atmosféricos, bajo nivel de contaminación acústica, y menores vibraciones.

### 2.1.1.1 *Potencia de arranque*

La potencia de arranque constituye la capacidad del motor para vencer la inercia del sistema, es decir cambiar el estado de reposo hasta la velocidad de funcionamiento en un tiempo determinado.

#### 2.1.1.1.1 Fuerza para acelerar el cable

La fuerza necesaria para suministrar al cable la aceleración de funcionamiento esta dado por la siguiente ecuación:

$$F_c = m_c \times a_c$$

donde:

$F_c$  : Fuerza para vencer la inercia del cable [N]

$m_c$ : Masa total del cable [Kg]

$a_c$  : aceleración del cable [m/s<sup>2</sup>]



La masa total del cable corresponde al producto de la longitud total de este en todos los tramos incluyendo la sección enrollada en los volantes motrices y de reenvío, por la especificación de peso por unidad de longitud.

#### 2.1.1.1.2 Fuerza para acelerar las cabinas

La fuerza necesaria para acelerar las cabinas del teleférico y proporcionar la velocidad de funcionamiento a los mismos. Esta fuerza esta dada por la siguiente ecuación

$$F_{cab} = N_{cab} \times m_{cab+pas} \times a_c$$

donde:

$F_{cab}$  : Fuerza para vencer la inercia de las cabinas [N]

$N_{cab}$ : Número de cabinas [u]

$m_{cab+pas}$ : Masa total del vehículo (cabina + pasajeros) [Kg]

$a_c$  : aceleración de las cabinas [ $m/s^2$ ]

#### 2.1.1.1.3 Torque para acelerar angularmente el volante motriz y de reenvío.

Es el torque necesario para acelerar angularmente los volantes hasta su velocidad de funcionamiento. El torque necesario está dado por la siguiente ecuación:

$$\tau_{Vol} = N_{Vol} \times (I_{Vol} \cdot \alpha_{Vol} + f_{roz1} \cdot r_{Vol})$$

$$f_{roz1} = \rho \times T_{max} \times \sin\left(\frac{\alpha_{c/Vol}}{2}\right)$$

donde:

$\tau_{Vol}$  : Torque para acelerar el volante motriz y volantes de reenvío [Nm]

$N_{Vol}$  : Número de volantes motrices y reenvío [u]

$I_{Vol}$ : Inercia del volante [ $Kg \cdot m^2$ ]

$\alpha_{Vol}$ : Aceleración angular del volante [ $rad/s^2$ ]

$f_{roz1}$  : Fuerza de rozamiento de rodadura [N]

$r_{Vol}$ : Radio del volante [m]

$\rho$ : Coeficiente de rozamiento de rodadura

$\alpha_{c/Vol}$ : Ángulo de contacto de los volantes con el cable [rad]

$T_{max}$ : Tensión de carga máxima del cable [N]

#### 2.1.1.1.4 Torque para acelerar angularmente las ruedas del tren de poleas.

El análisis para el cálculo de torque es similar al anterior y está dado por la siguiente ecuación:

$$\tau_{Pol} = N_{Pol} \times (I_{Pol} \cdot \alpha_{Pol} + f_{roz2} \cdot r_{Pol})$$
$$f_{roz2} = \rho \times T_{max} \times \sin\left(\frac{\alpha_{c/Pol}}{2}\right)$$

donde:

$\tau_{Pol}$  : Torque para acelerar las poleas [Nm]

$N_{Pol}$  : Número de Poleas [u]

$I_{Pol}$ : Inercia de las poleas [Kg.m<sup>2</sup>]

$\alpha_{Pol}$ : Aceleración angular de las poleas [rad/s<sup>2</sup>]

$f_{roz2}$  : Fuerza de rozamiento de rodadura [N]

$r_{Pol}$ : Radio del Poleas [m]

$\rho$ : Coeficiente de rozamiento de rodadura

$\alpha_{c/Pol}$ : Ángulo de contacto de los volantes con el cable [rad]

$T_{max}$ : Tensión de carga máxima del cable [N]

#### 2.1.1.1.5 Torque para acelerar angularmente el segmento de cable enrollado en los volantes.

Es el torque necesario para acelerar angularmente el segmento de cable enrollado en la semicircunferencias de cada volante desde el reposo hasta la velocidad de funcionamiento. Este Torque se expresa con la siguiente ecuación:

$$\tau_s = N_{Vol} \times (I_s \cdot \alpha_s)$$

donde:

$\tau_s$  : Torque para acelerar los segmentos de cable [Nm]

$N_{Vol}$  : Número de segmentos (Volantes) [u]

$I_s$  : Inercia del segmento de cable [Kg.m<sup>2</sup>]

$\alpha_s$  : Aceleración angular del segmento de cable [rad/s<sup>2</sup>]

#### 2.1.1.2 Potencia de Funcionamiento

La Potencia de funcionamiento se encarga de mantener en marcha el sistema. Esta potencia contempla la energía cinética necesaria para vencer el efecto producido por la variación de cargas en las cabinas, rozamiento producido en los rodamientos de los volantes y poleas y el consumo de energía para doblar elásticamente el cable alrededor de los volantes.

##### 2.1.1.2.1 Fuerza para levantar las cabinas

Es la fuerza necesaria que debe suministrar el motor para levantar el peso de los vehículos de transporte. El máximo valor se presentará en el tramo crítico y la carga depende de el peso de la cabina cargada a su máxima capacidad. Esta fuerza esta dada por la siguiente ecuación:

$$W_{cab} = N_{cab} \times W_{cab+pas}$$

donde:

$W_{cab}$  : Peso total de cabinas y pasajeros en el tramo crítico [N]

$N_{cab}$  : Número de cabinas [u]

$W_{cab+pas}$  : Peso total por vehículo (cabina + pasajeros) [N]



#### 2.1.1.2.2 Fuerza para vencer el rozamiento de rodamientos en ruedas y poleas

A partir del análisis de potencia de arranque se determina la fuerza de rozamiento total presente en los rodamientos de volantes y poleas:

$$f_{rozT} = (N_{vol} \times f_{roz1}) + (N_{pol} \times f_{roz2})$$

donde:

$f_{roz1}$  : Fuerza de rozamiento en los volantes [N]

$f_{roz2}$  : Fuerza de rozamiento en las poleas [N]

$N_{vol}$  : Número de volantes [u]

$N_{pol}$  : Número de poleas [u]

Para el análisis de cálculo de fuerzas de rozamiento, referirse al título 2.1.1.1.3 y 2.1.1.1.4

#### 2.1.1.2.3 Torque para doblar elásticamente el cable alrededor de los volantes.

Es el momento necesario para proporcionar al cable la curvatura del volante motriz y de reenvío. Este torque esta dado por:

$$\tau_d = N_{vol} \times \frac{EI}{r_{vol}}$$
$$I = \frac{\pi \times r_c^4}{4}$$

donde:

$\tau_d$  : Torque para doblar elásticamente el cable alrededor del volante [Nm]

$N_{vol}$  : Número de volantes [u]

$E$ : Módulo de elasticidad del cable [Kg/m<sup>2</sup>]

$I$ : Inercia de la sección transversal del cable [m<sup>4</sup>]

$r_{vol}$ : Radio del Volante [m]

$r_c$ : Radio del cable [m]

### 2.1.2 Consideraciones y datos de cálculo

- La aceleración del cable y las cabinas es la misma
- El ángulo de contacto de los volantes y el cable es de  $180^\circ$
- El número máximo de cabinas a ser considerado en el sistema es de 137
- El peso promedio estimado de una persona es de 80 Kg y cada cabina tiene una capacidad máxima de 10 personas
- Se ocuparán 670 poleas en el sistema
- El análisis y cálculo se realizará con las cabinas totalmente cargadas, ya que de esta manera se estimará la situación crítica en el sistema.
- El coeficiente de rozamiento por rodadura corresponde a rodamientos de axiales oscilantes de rodillos,  $\rho = 0.002$  [2]
- La inercia " $I_c$ ,  $I_{pol}$ ,  $I_{vol}$ " de los elementos ha sido determinada mediante el uso de software de diseño mecánico
- Debido a que la instalación del teleférico esta segmentada en dos, se determinan dos tramos críticos. Véase Informe de Producto 1, Capítulo F, Modelación del sistema.
- Los datos técnicos considerados, para el cálculo de potencia referente al cable Portador tractor se resumen en la tabla Tabla 2-2. Para más información referirse al Informe de Producto 1, Capítulo F, Numeral 6.
- Los datos técnicos considerados, para el cálculo de potencia referente a cabinas se resumen en la tabla Tabla 2-2. Para más información referirse al Informe de Producto 1, Capítulo F, Numeral 5.
- Se analiza únicamente un solo sentido, los tramos de subida, puesto que el tramo de bajada no consume potencia en la movilización.
- El número de poleas esta determinado en el producto 2, Capítulo I.1, I.2. y resumido en la tabla Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Cantidad de poleas y diámetro

<b>Sistema de desvío de cable</b>	
Diámetro de poleas [m]	Número de poleas
0,500	74
0,550	32
<b>Tren de Poleas</b>	
Diámetro de poleas [m]	Número de poleas
0,420	140
0,550	424
<b>Total</b>	
Radio Promedio de Polea	Número Total de poleas
$\overline{r_{Pol}}$	$N_{Pol}$
0, 2585 [m]	670

Para el cálculo de la potencia del motor se consideran los siguientes datos.

Tabla 2-2 Datos y consideraciones para el cálculo de potencia

<b>PARÁMETROS GENERALES</b>			
Gravedad	g	9,81	m/s
Velocidad estándar de trabajo de la línea	$V_c$	5	m/s
Menor Tiempo estimado para llegar a la velocidad máxima	$t_{Vmax}$	8	s

<b>CABLE</b>			
Masa de Cable por unidad de Longitud	$m_{c/l}$	11,89	Kg/m
Radio de cable	$r_c$	0,027	m
Sección del Cable	$A_c$	0,00128167	m <sup>2</sup>
Modulo de elasticidad del cable	$E_c$	5,60E+09	kg/m <sup>2</sup>



Longitud del cable por sentido	$L_{cs}$	3769	m
Longitud total del cable	$L_{ctotal}$	7538	m
Tensión de carga máxima del cable	$T_{CMax}$	436545	N

<b>CABINAS</b>			
Numero Máximo de Cabinas	$N_{cab}$	137	u
Masa de la cabina	$m_{cab}$	900	Kg
Masa de pasajero promedio	$m_{pas}$	80	Kg
Numero de pasajeros por cabina	$N_{pas}$	10	u

<b>VOLANTE MOTRIZ</b>			
Numero de volantes	$N_{vol}$	4	u
Radio del volante	$r_{vol}$	2,2	m
Masa del volante	$m_{vol}$	6000	Kg
Ángulo de contacto cable con volante	$\alpha_{c/vol}$	180	°

<b>POLEAS</b>			
Número de poleas	$N_{vol}$	670	u
Radio Promedio de Polea	$\overline{r_{Pol}}$	0,2585	m
Masa de la Polea	$M_{pol}$	50	Kg
Angulo de contacto cable polea	$\alpha_{c/vol}$	2	°
Inercia de la polea	$I_{pol}$	1,76	Kg.m <sup>2</sup>

### 2.1.3 Cálculo de potencia de arranque del sistema

Tomando en cuenta las expresiones mencionadas y consideraciones de diseño se realizan los siguientes cálculos:

Tabla 2-3 Cálculo de Fuerzas a considerarse en la potencia de arranque del motor principal

ÍTEM	DATOS	CÁLCULOS
Fuerza para vencer la inercia del cable [ $F_c$ ]	$m_{c/L} = 11,89 \left[ \frac{Kg}{m} \right]$ $L_{ctotal} = 7538[m]$ $t_{Vmax} = 8 [s]$ $V_c = 5 \left[ \frac{m}{s} \right]$	$m_c = 11,89 \left[ \frac{Kg}{m} \right] \times 7538[m]$ $m_c = 89626,82 [Kg]$ $a_c = 5 \left[ \frac{m}{s} \right] \times 8[s] = 0,625 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$ $F_c = 89626,82 [Kg] \times 0,625 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$ $F_c = 56016,7625 [N]$
Fuerza para vencer la inercia de las cabinas [ $F_{cab}$ ]	$N_{cab} = 137$ $m_{cab+pas} = 1700 [Kg]$ $a_c = 0,625 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$	$F_{cab} = N_{cab} \times m_{cab+pas} \times a_c$ $F_{cab} = 137 \times 1700 [Kg] \times 0,625 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$ $F_{cab} = 145562,5 [N]$
Torque para acelerar el volante motriz y volantes de reenvío [ $\tau_{Vol}$ ]	$\alpha_{c/Vol} = \pi [rad]$ $\rho = 0,002$ $T_{CMax} = 436545 [N]$ $I_{Vol} = 6916 [Kg \cdot m^2]$ $r_{Vol} = 2,2 [m]$ $N_{Vol} = 4$ $V_c = V_{tVol}$	$f_{roz1} = 0,002 \times 436545 [N] \times \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)$ $f_{roz1} = 873,09 [N]$ $\omega_{Vol} = \frac{V_{tVol}}{r_{Vol}} = \frac{5 \left[ \frac{m}{s} \right]}{2,2 [m]} = 2,27 [rad/s]$ $\alpha_{Vol} = \frac{2,27 \left[ \frac{rad}{s} \right]}{8 [s]} = 0,284 \left[ \frac{rad}{s^2} \right]$ $\tau_{Vol} = 4 \times \left( 6916 [Kg \cdot m^2] \cdot 0,284 \left[ \frac{rad}{s^2} \right] + 873,09 [N] \cdot 2,2 [m] \right)$ $\tau_{Vol} = 15542,2829 [Nm]$
Torque para acelerar las poleas [ $\tau_{Pol}$ ]	$\alpha_{c/Pol} = \frac{\pi}{90} [rad]$ $\rho = 0,002$ $T_{CMax} = 436545 [N]$ $I_{Pol} = 1,76 [Kg \cdot m^2]$ $\bar{r}_{Pol} = 0,2585 [m]$	$f_{roz2} = 0,002 \times 436545 [N] \times \sin\left(\frac{\pi}{90}\right)$ $f_{roz2} = 15,237 [N]$ $\omega_{Pol} = \frac{V_{tPol}}{\bar{r}_{Pol}} = \frac{5 \left[ \frac{m}{s} \right]}{0,2585 [m]} = 19,34 [rad/s]$

	$N_{Pol} = 670$ $V_c = V_{tPol}$	$\alpha_{Pol} = \frac{19,34 \left[ \frac{rad}{s} \right]}{8 [s]} = 2,41 \left[ \frac{rad}{s^2} \right]$ $\tau_{Pol} = 670 \times \left( 1,76 [Kg. m^2] \cdot 2,41 \left[ \frac{rad}{s^2} \right] + 15,237 [N] \cdot 0,2585 [m] \right)$ $\tau_{Pol} = 5490,126 [Nm]$
Torque para acelerar los segmentos de cable [ $\tau_s$ ]	$I_c = 371,04 [Kg. m^2]$ $\alpha_c = \alpha_{vol} = 0,284 \left[ \frac{rad}{s^2} \right]$ $N_{Vol} = 4$	$\tau_s = 4 \times (371,04 [Kg. m^2] \cdot 0,284 \left[ \frac{rad}{s^2} \right])$ $\tau_s = 421,636 [Nm]$

#### 2.1.4 Potencia de arranque del sistema

Una vez calculado los parámetros que intervienen en la determinación de la Potencia de arranque, se procede a relacionarlos mediante la siguiente ecuación:

$$P_{arranque} = \sum F_i \times V + \tau_i \times \omega$$

Donde:

$F_i$  : Fuerzas influyentes en el sistema [N]

$V$  : Velocidad de funcionamiento del sistema [m/s]

$\tau_i$  : Torques influyentes en el sistema [Nm]

$\omega$  : Velocidad angular de funcionamiento del sistema [rad/s]

Evaluando la Ecuación de cálculo de potencia de arranque, se obtiene



Tabla 2-4 Cálculo de potencia de arranque del motor principal

<b>FUERZA/TORQUE</b>	<b>VALOR</b>	<b>VELOCIDAD LINEAL/ANGULAR</b>	<b><math>P_i</math></b>
$F_c$	56016,762 [N]	5 [m/s]	280083,812 [W]
$F_{cab}$	145562,5 [N]	5 [m/s]	727812,5 [W]
$\tau_{Vol}$	15542,2829 [Nm]	2,27 [rad/s]	35323,37 [W]
$\tau_{Pol}$	5490,12 [Nm]	19,34 [rad/s]	10619,99 [W]
$\tau_s$	421,636 [Nm]	2,27 [rad/s]	958,264 [W]
		TOTAL	1150369,94 [W]
		TOTAL	1150,37 [KW]

En consecuencia la Potencia de arranque necesaria para vencer la inercia del sistema es de 1150,37 [KW], aproximadamente 1550 [HP]

### 2.1.5 Cálculo de potencia de funcionamiento

Para el cálculo de potencia de funcionamiento, se consideran los segmentos críticos, junto con el número máximo de cabinas que contienen. En el caso del segmento Ofelia – Colinas,  $N_{cabT1} = 5$  y en el caso de Colinas – Roldós  $N_{cabT2} = 4$ .

Tomando en cuenta las expresiones mencionadas y consideraciones de diseño se realizan los siguientes cálculos

Tabla 2-5 Cálculo de Fuerzas a considerarse en la potencia de funcionamiento del motor principal

<b>ÍTEM</b>	<b>DATOS</b>	<b>CÁLCULOS</b>
Fuerza para levantar el peso de vehículos de transporte en el tramo 1 [ $F_{T1}$ ]	$N_{cabT1} = 5$ $W_{cab+pas} = 16677 [N]$	$W_{cab} = 5 \times 16677 [N] = 83385 [N]$

<p>Fuerza para levantar el peso de vehículos de transporte en el tramo 1 [<math>F_{T2}</math>]</p>	<p><math>N_{cabT2} = 4</math> <math>W_{cab+pas} = 16677 [N]</math></p>	<p><math>W_{cab} = 4 \times 16677 [N] = 66708 [N]</math></p>
<p>Fuerza para vencer el rozamiento de rodamientos en volantes y poleas [<math>f_{RozT}</math>]</p>	<p><math>N_{Vol} = 4</math> <math>N_{Pol} = 670</math></p>	<p><math>f_{roz1} = 0,002 \times 436545 [N] \times \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)</math> <math>f_{roz1} = 873,09 [N]</math> <math>f_{roz2} = 0,002 \times 436545 [N] \times \sin\left(\frac{\pi}{90}\right)</math> <math>f_{roz2} = 15,237 [N]</math> <math>f_{rozT} = (4 \times 873,09 [N]) + (670 \times 15,237 [N])</math> <math>f_{rozT} = 13701,49 [N]</math></p>
<p>Torque para doblar elásticamente el cable alrededor de los volantes. [<math>\tau_d</math>]</p>	<p><math>\alpha_{c/Vol} = \pi [rad]</math> <math>\rho = 0,002</math> <math>E = 5,60E + 09 [Kg/m^2]</math> <math>r_{Vol} = 2,2 [Kg \cdot m^2]</math> <math>r_c = 0,027 [m]</math> <math>N_{Vol} = 4</math></p>	<p><math>I = \frac{\pi \times 0,027^4 \left[\frac{rad}{s}\right]}{4 [s]}</math> <math>I = 4,17E - 07 [m^4]</math> <math>\tau_d = \frac{4 \times 5,60E + 09 \left[\frac{Kg}{m^2}\right] \times 4,17E - 07 \left[\frac{Kg}{m^4}\right]}{2,2 [m]}</math> <math>\tau_d = 4249,827 [Nm]</math></p>

### 2.1.6 Potencia de funcionamiento

Una vez calculado los parámetros que intervienen en la determinación de la Potencia de funcionamiento, se procede a relacionarlos mediante la siguiente ecuación:

$$P_{funcionamiento} = \sum F_i \times V + f_{RozT} \cdot V + \tau_d \times \omega$$

Donde:

$F_i$  : Fuerzas influyentes en el sistema [N]

$V$  : Velocidad de funcionamiento del sistema [m/s]

$\tau_d$  : Torques para doblar elásticamente el cable alrededor de los volantes [N.m]

$\omega$  : Velocidad angular de funcionamiento del sistema [rad/s]

Evaluando la Ecuación de potencia de funcionamiento, se obtiene:

Tabla 2-6 Cálculo de potencia de funcionamiento del motor principa

FUERZA/TORQUE	VALOR	VELOCIDAD LINEAL/ANGULAR	POTENCIA
$F_{T1}$	83385 [N]	5 [m/s]	416925 [W]
$F_{T2}$	66708 [N]	5 [m/s]	333540 [W]
$f_{RozT}$	13701,49 [N]	5 [m/s]	68507,49 [W]
$\tau_{Pol}$	4249,827[Nm]	2,27 [rad/s]	9658,698 [W]
		TOTAL	828631,1958 [W]
		TOTAL	828,631 [KW]

En consecuencia la Potencia de arranque necesaria para vencer la inercia del sistema es de 828,631 [KW], aproximadamente 1110 [HP].

Consecuentemente y considerando un sobredimensionamiento de 20%, se recomienda seleccionar un motor de al menos 980 [kW].



## 2.2 Variadores de velocidad

Un variador de velocidad, dimensionado en protección y servicio controlará la operación del motor Principal desde un arranque suave hasta una velocidad máxima de 5 m/s, Otro variador de frecuencia acciona automáticamente los motores secundarios a potencia constante, en caso de emergencia y permite evacuar la línea a 100% cargada a una velocidad de 0,5m/s y más si la línea está parcialmente cargada. Después el variador acelera en proporción de la evacuación de la línea hasta llegar a una velocidad de 0,5 a 1 [m/s].

Los Variadores deben ser de diseño modular a fin de proporcionar rapidez y facilidad de mantenimiento

Los Variadores deben contener un frente activo (AFE), con esta opción es posible devolver energía de frenado a la red principal. Esto posibilita el funcionamiento en cuatro cuadrantes del variador (funcionamiento del motor y generador en las dos direcciones de rotación)

El uso de frente activo proporciona un aumento significativo de la eficiencia total del sistema en caso de uso de grúas, bancos de pruebas, cabestrantes y otros variadores con carga frecuente del generador.

El frente activo funciona con frecuencia alta de impulsos y transporta corriente sinusoidal de la red principal. Por lo tanto, representa, además de la regeneración de energía, una alternativa a filtros activos y pasivos. Utilizando el frente activo, la THD(i) del inversor de frecuencia se reduce a un valor inferior al 4%

Junto con los variadores se proporcionaran barreras metálicas plásticas entre cada sección vertical y entre los compartimientos de baja tensión y la celda de potencia, de manera tal que mientras el Variador este energizado no se produzca exposición a la tensión.

Los Variadores de Velocidad (sistema de paquete totalmente integrado) en general mantienen las siguientes características mínimas:

- Valor de distorsión armónica en corriente < 5%
- Valor de distorsión armónica en voltaje < 3 %
- Factor de potencia a la entrada del Variador de Frecuencia a niveles de carga superiores al 15%  $\geq 0,95$ .
- Rango permisible de variación en frecuencia 0-65 Hz
- Eficiencia de todo el conjunto de variador  $\geq 96\%$ .
- El Variador debe operar en un rango de temperatura ambiente entre 0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F) y con una humedad relativa de hasta 95% (sin condensación).
- El equipo debe ser capaz de operar en un rango de altura de 0 a 3000 m sobre el nivel del mar sin menoscabo de la capacidad nominal.
- Soporta aceleraciones verticales y horizontales correspondientes a la Zona Sísmica 4 sin producir movimiento lateral o giro alguno.
- Los Variadores aceptan voltajes de planta nominales trifásicos de: 400/690 VAC, 50-60 Hz.
- La tolerancia del voltaje de entrada es  $\pm 10\%$  del voltaje nominal de la línea.

El voltaje de control para alimentar el sistema de enfriamiento del Variador y sus circuitos de control preferentemente son provistos por el mismo conjunto modular.

Los datos principales del motor principal comandado por el variador 1 son:

- Tipo de alimentación: Inducción
- Numero de fases: 3
- Voltaje de alimentación: 400/690 V
- RPM: 1492
- Potencia: 980Kw
- Corriente Nominal: 906 Amp

Los datos principales de los dos motores emergentes comandados por el variador 2 son:

- Tipo de alimentación: Inducción
- Numero de fases: 3
- Voltaje de alimentación: 400/690 V
- Potencia: 110 kW

## 2.3 Sistema de transmisión de potencia (Reductor de Velocidad)

De acuerdo a las condiciones de operación del sistema, se utiliza la transmisión por Reductor de velocidad de engranajes planetarios, la cual permite garantizar un sistema de reparación rápida de averías mediante cambio estándar del módulo debido a su diseño en pisos desmontables.

Para realizar la selección del motor, es necesario determinar la relación de transmisión del sistema, La velocidad de funcionamiento del sistema es predeterminada y la velocidad del motor debe adaptarse a esta condición.

A partir del cálculo de Potencia de funcionamiento se puede seleccionar preliminarmente un motor estándar que cumpla con las características de diseño y con las siguientes características:

Tabla 2-7 Características del motor

<b>Potencia</b>	980 kW
<b>Velocidad</b>	1500 1/min
<b>Torque</b>	6273 Nm

La velocidad angular de servicio del volante motriz esta dada por:

$$\omega_{Vol} = \frac{V_c}{r_{Vol}}$$

donde:

$\omega_{Vol}$  = Velocidad angular del volante [rad/s]



$V_c$  = Velocidad Tangencial (Velocidad máxima del cable), [ $V_c = 5$  m/s]

$r_{Vol}$  = radio del volante motriz, [ $r_{Vol} = 2,2$  m]

Para determinar la relación de transmisión del sistema se calcula la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N_1}{N_2}$$

donde:

$i$  = Relación de transmisión

$N_1$  = Velocidad angular de engrane motriz (motor), [ $N_1 = 1492$  1/min]

$N_2$  = Velocidad angular del volante motriz, [ $N_2 = 21$  1/min]

### 2.3.1 Cálculo de Relación de transmisión

Tomando en cuenta las expresiones mencionadas y consideraciones de diseño se realizan los siguientes cálculos

$$\omega_{Vol} = \frac{5 \left[ \frac{m}{s} \right]}{2,2 \left[ m \right]} = 2,27 \left[ \frac{rad}{s} \right] \approx 21,7 \text{ RPM}$$

$$i = \frac{1500 \text{ RPM}}{21,7 \text{ RPM}} \approx 70$$

Entonces la relación de transmisión del reductor de velocidad entre el motor principal y el volante motriz tendrá un valor de 70, la construcción estará optimizada para aumentar la resistencia y para reducir el ruido y las vibraciones.

Una bomba mecánica lubrica de manera permanente el reductor.

El reductor también cuenta adicionalmente con un bomba eléctrica, sirviendo de respaldo en caso de falla de la bomba mecánica que está acoplada siempre al reductor.

## 2.4 Sistema de lubricación

El sistema de lubricación se encarga de mantener lubricadas los engranajes epicicloides y partes móviles del reductor de velocidad y los rodamientos del volante motriz. Se consideran dos bombas de lubricación que aseguren redundancia en caso de falla de la bomba principal.

### 2.4.1 Funcionamiento Normal

Este sistema estará comandado por una bomba de lubricación de 400 o 690 V AC (2) que lubrica el reductor.

La bomba 24 V DC (1) no está en funcionamiento cuando la bomba principal de lubricación lo está. La bomba envía aceite al reductor a través de un refrigerador (4), o a través de la derivación (3) si el aceite está demasiado frío.

El diagrama de funcionamiento del sistema de lubricación se detalla en el diagrama:

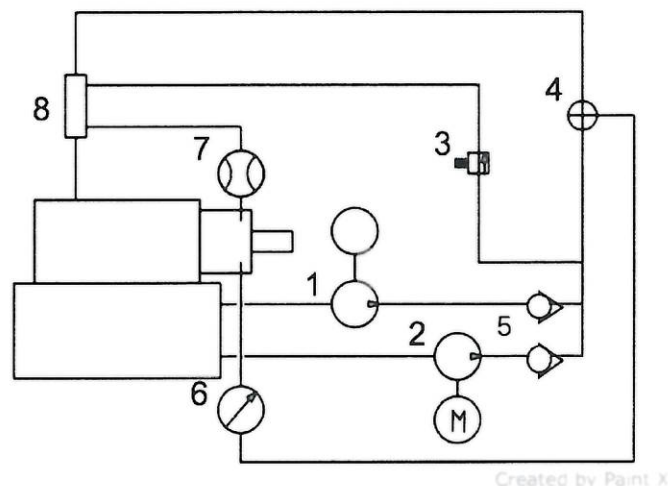


Figura 2-1 Diagrama de funcionamiento del sistema de lubricación

- (1) Bomba hidráulica 24 V DC
- (2) Bomba hidráulica 400/690 V AC
- (3) Derivación

- (4) Refrigerador
- (5) Válvula anti retroceso
- (6) Termómetro
- (7) Caudalímetro
- (8) Empalme de conductos

## 2.5 Sistema de Refrigeración

El reductor está asociado a dos refrigeradores de aceite, para asegurar la redundancia. Permite evitar una elevación demasiado importante de la temperatura del aceite.

Los refrigeradores comprenden:

- Un radiador,
- Un ventilador controlado por el autómata en función de la temperatura del aceite.

Cada ventilador tiene un voltaje de alimentación de 400/690 V y una Potencia de al menos 27 kW

## 2.6 Conexiones mecánicas de equipos

La principal conexión mecánica será la existente entre el motor principal y el reductor de velocidad. Esta transmisión será efectuada mediante un cardán

La conexión entre el reductor de velocidad y el volante motriz, En caso de bloqueo de los rodamientos debe existir un sistema de doble rotación con buje de bronce. El sistema consiste en un acople estándar para poder liberar el volante del motor en caso de evacuación.

## 2.7 Freno Electromagnético

El sistema de frenado está compuesto de un freno principal electromagnético, el cual es capaz de regular la desaceleración del disco de freno a través de una mordaza con pastillas de freno.

## 3. Sistemas Emergentes y Secundarios

El sistema de emergencia permite evacuar la línea del teleférico por medio de dos motores eléctricos independientemente del reductor. Dicho sistema incluirá, un conjunto mecánico que permita desembragar el volante, una corona dentada sobre el volante, dos motores eléctricos desacoplables y un tablero eléctrico que contiene un variador de velocidad.

### 3.1 Central Hidráulica y Frenos de emergencia

El sistema motriz está compuesto también de cuatro frenos de emergencia modulados sobre el volante motriz, dos son de servicio y dos frenos de emergencia. La modulación permite un frenado rápido en función de las condiciones de carga y asegura los tiempos de desaceleración impuestos por normas.

El sistema de frenado del volante se compone de:

- dos frenos que actúan sobre las pistas de frenado del volante motriz
- un soporte para los frenos fijados a la estructura de la estación
- una central hidráulica de mando de los frenos.

Un freno incluye principalmente:

- una pinza con sus dispositivos de fijación al soporte de freno
- dos pastillas de frenado
- un conjunto de arandelas-muelle que desarrolla el esfuerzo de frenado necesario
- un cilindro hidráulico que actúa sobre el conjunto de arandelas-muelle,
- un interruptor de detección de desgaste de las guarniciones y un interruptor de vigilancia de la apertura del freno.

El esfuerzo de frenado se graba en el momento de la puesta en servicio en el chasis del freno, y es regulable y legible en una escala graduada.



### 3.1.1 Funcionamiento del freno

El freno es de funcionamiento hidráulico. La central de mando envía aceite a presión al cilindro del freno. El cilindro comprime el muelle y las pastillas se separan de las pistas de frenado del volante. La central de mando mantiene la presión de aceite y, por lo tanto, la apertura del freno, mientras no se produce ninguna orden de frenado. Cuando se produce una orden de frenado, automático o manual, la central abre el circuito de aceite. La presión cae entonces en el cilindro del freno, lo cual provoca de manera simultánea: el aflojamiento del muelle, y el apriete de las pistas de frenado del volante por las pastillas de freno.

### 3.1.1 Funcionamiento de la central hidráulica de control de freno

#### 3.1.1.1 *Apertura de freno.*

Al activar el freno, la central compuesto de un motor eléctrico, pone en marcha una bomba de engranaje, permitiendo que una bomba aspire en un depósito y lo envíe a presión al cilindro de freno.

#### 3.1.1.2 *Apriete de freno.*

Cuando el freno es controlado por uno de los dispositivos de mando, el cilindro y el muelle del freno se relajan mediante la puesta en depósito del circuito, y los patines aprietan el volante.

### 3.1.1.3 Funcionamiento en caso de ausencia de energía:

Una válvula permite aislar el circuito a presión para mantener el freno abierto, aun tras el corte de la alimentación eléctrica. En este caso, un contacto de seguridad impide la puesta en marcha del transportador aéreo.

Dos válvulas anti-retorno impiden que el aceite vuelva a las bombas.

Una bomba de mano permite abrir el freno.

## 3.2 Motores de emergencia

Los motores eléctricos accionan el volante por medio de una solución piñón - corona. El número y el tamaño de los motores están determinados por el par del reductor.

Un variador de frecuencia acciona automáticamente los motores a potencia constante.

Esto permite evacuar la línea a 100% cargada a una velocidad de 0,5m/s y más si la línea está parcialmente cargada. Después el variador acelera en proporción de la evacuación de la línea hasta llegar a una velocidad de 1 m/s.

Tabla 3-1 Cálculo de potencia de arranque de motores de sistema de emergencia

ÍTEM	DATOS	CÁLCULOS
Fuerza para vencer la inercia del cable [F <sub>c</sub> ]	$m_{c/L} = 11,89 \left[ \frac{Kg}{m} \right]$ $L_{ctotal} = 7538[m]$ $t_{Vmax} = 8 [s]$ $V_c = 1 \left[ \frac{m}{s} \right]$	$m_c = 11,89 \left[ \frac{Kg}{m} \right] \times 7538[m]$ $m_c = 89626,82 [Kg]$ $a_c = 1 \left[ \frac{m}{s} \right] \times 8[s] = 0,125 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$ $F_c = 89626,82 [Kg] \times 0,125 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$ $F_c = 11203,3525 [N]$

<p>Fuerza para vencer la inercia de las cabinas [<math>F_{cab}</math>]</p>	<p><math>N_{cab} = 137</math> <math>m_{cab+pas} = 1700 [Kg]</math> <math>a_c = 0,125 \left[ \frac{m}{s^2} \right]</math></p>	<p><math>F_{cab} = N_{cab} \times m_{cab+pas} \times a_c</math> <math>F_{cab} = 137 \times 1700 [Kg] \times 0,125 \left[ \frac{m}{s^2} \right]</math> <math>F_{cab} = 29112,5 [N]</math></p>
<p>Torque para acelerar el volante motriz y volantes de reenvío [<math>\tau_{vol}</math>]</p>	<p><math>\alpha_{c/vol} = \pi [rad]</math> <math>\rho = 0,002</math> <math>T_{CMax} = 436545 [N]</math> <math>I_{vol} = 6916 [Kg. m^2]</math> <math>r_{vol} = 2,2 [m]</math> <math>N_{vol} = 4</math> <math>V_c = V_{tvol}</math></p>	<p><math>f_{roz1} = 0,002 \times 436545 [N] \times \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)</math> <math>f_{roz1} = 873,09 [N]</math> <math>\omega_{vol} = \frac{V_{tvol}}{r_{vol}} = \frac{1 \left[ \frac{m}{s} \right]}{2,2 [m]} = 0,4545 [rad/s]</math> <math>\alpha_{vol} = \frac{0,4545 \left[ \frac{rad}{s} \right]}{8 [s]} = 0,0568 \left[ \frac{rad}{s^2} \right]</math> <math>\tau_{vol} = 4 \times \left( 6916 [Kg. m^2] \cdot 0,0568 \left[ \frac{rad}{s^2} \right] + 873,09 [N] \cdot 2,2 [m] \right)</math> <math>\tau_{vol} = 9255,01 [Nm]</math></p>
<p>Torque para acelerar las poleas [<math>\tau_{pol}</math>]</p>	<p><math>\alpha_{c/pol} = \frac{\pi}{90} [rad]</math> <math>\rho = 0,002</math> <math>T_{Max} = 436545 [N]</math> <math>I_{pol} = 1,76 [Kg. m^2]</math> <math>\bar{r}_{pol} = 0,2585 [m]</math> <math>N_{pol} = 670</math></p>	<p><math>f_{roz2} = 0,002 \times 436545 [N] \times \sin\left(\frac{\pi}{90}\right)</math> <math>f_{roz2} = 15,237 [N]</math> <math>\omega_{pol} = \frac{V_{tpol}}{r_{pol}} = \frac{1 \left[ \frac{m}{s} \right]}{2,2585 [m]}</math> <math>\omega_{pol} = 3,86 [rad/s]</math> <math>\alpha_{pol} = \frac{3,868 \left[ \frac{rad}{s} \right]}{8 [s]} = 0,48 \left[ \frac{rad}{s^2} \right]</math> <math>\tau_{pol} = 670 \times \left( 1,76 [Kg. m^2] \cdot 0,48 \left[ \frac{rad}{s^2} \right] + 15,237 [N] \cdot 0,2585 [m] \right)</math> <math>\tau_{pol} = 3209,275 [Nm]</math></p>

Torque para acelerar los segmentos de cable [ $\tau_s$ ]	$I_C = 371,04 \text{ [Kg. m}^2\text{]}$ $\alpha_C = \alpha_{Vol} = 0,056 \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \right]$ $N_{Vol} = 4$	$\tau_s = 4 \times (371,04 \text{ [Kg. m}^2\text{]} \cdot 0,0568 \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \right])$ $\tau_s = 84,32 \text{ [Nm]}$
---	--	--

### 3.2.1 Potencia de arranque del sistema

Una vez calculado los parámetros que intervienen en la determinación de la Potencia de arranque, se procede a relacionarlos mediante la siguiente ecuación:

$$P_{arranque} = \sum F_i \times V + \tau_i \times \omega$$

Donde:

$F_i$  : Fuerzas influyentes en el sistema [N]

$V$  : Velocidad de funcionamiento del sistema [m/s]

$\tau_i$  : Torques influyentes en el sistema [N.m]

$\omega$  : Velocidad angular de funcionamiento del sistema [rad/s]

Evaluando la Ecuación de potencia de arranque, Se obtiene:

Tabla 3-2 Cálculo de Potencia de sistema de emergencia

<b>FUERZA/TORQUE</b>	<b>VALOR</b>	<b>VELOCIDAD LINEAL/ANGULAR</b>	<b><math>P_i</math></b>
$F_c$	11203,3525 [N]	1 [m/s]	11203,3525 [W]
$F_{cab}$	29112,5 [N]	1 [m/s]	29112,5 [W]
$\tau_{Vol}$	9255,01 [Nm]	0,45 [rad/s]	4206,82281 [W]
$\tau_{Pol}$	3209,27 [Nm]	3,86 [rad/s]	12414,99 [W]
$\tau_s$	84,32 [Nm]	0,45 [rad/s]	38,33057851 [W]
		TOTAL	56975,99 [W]
		TOTAL	56,98 [KW]



En consecuencia la Potencia de arranque necesaria para vencer la inercia del sistema es de 56,98 [KW], aproximadamente 76 [HP]

### 3.2.2 Cálculo de potencia de funcionamiento

Tomando en cuenta las expresiones mencionadas y consideraciones de diseño se realizan los siguientes cálculos

Tabla 3-3 Cálculo de fuerzas de funcionamiento de sistema de emergencia

ÍTEM	DATOS	CÁLCULOS
Fuerza para levantar el peso de vehículos de transporte en el tramo 1 [ $F_{T1}$ ]	$N_{cabT1} = 5$ $W_{cab+pas} = 16677 [N]$	$W_{cab} = 5 \times 16677 [N] = 83385 [N]$
Fuerza para levantar el peso de vehículos de transporte en el tramo 1 [ $F_{T2}$ ]	$N_{cabT2} = 4$ $W_{cab+pas} = 16677 [N]$	$W_{cab} = 4 \times 16677 [N] = 66708 [N]$
Fuerza para vencer el rozamiento de rodamientos en volantes y poleas [ $f_{rozT}$ ]	$N_{Vol} = 4$ $N_{Pol} = 670$	$f_{roz1} = 0,002 \times 436545 [N] \times \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)$ $f_{roz1} = 873,09 [N]$ $f_{roz2} = 0,002 \times 436545 [N] \times \sin\left(\frac{\pi}{90}\right)$ $f_{roz2} = 15,237 [N]$ $f_{rozT} = (4 \times 873,09 [N])$ $\quad + (670 \times 15,237 [N])$ $f_{rozT} = 13701,49 [N]$

Torque para doblar elásticamente el cable alrededor de los volantes. $[\tau_d]$	$\alpha_{c/Vol} = \pi \text{ [rad]}$ $\rho = 0,002$ $E = 5,60E + 09 \text{ [Kg/m}^2\text{]}$ $r_{Vol} = 2,2 \text{ [Kg. m}^2\text{]}$ $r_c = 0,027 \text{ [m]}$ $N_{Vol} = 4$	$I = \frac{\pi \times 0,027^4 \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]}{4}$ $I = 4,17E - 07 \text{ [m}^4\text{]}$ $\tau_d = \frac{4 \times 5,60E + 09 \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \right] \times 4,17E - 07 \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \right]}{2,2 \text{ [m]}}$ $\tau_d = 4249,827 \text{ [Nm]}$
--	--	---

### 3.2.3 Potencia de funcionamiento

Una vez calculado los parámetros que intervienen en la determinación de la Potencia de funcionamiento, se procede a relacionarlos mediante la siguiente ecuación:

$$P_{funcionamiento} = \sum F_i \times V + \tau_i \times \omega$$

Donde:

$F_i$  : Fuerzas influyentes en el sistema [N]

$V$  : Velocidad de funcionamiento del sistema [m/s]

$\tau_i$  : Torques para doblar elásticamente el cable alrededor de los volantes [N.m]

$\omega$  : Velocidad angular de funcionamiento del sistema [rad/s]

Evaluando la Ecuación de cálculo de potencia de funcionamiento, Se obtiene

Tabla 3-4 Cálculo de Potencia de sistema de emergencia

FUERZA/TORQUE	VALOR	VELOCIDAD LINEAL/ANGULAR	POTENCIA
$F_{T1}$	83385 [N]	1 [m/s]	83385 [W]

$F_{T2}$	66708 [N]	1 [m/s]	66708 [W]
$f_{RozT}$	13701,49 [N]	1 [m/s]	13701,49 [W]
$\tau_{Pol}$	1931,73 [Nm]	0,45 [rad/s]	1931,73 [W]
		TOTAL	165726,23 [W]
		TOTAL	165,726 [KW]

En consecuencia la Potencia de arranque necesaria para vencer la inercia del sistema es de 165,726 [KW], aproximadamente 222 [HP].

Consecuentemente y considerando un sobredimensionamiento de 20%, se selecciona un motor de al menos 220 [kW] o dos motores de 110 [kW] cada uno.

### 3.3 Grupo electrógeno

Un grupo electrógeno de emergencia con salida de voltaje de 400/690 V que está alimentado por la red en caso de interrupción de suministro eléctrico compone el sistema de emergencia, el cambio se realizara desde un seccionador en el armario de potencia y esto permitirá evacuar la línea del teleférico con una carga de 100% a una velocidad de 0,5 m/s hasta 1m/s. El grupo electrógeno se encarga de alimentar a los dos motores eléctricos de emergencia de 110 [kW] además de también alimentar funciones auxiliares de la estación cuando esta se encuentra desprovista de corriente.

Calculando un sobredimensionamiento de un 20% y considerando la carga de eléctrica para suplir las necesidades energéticas de las facilidades de la estación colinas. Se recomienda la selección de un grupo electrógeno de 300 [kW] de Potencia.

### 3.4 Sistema de Cadencia

El sistema de cadencia permite conservar un espacio idéntico entre vehículos. Para eso el sistema de control calcula continuamente la separación entre cada cabina. Cada sistema tendrá un Motor cadenciador cuya función será la de controlar el intervalo entre dos vehículos consecutivos y en caso de ser necesario corregir su distancia. El cadenciador permitirá una corrección de  $\pm 0.2\text{m/s}$  independientemente de la velocidad de la instalación, permitiendo adelantar o retrasar cada vehículo. El cadenciador estará constituido esencialmente por un moto reductor de tornillo sin fin y un reductor epicicloidal.

#### 3.4.1 Potencia del Motor de cadencia

El dimensionamiento de potencia mínima necesaria para el motor de cadencia se realiza calculando la fuerza necesaria para mover cuatro cabinas completamente cargada de pasajeros.

Según teoría de trabajo virtual [4], se analiza la rueda que sostiene a la cabina y gira sobre una riel en zona de cadencia.

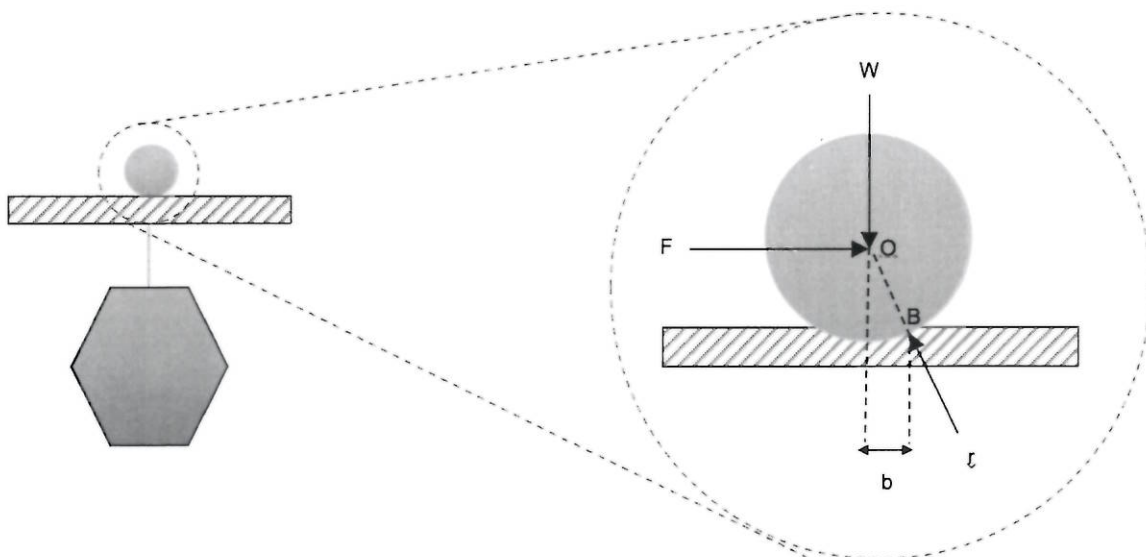


Figura 3-1 Diagrama de Fuerza del volante de reenvío



La ecuación de trabajo virtual aplicada al sistema esta determinada por la siguiente ecuación:

$$F_c \times r_{rueda} = W \times b$$

$$F_{total} = F_c \times N_{cab}$$

Donde:

$F_c$  : Fuerza necesaria para mover una cabina [N]

$r_{rueda}$ : Radio de la rueda de suspensión de cabina [m]

$W_{cab+pas}$ : Peso de una cabina cargada [N]

$b$ : Distancia Horizontal entre O y B [N]

$F_{total}$  : Fuerza necesaria para mover el numero total de cabinas ubicadas simultáneamente en el área de cadencia [N]

$N_{cab}$ : Numero de cabinas a ser movilizadas en zona de cadencia

#### 3.4.1.1 Cálculo de Fuerza del motor de cadencia

Tomando en cuenta las expresiones mencionadas y consideraciones de diseño se realizan los siguientes cálculos

Tabla 3-5 Cálculos de fuerzas consideradas en el motor de cadencia

ÍTEM	DATOS	CÁLCULOS
Fuerza necesaria para mover una cabina [F]	$m_{cab+pas} = 1700 [kg]$ $g = 9,81[m/s^2]$ $r_r = 0,055 [m]$ $b = 0,0125 [m]$ $N_{cab} = 4 [u]$	$F_c = \frac{1700 [kg] \times 9,81 \left[ \frac{m}{s^2} \right] \times 0,0125 [m]}{0,055 [m]}$ $F_c = 3790,22 [N]$ $F_{total} = 3790,22[N] \times 4[u]$ $F_{total} = 15160,9091[N]$

### 3.4.2 Potencia de funcionamiento

Una vez calculado la fuerza mínima necesaria para mover cuatro cabinas, se procede a determinar la potencia de funcionamiento del motor de cadencia, mediante la siguiente ecuación:

$$P_{funcionamiento} = \sum F_i \times V$$

Donde:

$F_i$  : Fuerzas influyentes en el sistema [N]

$V$  : Velocidad de transporte de la cabina en la zona de cadencia [m/s], Véase Producto 2, Sistema de vías principales.

$$P_{funcionamiento} = 15160,9091 [N] \times 0,25 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$P_{funcionamiento} = 3790,22 [W]$$

En consecuencia la Potencia mínima necesaria para el motor de cadencia será de 3,8 [KW]. Consecuentemente y considerando un sobredimensionamiento de 20%, se recomienda seleccionar un motor de al menos 4,5 a 5 [kW].

## 3.5 Subsistema de arrastre de vehículos en garaje

Corresponde a la instalación de un sistema mecánico ubicado en la estación motriz cuya función es desplazar los vehículos desde las vías principales hacia el área de garaje a lo largo de un sistema de rieles.

El trabajo deberá ejecutarse en forma técnica empleando materiales de primera calidad, mano de obra ejecutada por personal experto bajo la dirección de un técnico especializado.

El sistema está ubicado en la estación motriz, y su función es trasladar los vehículos hacia el área de garaje. Los vehículos son desplazados a lo largo de los rieles guías mediante brazos mecánicos que las ubican en su posición final. Estos brazos mecánicos están acoplados a un sistema motriz cadena-piñón. Se establecen cinco circuitos para el desplazamiento de los vehículos como se muestra en el plano QC-OR-E3-MEC-SE-200, cuatro de estos circuitos están montados paralelamente y reciben las cabinas que se desplazan por el circuito principal.

El sistema está constituido por al menos seis motoredutores, los cuales movilizan los circuitos de cadena industrial independientemente. Los brazos mecánicos deben asegurar el traslado de los vehículos a una velocidad de 0.25m/s y desacoplarse una vez que la cabina ha sido ubicada en el respectivo espacio de estacionamiento. La estructura debe estar constituida por soportes para ruedas dentadas, cadenas y rieles guías, todas montadas a la estructura principal. El sistema debe garantizar seguridad y confiabilidad.

### 3.5.1 Potencia de Motores del subsistema de arrastre de vehículos en garaje

El dimensionamiento de potencia mínima necesaria para los motores que movilizan cadenas industriales se realiza calculando la fuerza necesaria para mover un máximo de 6 cabinas sin carga de pasajeros en cada hilera de estacionamiento.

Según teoría de trabajo virtual analizada en el capítulo 3.4.1 Potencia del Motor de cadencia, se analiza la rueda que sostiene a la cabina y gira sobre una riel en zona de garaje.

Se determina un área de garaje que abarque el total de cabinas con el que inicia el sistema (87 cabinas). Las cabinas sin carga están distribuidas en 4 hileras paralelas que guardan un máximo 22 cabinas cada una. Se considera como un circuito de desplazamiento el conjunto de cadena y motor, que desplaza un máximo



de 6 cabinas simultáneamente a una velocidad de 0,25 m/s. Se ha diseñado un total de cinco circuitos que completan el subsistema de arrastre de cabinas en el área de garaje.

La ecuación de trabajo virtual aplicada al sistema está determinada por la siguiente ecuación:

$$F_c \times r_{rueda} = W \times b$$

$$F_{total} = F_c \times N_{cab}$$

Donde:

$F_c$  : Fuerza necesaria para mover una cabina [N]

$r_{rueda}$  : Radio de la rueda de suspensión de cabina [m]

$W_{cab}$  : Peso de una cabina [N]

$b$  : Distancia Horizontal entre O y B [N]

$F_{total}$  : Fuerza necesaria para mover el numero total de cabinas ubicadas simultáneamente en el área de cadencia [N]

$N_{cab}$  : Numero de cabinas a ser movilizadas simultáneamente en zona de garaje

### 3.5.1.1 Cálculo de Fuerza del motor de cadencia

Tomando en cuenta las expresiones mencionadas y consideraciones de diseño se realizan los siguientes cálculos

Tabla 3-6 Cálculos de fuerzas consideradas en el motor de cadencia

ÍTEM	DATOS	CÁLCULOS
Fuerza necesaria para mover una cabina [F]	$m_{cab} = 900 [kg]$ $g = 9,81 [m/s^2]$ $r_r = 0,055 [m]$ $b = 0,0125 [m]$ $N_{cab} = 6 [u]$	$F_c = \frac{900 [kg] \times 9,81 \left[ \frac{m}{s^2} \right] \times 0,0125 [m]}{0,055 [m]}$ $F_c = 2006,59 [N]$ $F_{total} = 2006,59 [N] \times 6 [u]$ $F_{total} = 12039,54 [N]$



### 3.5.2 Potencia de funcionamiento

Una vez calculado la fuerza mínima necesaria para mover 6 cabinas, se procede a determinar la potencia de funcionamiento del motor de cadencia, mediante la siguiente ecuación:

$$P_{funcionamiento} = \sum F_i \times V$$

Donde:

$F_i$  : Fuerzas influyentes en el sistema [N]

$V$  : Velocidad de transporte de la cabina en la zona de cadencia [m/s]

$$P_{funcionamiento} = 12039,54[N] \times 0,25 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$P_{funcionamiento} = 3009,88 [W]$$

En consecuencia la Potencia mínima necesaria para el motor de cadencia será de 3 [KW]. Consecuentemente y considerando un sobredimensionamiento de 20%, se recomienda seleccionar un motor de al menos 3,5 [kW] para cada circuito de desplazamiento.

Debido a las dimensiones funcionales de las rieles se selecciona un radio de rueda dentada preliminar de 19 cm. Esto representa una velocidad angular en la rueda dentada de 12,61RPM

$$\omega = \frac{V_{cadena}}{r_{rd}}$$

Donde:

$V_{cadena}$  : Velocidad lineal de la cadena [m/s]

$r_{rd}$ : Radio de la rueda dentada [m]

Entonces:

$$\omega = \frac{0,25 \left[ \frac{m}{s} \right]}{0,19 [m]} = 1,32 \left[ \frac{1}{rad} \right] \approx 12,61 [rpm]$$

### 3.5.1 Selección de cadena de transmisión<sup>[5]</sup>

Se considera que el tiempo de servicio del subsistema de arrastre de vehículos será 2 horas por día, el factor de servicio (FS) será de 1, debido a que el tipo de impulsor es un motor eléctrico aplicado a cargas uniformes de tipo ligera.

$$P_{diseño} = P_{funcionamiento} \times FS$$

$$P_{diseño} = 3,5 [kW] \times 1.0$$

$$P_{diseño} = 3,5 [kW]$$

La rapidez de desplazamiento dentro del área de garaje está limitada a una velocidad constante de 0,25 [m/s], lo que determina una relación de transmisión entre ruedas dentadas de  $i=1.0$ .

De acuerdo a la experiencia de los fabricantes y con el objetivo de optimizar el rendimiento de la transmisión se utilizan catálogos que permitan la selección del paso adecuado de cadena.

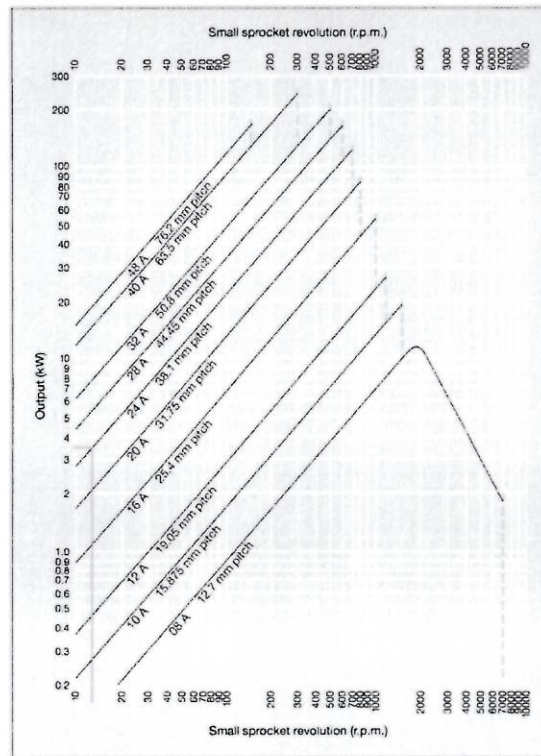


Figura 3-2 Curvas de potencia transmisibles Cadena simple <sup>[6]</sup>

De la figura anterior (líneas rojas) se selecciona una cadena de paso de 38,1 mm (24A), este valor se determina mediante la potencia de diseño [kW] y la velocidad de la rueda dentada [rpm]. Determinado el paso de la cadena se procede a determinar el número de dientes mínimo requerido para la rueda dentada.

Tabla 3-7 Determinación del número de dientes mínimo para la transmisión de potencia (paso 38,1 mm) <sup>[6]</sup>

Number of teeth	Reference ∅ mm	Small sprocket revolution																			
		10	25	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
		Hand lubrication		Drip lubrication			Oil bath lubrication					Forced feed lubrication									
13	159.20	1.37	3.12	5.81	10.83	15.58	20.25	29.17	37.75	46.17	54.42	49.50	40.50	33.92	29.00	25.08	22.08	19.58	17.50	15.75	-
14	171.20	1.47	3.36	6.29	11.75	16.92	21.92	31.58	40.92	50.00	58.92	55.33	45.25	37.92	32.42	28.08	24.67	21.83	19.58	10.50	-
15	183.30	1.59	3.63	6.77	12.67	18.25	23.58	34.00	44.08	53.83	63.42	61.33	50.25	42.08	35.92	31.17	27.33	24.25	21.67	3.75	-
16	195.30	1.71	3.89	7.27	13.58	19.50	25.33	36.50	47.25	57.75	68.08	67.58	55.33	46.33	39.58	34.33	30.08	26.67	23.92	-	-
17	207.30	1.82	4.16	7.76	14.50	20.83	27.00	38.92	50.42	61.67	72.67	74.00	60.58	50.75	43.33	37.58	33.00	29.25	26.17	-	-
18	219.40	1.94	4.42	8.25	15.42	22.17	28.75	41.42	53.58	65.50	77.25	80.58	66.00	55.33	47.25	40.92	36.00	31.92	23.83	-	-
19	231.50	2.06	4.68	8.75	16.33	23.50	30.42	43.92	56.83	69.50	81.92	87.50	71.58	60.00	51.17	44.42	38.92	34.58	17.33	-	-
20	243.60	2.17	4.96	9.25	17.25	24.83	32.17	46.42	60.08	73.50	86.67	94.17	77.33	64.75	55.33	47.92	42.08	37.33	9.25	-	-
21	255.60	2.29	5.22	9.75	18.17	26.17	33.92	48.92	63.33	77.50	91.67	101.67	83.17	69.67	59.50	51.58	45.25	40.17	-	-	-
22	267.70	2.41	5.49	10.25	19.17	27.58	35.67	51.42	66.58	81.42	95.83	109.17	89.17	74.75	63.83	55.33	48.50	41.83	-	-	-
23	279.80	2.52	5.77	10.75	20.08	28.92	37.50	54.00	69.92	85.83	100.83	115.83	95.00	79.92	68.17	59.08	51.92	35.33	-	-	-
24	291.90	2.65	6.04	11.25	21.00	30.33	39.25	56.50	73.25	89.17	105.83	120.83	101.67	85.00	72.67	62.92	55.25	27.17	-	-	-
25	304.00	2.77	6.31	11.75	22.00	31.67	41.00	59.08	76.50	93.33	110.00	126.67	108.33	90.83	77.33	67.00	58.75	-	-	-	-
28	340.30	3.12	7.12	13.33	24.83	35.75	46.33	66.75	86.67	105.83	124.17	143.33	128.33	107.50	91.67	79.42	-	-	-	-	-
30	364.50	3.37	7.68	14.33	26.75	38.58	49.92	71.92	93.33	114.17	134.17	154.17	141.67	119.17	101.67	88.33	-	-	-	-	-
32	388.70	3.61	8.23	15.33	28.67	41.25	53.42	77.00	100.00	121.67	143.33	165.00	156.67	130.83	111.67	85.00	-	-	-	-	-
35	425.00	3.97	9.08	16.92	31.58	45.50	58.92	85.00	110.00	134.17	158.33	181.67	179.17	150.00	128.33	56.92	-	-	-	-	-
40	485.60	4.59	10.50	19.58	36.50	52.58	68.08	98.33	127.50	155.00	183.33	210.00	212.50	170.00	85.83	-	-	-	-	-	-

De acuerdo a las especificaciones del número de dientes del piñón requerido para esta cadena es de 32 dientes y un diámetro estándar de rueda dentada de 388,70 [mm]

## 4. Sistema de tensión

El sistema de tensión se ubicará en las dos estaciones extremas. Los grupos de tensión de cable serán idénticos para los dos sistemas y funcionaran según el mismo principio de anclaje fijo. El grupo de tensión ubicado en las estaciones retorno incluye: Anclajes de fijación de estación, ménsulas de estaciones, un carro de tensión con 1.5 metros adicional de una plataforma desplazable para poder compensar el alargamiento del cable, un cilindro de tensión de carrera de cuatro metros con su respectiva central hidráulica de control y el volante de retorno.

Un cilindro de compresión es alimentado por la central hidráulica en cada estación extrema, Ofelia y La Roldós. Un eje dinamométrico montado a nivel de la fijación del cilindro controla de manera permanente la tensión del cable. El cilindro estará fijado por una parte, sobre la



ménsula delantera de estación, y por otra sobre el carro de tensión. Una eclisa regulable completará el dispositivo para aumentar la carrera funcional. De esta manera, la carrera del conjunto del carro de tensión permitirá recuperar la carrera funcional y el alargamiento del cable. El cilindro hidráulico también podrá empujar para dar tensión al sistema. La configuración del sistema debe facilitar las operaciones de mantenimiento del cilindro, permitiendo desmontar el cilindro con su vástago totalmente recogido.

El grupo de tensión incluye un cilindro hidráulico amarrado al carro y a la estructura fija de la estación, una central hidráulica de control y flexibles de conexión.

El sistema de tensión del cable en su conjunto se compone de los siguientes elementos:

- Carro de tensión
- Cilindro hidráulico
- Central hidráulica
- Dispositivo de final de carrera del cilindro y del carro

## 4.1 Carro de tensión

El carro de tensión, que lleva el volante o polea de retorno, se desplaza por pistas de rodadura.

El carro está equipado con cuatro patines de deslizamiento montados al final de dos ejes: un eje delantero y un eje .

Dos patines anti basculantes, fijados contra las placas situadas en la parte delantera del carro, completan el equipamiento.

Durante la utilización, el carro queda inmovilizado mediante eclisas regulables amarradas a la ménsula trasera, en el lugar de un cilindro de tensión.

Cuando el alargamiento del cable ha absorbido la carrera disponible del cilindro de tensión en la estación motriz, una disposición permite sacar el carro de la estación de retorno, para volver a dar carrera al cilindro y de este modo retrasar, e incluso evitar, una operación de acortamiento del cable de la unidad. Para ello, el carro de la estación puede desplazarse y permitir acortar las eclisas de amarre del carro.

## 4.2 Central hidráulica

El cilindro hidráulico es alimentado por una central hidráulica cuyo diagrama de funcionamiento hidráulico se encuentra adjuntado a este documento en el plano QC-OR-E1,4-MEC-ST-100, Diagrama De Funcionamiento De Central Hidráulica. El sistema teleférico requiere de dos centrales hidráulicas idénticas, cada una ubicada en las estaciones extremas, una en la estación Ofelia y otra en la estación Roldós.

La tensión la efectúa un cilindro hidráulico, amarrado por una parte a la estructura de la estación, y por la otra al carro. Su funcionamiento se describe a continuación a partir del esquema hidráulico y configuración de umbrales:

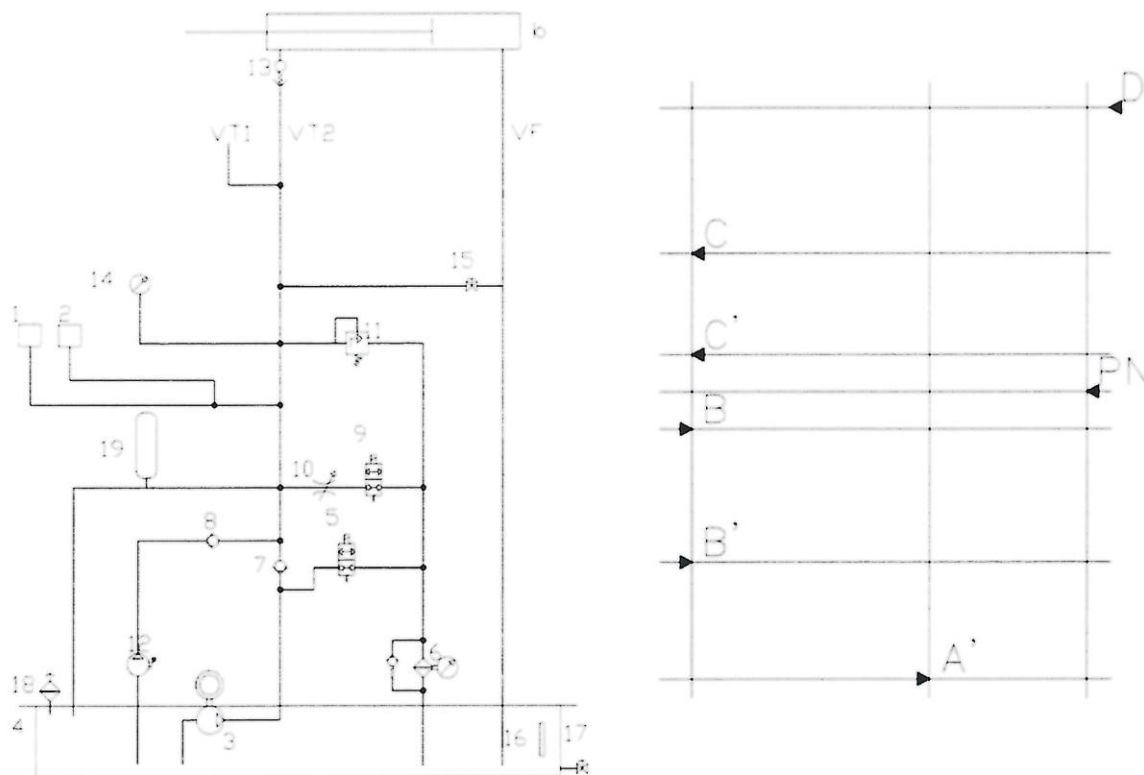


Figura 4-1 Esquema Hidráulico y configuración de umbrales de presión en la central hidráulica de tenisón

El sistema hidráulico funciona reconociendo la información de un detector de presión (1) y un mano contacto electrónico (2). El detector de presión comunica continuamente a la central

el nivel de presión y el mano contacto funciona como seguridad que supervisa la presión hidráulica y en caso de fallo, ordena al autómatas, la detención del cilindro tensor.

El pilotaje de la central hidráulica se basa en el control de la Presión Nominal (PN). Cuando la presión baja a un nivel mas bajo que PN, (B), el detector de presión (2) informará a la Bomba (3) y entrará en funcionamiento. Aceite será aspirado en el depósito (4). Este pasará por el electro distribuidor (5) y regresará al depósito luego de pasar por un filtro (6). Luego de cebar la bomba rápidamente, el electro distribuidor (1) se desactiva y el aceite es dirigido hacia el cilindro y al acumulador (19)

Cuando la presión alcanza el nivel PN, el detector de presión (2) detiene la Bomba (3) y las válvulas anti retorno (7)(8) impiden el regreso de aceite a la bombas.

Cuando la presión sube a un nivel más alto que PN, (C), el detector de presión (2) provoca la excitación del electro distribuidor (9) y permite el paso de aceite hacia el filtro (6) con un caudal controlado por la válvula de estrangulación (10). Una vez que la presión baja al umbral C', el electro distribuidor se desactiva.

Si a pesar del funcionamiento de la bomba, la presión alcanza el nivel bajo (A'), el mano contacto (1) desactivara completamente el sistema.

Si a pesar de la regulación continua de la presión, se alcanza una sobrepresión (D), el mano contacto detiene el sistema. El limitador de presión se ajusta a una presión por encima de el umbral (D).

Si el manómetro no detecta una sobrepresión, el aceite se escapa por el limitador (11), que se ajusta por encima del umbral D y regresa al depósito.

Dispositivos de seguridad complementaria son considerados en el diseño de la central hidráulica.

Bombeo manual es posible realizarse a partir de la bomba manual (12). También se considera una válvula de seguridad (13) montada en el cilindro que se cierra en caso de rotura del flexible entre el cilindro y la central. El filtro (6) esta equipado con un indicador visual y una válvula de derivación.

El control de la presión se puede visualizar mediante el manómetro (14)

Otros elementos que componen la central hidráulica:

VT2: conexión de flexible Cilindro Barra

VF: conexión de flexible Cilindro Fondo

1: Mano contacto

2: Detector de presión

3: Bomba

4: Depósito

5: Electro distribuidor

6: Filtro de aceite

7: Válvula antiretorno

8: Válvula antiretorno

9: Electro distribuidor

10: Válvula de estrangulación

11: Limitador

12: Bomba Manual

13: Válvula de seguridad

14: Manómetro

15: Válvula de descarga

16: Controlador de nivel de aceite

17: Válvula de vaciado de aceite

18: Orificio de relleno de aceite

19: Acumulador



### 4.3 Distancia de desplazamiento del cable

Primero se analiza la distancia aproximada de desplazamiento que tiene el sistema, es decir la variación de longitud que tendrá el cable cuando esta a plena y sin carga. Para ello se utilizan las ecuaciones a continuación detalladas en el Informe Producto 1, Capítulo F, Modelación del sistema.

Longitud del cable:

$$L = \left( a + \frac{8y_c^2}{3S^2} \right) \sqrt{S^2 + h^2}$$

donde:

$a$  : Ángulo que forma la tensión derecha del cable [rad]

$y_c^2$  : Flecha en el punto medio de la luz que forma el cable [m]

$S^2$  : Luz entre los apoyos del cable [m]

$h^2$  : Diferencia de altura entre los apoyos del cable [m]

Los resultados de estas simulaciones para cada tramo de los dos segmentos de la línea de teleférico se resumen en el siguiente cuadro:

#### Segmento 1

Tabla 4-1 Estiramiento del cable por tramo, segmento Ofelia - Colinas

<b>Tramo</b>	<b>Lc Con carga [m]</b>	<b>L Sin carga [m]</b>
1	23,84009191	23,84013137
2	135,321266	135,3284705
3	214,6275412	214,6563267
4	249,156552	249,2015892
5	166,505431	166,5188211
6	85,71376928	85,7155924
7	86,33308639	86,33490638

8	65,41000529	65,41082031
9	36,63987015	36,64001153
10	74,04585278	74,04702718
11	215,70519	215,7342295
12	186,7788827	186,7978434
13	214,2059555	214,2345781
14	231,7168514	231,7530797
15	101,5334444	101,5364927
16	245,0464049	245,0892548
17	326,2919041	323,2862535
18	34,57042137	34,56012022
Total	2693,442	2690,685

## Segmento 2

Tabla 4-2 Estiramiento del cable por tramo. segmento Colinas – La Roldós

<b>Tramo</b>	<b>Lc Con carga [m]</b>	<b>L Sin carga [m]</b>
19	33,49037584	33,49048487
20	33,69171552	33,69182394
21	65,10616914	65,10689397
22	113,2644159	113,2682719
23	155,6126221	155,6227962
24	79,60369883	79,60513641
25	70,23583996	70,23684611
26	234,8137825	232,6171069
27	149,0344795	148,2780852
28	78,75564448	78,58706205
	1013,608	1010,504

La variación de longitud del cable con y sin carga son calculados .

$$\Delta L = L_c - L$$

Segmento 1

$$\Delta L = 2693,442 [m] - 2690,685[m] = 2,75 [m]$$

Segmento 2

$$\Delta L = 1013,608 [m] - 1010,504[m] = 3,1042[m]$$

## 4.4 Dilatación Térmica

También debe considerarse la expansión térmica longitudinal del cable,. Esta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta L_{termico} = \alpha \cdot L_o \cdot \Delta T$$

donde:

$\Delta L$  : Variación de Longitud [m]

$\alpha$ : Coeficiente de expansión lineal [rad]

$L_o$  : Longitud del cable [m]

$\Delta T$  : Variación de temperatura [°C]

Para determinar la Variación de Longitud presente en el cable, se utilizan los siguientes datos, considerando también el alargamiento elástico del cable, Véase: "Informe producto 1, Influencia del alargamiento elástico y de la temperatura en el cable portador-tractor"

$\alpha$ : 1,25E-05 [°C-1]

$L_{Ofelia-Colinas}$  : 5471 [m]

$L_{Colinas-Roldos}$  : 2083,6 [m]

$\Delta T$  : 30 [°C]

La dilatación térmica en cada segmento es:

Segmento 1 Ofelia Colinas

Dilatación en la línea: 2,05 [m]

Segmento 2 Colinas Roldós

Dilatación en la línea: 0,78 [m]

## 4.5 Expansión total del cable

Entonces la Expansión total del cable a corregirse con el cilindro tensor en cada segmento será la suma de la distancia de desplazamiento del cable más la dilatación térmica del mismo.

Segmento 1 Ofelia Colinas

$$\Delta L_1 = 2,75 [m] + 2,05[m] = 4,8 [m]$$

Segmento 2 Colinas – Roldós

$$\Delta L_2 = 3,1042 [m] + 0,78[m] = 3,88 [m]$$

Considerando que el pistón debe corregir la variación de longitud del cable, se recomienda la selección de un pistón de al menos 3 [m] de longitud, ya que con este se podrá corregir la longitud del cable en cada segmento hasta 6 [m].

## 4.6 Potencia de la central hidráulica para el sistema tensor

La Fuerza necesaria de la central hidráulica que controla el pistón de corrección de longitud del cable está determinada por la tensión máxima del cable



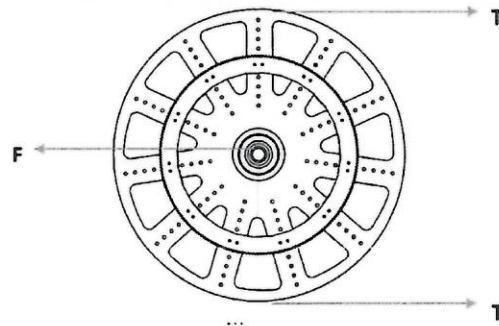


Figura 4-2 Diagrama de Fuerzas del volante de reenvío

Entonces, la fuerza que tiene que realizar el cilindro pistón será

$$F_{CH} = 2T_{CMax}$$

donde:

$F_{CH}$  : Fuerza de trabajo de la central Hidráulica [N]

$T_{CMax}$ : Tensión máxima del cable [N]

La potencia que la central hidráulica tendrá que suministrar al cilindro pistón con una velocidad de acción de 0,006 [m/s] será:

$$P_{CH} = 2T_{CMax} \times V_p$$

donde:

$P_{CH}$  : Potencia de trabajo de la central Hidráulica [N]

$T_{CMax}$ : Tensión máxima del cable [N]

$V_p$ : Velocidad de acción del pistón

$$P_{CH} = (2 \times 436545 [N]) \times 0,006 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$P_{CH} = 5238,54 [W]$$

Entonces la potencia nominal de trabajo recomendada para la central Hidráulica de control de pistón será de al menos 5,2 [kW].

#### Referencias Bibliográficas

- [1] Z. LOAYZA, Diseño del sistema teleférico tipo turístico de 700M entre el barrio 6 de diciembre balneario de la Sucia ubicados en el cantón San Miguel de los Bancos, QUITO, PICHINCHA: N/A, 2012.
- [2] R. J. R. E. PARRA L., Diseño de cabinas teleféricos para recorrido turístico, Quito: Tesis Escuela Politécnica Nacional, 2000, pp. 101-108.
- [3] R. FAG, «CATÁLOGO WL 41 520/3SB,» p. 96.
- [4] J. M. BEER, Mecánica Vectorial para Ingenieros, Estática, Novena ed., Mc. Graw Hill.
- [5] R. MOTT, Diseño de elementos de Máquinas, Pearson Educación, 2006.
- [6] [www.balbinoehijos.com](http://www.balbinoehijos.com). [En línea]. Available:  
[www.balbinoehijos.com/index.php?option=com\\_k2](http://www.balbinoehijos.com/index.php?option=com_k2).
- [7] T. MEGSON, Structural and Stress Analysis, London: B&H, 2000.
- [8] P. GALABRU, Tratado de Procedimientos Generales de Construcción, E. Reverté, Ed., 1964.

## 5. Especificaciones Técnicas

### 5.1 Sistema Motriz Principal

#### 5.1.1 Motor Principal

SMP-001	Rubro	MOTOR PRINCIPAL
	Unidad	U

#### **Definición**

Es el motor eléctrico principal que cumple la función de transformar energía eléctrica en energía mecánica para dar movimiento, a través del reductor, al volante motriz doble el cual da movimiento al cable tractor-portador y todos sus elementos de carga.

#### **Descripción**

El suministro del motor principal será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje. El suministro consta del equipo principal citado, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples mecánicos, y transmisión por cardán entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones mínimas, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Corriente alterna
- Voltaje de alimentación 400/690 V
- Potencia nominal mínima de 980 kW
- Frecuencia 50-60Hz,
- Clase Térmica: 155(F) a 155(F)
- Torque mínimo del motor de 6273 Nm
- Factor de servicio: 100
- Norma de refrigeración IC411: Refrigeración de circuito abierto auto ventilado

- Corriente Nominal: VD 954 A
- Eficiencia acorde a IEC 60034-2-1: 5/4: 96.3%, 4/4: 96.6%, 3/4:96.7%, 2/4: 96.3%
- Factor de Potencia: 5/4: 0.89, 4/4: 0.89, 3/4:0.85, 2/4: 0.78
- Momento de inercia: 28 kg\*m<sup>2</sup>
- Material del Bobinado: Al
- Dirección de Rotación: Ambos
- Intervalo de Re lubricación: 6000 h / 40g
- Altura de instalación: 2800 m
- Grado de protección: IP55
- Sección transversal máxima del conductor (IEC): 240mm<sup>2</sup>

Los equipos deben cumplir con las normas: IEC, DIN, ISO, VDE, IEEE, UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, todas las partes, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- Motor 980kw voltaje 400/690v fs:100%

### **Mano de Obra**

- 3 ayudante de instalaciones eléctricas
- 1 técnico de instrumentación
- 2 técnico de alineación de equipos mecánicos
- 2 técnico de instalaciones eléctricas



- 3 ayudante de instalaciones mecánicas
- 1 ayudante de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- Equipo de metrología ayudante de instalaciones eléctricas
- Torcómetro
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para instrumentación
- Herramienta menor para procesos mecánicos
- Teclé
- Equipo de alineación laser

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

### 5.1.2 Variador De Velocidad

SMP-002

Rubro VARIADOR DE VELOCIDAD  
Unidad U

#### **Definición**

Es el dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria para el motor principal SMP-001.

#### **Descripción**

El suministro del variador de velocidad será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- El Variador de Velocidad (sistema de paquete totalmente integrado) en general mantendrá las siguientes características como mínimo:
- Valor de distorsión armónica en corriente < 5%
- Valor de distorsión armónica en voltaje < 3 %
- Factor de potencia a la entrada del Variador de Frecuencia a niveles de carga superiores al 15%  $\geq 0,95$ .
- Rango permisible de variación en frecuencia 0-65 Hz
- Eficiencia de todo el conjunto de variador  $\geq 96\%$ .
- El Variador debe operar en un rango de temperatura ambiente entre 0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F) y con una humedad relativa de hasta 95% (sin condensación).
- El equipo debe ser capaz de operar en un rango de altura de 0 a 3000 m sobre el nivel del mar sin menoscabo de la capacidad nominal.

- Debe ser capaz de soportar aceleraciones verticales y horizontales correspondientes a la Zona Sísmica 4 sin producir movimiento lateral o giro alguno.
- El Variador deberá aceptar voltajes de planta nominales trifásicos de: 400/690 VAC, 50-60 Hz.
- La tolerancia del voltaje de entrada debe ser  $\pm 10\%$  del voltaje nominal de la línea.
- El voltaje de control para alimentar el sistema de enfriamiento del Variador y sus circuitos de control preferentemente deberá ser provisto por el mismo conjunto modular.
- Los datos principales del motor a ser comandado:
  - o Numero de fases: 3
  - o Voltaje de alimentación: 400/690 V
  - o RPM: 1492
  - o Potencia: 980Kw
  - o Corriente Nominal: 906 Amp

Los equipos deben cumplir con las normas ANSI e IEEE 519-1992, Control de armónicos, y permitir un control del sistema que garantice el cumplimiento de la norma UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 7: Mando y regulación, Parte 10: Tipos de parada, Parte 17: Equipamiento de las estaciones, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

## **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- VARIADOR DE FRECUENCIA PARA MOTOR 980KW, 400/690V, 50/60Hz, IEEE519

### **Mano de Obra**

- 2 ayudante de instalaciones eléctricas
- 1 técnico de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones eléctricas
- 2 ayudante de instrumentación

### **Equipos y Herramientas**

- Equipo de metrología
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para instrumentación

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.



### 5.1.3 Reductor De Velocidad

SMP-003

Rubro REDUCTOR DE VELOCIDAD

Unidad U

#### **Definición**

Es el sistema de reducción de velocidad mecánico que permite obtener una reducción de velocidad de 70:1, y para una potencia de al menos 890kW.

#### **Descripción**

El suministro del reductor de velocidad será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Engranajes planetarios
- Reducción y transmisión suave y segura de velocidad desde el motor principal hasta el volante motriz.

Los equipos deben cumplir con las normas AGMA, ISO 6336, Todas las partes, UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 6.8: Reductores, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- REDUCTOR VEL-IN:1500 VEL-OUT:20rpm R:72, POT890KW FS:100%

### **Mano de Obra**

- Ayudante de instalaciones eléctricas
- Técnico de instrumentación
- Técnico de alineación de equipos mecánicos
- Técnico de instalaciones eléctricas
- Ayudante de instalaciones mecánicas
- Ayudante de instrumentación
- Técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- 2 equipo de metrología
- 1 torcómetro
- 1 herramienta menor para procesos eléctricos
- 1 herramienta menor para instrumentación
- 3 herramienta menor para procesos mecánicos
- 2 grúa móvil de 20ton
- 1 equipo de alineación laser

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje,



y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

#### 5.1.4 Sistema De Lubricación Del Reductor

SMP-004

Rubro SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL REDUCTOR  
Unidad U

##### **Definición**

El sistema de lubricación se encarga de mantener el funcionamiento óptimo del reductor de velocidad a través del suministro de aceite a los elementos móviles de la unidad.

##### **Descripción**

El suministro del sistema de lubricación para el reductor será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para la bomba:

- Voltaje de alimentación de 400V,
- Frecuencia: 60 Hz
- Revoluciones por min: al menos 1800 RPM

Los equipos deben cumplir con las normas API610 / ISO 13709, UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 6.8: Reductores, y/o normas equivalentes o equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.



Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- Bomba de aceite SAE 90 de 5hp
- Filtro de aceite SAR 90

### **Mano de Obra**

- Ayudante de instalaciones eléctricas
- Técnico de instrumentación
- Técnico de alineación de equipos mecánicos
- Técnico de instalaciones eléctricas
- Ayudante de instalaciones mecánicas
- Ayudante de instrumentación
- Técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- 1 tecla
- 3 equipo de metrología
- 2 herramienta menor para procesos eléctricos
- 2 herramienta menor para instrumentación
- 3 herramienta menor para procesos mecánicos

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje,

y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

### 5.1.5 Sistema De Refrigeración Del Reductor: Ventilador Y Radiador

SMP-005	Rubro	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL REDUCTOR: VENTILADOR Y RADIADOR
	Unidad	U

#### **Definición**

El sistema de refrigeración es el destinado a mantener la temperatura del reductor de velocidad dentro de los márgenes especificados por el fabricante.

#### **Descripción**

El suministro del sistema de refrigeración será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dichos equipos:

- Voltaje de alimentación de 400V,
- Frecuencia: 60 Hz

Los equipos deben cumplir con las normas UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 6.8: Reductores, normas ANSI para ventiladores y radiadores o equivalentes y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- VENTILADOR Y RADIADOR, CON SISTEMA DE REFRIGERACIÓN 400V, 60Hz

### **Mano de Obra**

- Ayudante de instalaciones eléctricas
- Técnico de instrumentación
- Técnico de alineación de equipos mecánicos
- Técnico de instalaciones eléctricas
- Ayudante de instalaciones mecánicas
- Ayudante de instrumentación
- Técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- 3 equipo de metrología
- 2 herramienta menor para procesos eléctricos
- 2 herramienta menor para instrumentación
- 3 herramienta menor para procesos mecánicos
- 1 teclé

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.





LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

### 5.1.1 Freno Electromagnético

SMP-006	Rubro	FRENO ELECTROMAGNÉTICO
	Unidad	U

#### **Definición**

El freno de servicio es el encargado de detener el movimiento del eje motor principal-reductor, mediante un control regulable electromagnético.

#### **Descripción**

El suministro del freno electromagnético será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Voltaje de alimentación: 110V,
- Potencia mínima: 950 W
- Par de frenado: al menos 1500Nm

Los equipos deben cumplir con las normas UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 9: Freno de los accionamientos, Parte 10: Tipos de parada, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- FRENO ELECTROMAGNÉTICO CON DISCO 950W 110V PAR:1500N.m

### **Mano de Obra**

- 3 ayudante de instalaciones eléctricas
- 1 técnico de instrumentación
- 2 técnico de alineación de equipos mecánicos
- 2 técnico de instalaciones eléctricas
- 3 ayudante de instalaciones mecánicas
- 1 ayudante de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- Equipo de metrología
- Torcómetro
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para instrumentación
- Herramienta menor para procesos mecánicos
- Tecele
- Equipo de alineación laser

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje,

y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.



## 5.2 SISTEMAS EMERGENTES Y SECUNDARIOS

### 5.2.1 Motor De Apertura De Riel

SE-001	Rubro	MOTOR DE APERTURA DE RIEL
	Unidad	U

#### **Definición**

Es el motor eléctrico que cumple la función de abrir y cerrar el riel que desvía las cabinas hacia la bodega en la estación principal.

#### **Descripción**

El suministro del motor de apertura de riel será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Voltaje de alimentación: 220V
- Potencia mínima de 2 HP

Los equipos deben cumplir con las normas: IEC, DIN, ISO, VDE, UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, todas las partes, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración, IEEE std.112, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- MOTOR ELÉCTRICO 2HP, 220V

### **Mano de Obra**

- Ayudante de instalaciones eléctricas
- Técnico de instrumentación
- Técnico de instalaciones eléctricas
- Ayudante de instalaciones mecánicas
- Ayudante de instrumentación
- Técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- 2 equipo de trabajos en altura
- 1 equipo de metrología
- 1 herramienta menor para procesos eléctricos
- 1 herramienta menor para instrumentación
- 2 herramienta menor para procesos mecánicos
- 1 tecla

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.



LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

### 5.2.1 Central Hidráulica De Freno

SE-002

Rubro      CENTRAL HIDRÁULICA DE FRENO  
Unidad     U

#### **Definición**

Es la unidad que controla los frenos hidráulicos de servicio y emergencia.

#### **Descripción**

El suministro de la unidad hidráulica será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y funcionamiento, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Presión de trabajo nominal en un rango de 0-102 Bar.
- Voltaje de alimentación de 220V
- Potencia de al menos 0.37 kW

Los equipos deben cumplir con las normas UNE-EN 1908:2015 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, Dispositivos de puesta en tensión, todas las partes, además la norma UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 6.8: Dispositivos de transmisión de potencia, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.



Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- CENTRAL HIDRÁULICA 0.37KW, 220V, 100bar

### **Mano de Obra**

- Ayudante de instalaciones eléctricas
- Técnico de instrumentación
- Técnico de instalaciones eléctricas
- Ayudante de instalaciones mecánicas
- Ayudante de instrumentación
- Técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- 2 equipo de trabajos en altura
- 1 equipo de metrología
- 1 torcómetro
- 1 herramienta menor para procesos eléctricos
- 1 herramienta menor para instrumentación
- 2 herramienta menor para procesos mecánicos
- 1 grúa móvil de 20ton

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.



LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

### 5.2.1 Variador De Velocidad Emergente

SE-003	Rubro	VARIADOR DE VELOCIDAD EMERGENTE
	Unidad	U

#### **Definición**

Es el dispositivo o conjunto de dispositivos eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de los motores de emergencia.

#### **Descripción**

El suministro del reductor de velocidad será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- El Variador de Velocidad (sistema de paquete totalmente integrado) en general mantendrá las siguientes características como mínimo:
- Valor de distorsión armónica en corriente < 5%
- Valor de distorsión armónica en voltaje < 3 %
- Factor de potencia a la entrada del Variador de Frecuencia a niveles de carga superiores al 15%  $\geq 0,95$ .
- Rango permisible de variación en frecuencia 0-65 Hz
- Eficiencia de todo el conjunto de variador  $\geq 96\%$ .
- El Variador debe operar en un rango de temperatura ambiente entre 0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F) y con una humedad relativa de hasta 95% (sin condensación).
- El equipo debe ser capaz de operar en un rango de altura de 0 a 3000 m sobre el nivel del mar sin menoscabo de la capacidad nominal.

- Debe ser capaz de soportar aceleraciones verticales y horizontales correspondientes a la Zona Sísmica 4 sin producir movimiento lateral o giro alguno.
- El Variador deberá aceptar voltajes de planta nominales trifásicos de: 400/690 VAC, 50-60 Hz.
- La tolerancia del voltaje de entrada debe ser  $\pm 10\%$  del voltaje nominal de la línea.
- El voltaje de control para alimentar el sistema de enfriamiento del Variador y sus circuitos de control preferentemente deberá ser provisto por el mismo conjunto modular.
- Los datos principales del motor a ser comandado:
  - o Motor asíncrono trifásico
  - o Potencia mínima: 110kW
  - o Voltaje de alimentación: 400/690V
  - o Frecuencia 50-60Hz
  - o Grado de protección IP55

Los equipos deben cumplir con las normas ANSI e IEEE 519-1992, y permitir un control del sistema que garantice el cumplimiento de la norma UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 7: Mando y regulación, Parte 10: Tipos de parada, Parte 17: Equipamiento de las estaciones, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

## **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- VARIADOR DE FRECUENCIA 110KW x 2, 50/60Hz, 400/690V, IEEE519



### **Mano de Obra**

- Ayudante de instalaciones eléctricas
- Técnico de instrumentación
- Técnico de instalaciones eléctricas
- Ayudante de instrumentación

### **Equipos y Herramientas**

- 1 equipo de metrología
- 2 herramienta menor para procesos eléctricos
- 2 herramienta menor para instrumentación

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

### 5.2.1 Motor Cadenciador

SE-004

Rubro MOTOR CADENCIADOR  
Unidad U

#### **Definición**

Motor destinado a mover las cabinas dentro de la zona de cadencia en las estaciones de retorno, con lo cual se puede regular la distancia entre las cabinas.

#### **Descripción**

El suministro del motor del cadenciador será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para la el motor:

- Moto reductor de corriente alterna
- Frecuencia: 60Hz
- Potencia mínima: 4,5 kW
- Voltaje de alimentación de 220V

Los equipos deben cumplir con las normas: IEC, DIN, ISO, VDE, UNE-EN 13223:2015- Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, todas las partes, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración, IEEE std.112, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- MOTOREDUCTOR 4.5 KW, 220V, 60Hz

### **Mano de Obra**

- 1 ayudante de instalaciones eléctricas
- 1 técnico de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones eléctricas
- 2 ayudante de instalaciones mecánicas
- 1 ayudante de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- Equipo de trabajos en altura
- Equipo de metrología
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para instrumentación
- Herramienta menor para procesos mecánicos
- Tecele

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.



LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.



### 5.2.1 Motor Secundario

SE-005

Rubro      MOTOR SECUNDARIO  
Unidad     U

#### **Definición**

Es el motor eléctrico que cumple la función de transformar energía eléctrica en energía mecánica para dar movimiento, al volante motriz doble el cual mueve el cable tractor-portador y todos sus elementos de carga en caso de falla del motor principal.

#### **Descripción**

El suministro los motores secundarios serán receptados en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dichos equipos:

- Motor asíncrono trifásico
- Potencia mínima: 110kW
- Voltaje de alimentación: 400/690V
- Frecuencia 50-60Hz
- Grado de protección IP55

Los equipos deben cumplir con las normas: IEC, DIN, ISO, VDE, UNE-EN 13223:2015- Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, todas las partes, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración, IEEE std.112, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- MOTOR ELÉCTRICO 110KW AC, 400/690V, 50/60Hz

### **Mano de Obra**

- 2 ayudante de instalaciones eléctricas
- 1 técnico de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones eléctricas
- 3 ayudante de instalaciones mecánicas
- 2 ayudante de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- Equipo de metrología
- Torcómetro
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para instrumentación
- Herramienta menor para procesos mecánicos
- Grúa móvil de 20ton

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje,



y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

### 5.2.1 Freno Hidráulico

SE-006

Rubro      FRENO HIDRÁULICO  
Unidad      U

#### **Definición**

El freno hidráulico se acciona en caso de existir un fallo en el funcionamiento normal detectado por el sistema de control, o por algún operador.

#### **Descripción**

El suministro del freno hidráulico será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje. El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Accionamiento hidráulico
- Fuerza de apriete de al menos 110kN

Los equipos deben cumplir con las normas UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 9: Freno de los accionamientos, Parte 10: Tipos de parada, UNE-EN 1908:2015 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, Dispositivos de puesta en tensión, todas las partes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.



Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- FRENO HIDRÁULICO 110KN APRIETE

### **Mano de Obra**

- 1 técnico de instrumentación
- 1 ayudante de instrumentación

### **Equipos y Herramientas**

- Equipo de trabajos en altura
- Tecele
- Equipo de metrología
- Torcómetro
- Herramienta menor para instrumentación

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

## 5.2.2 Subsistema de arrastre de vehículos en garaje

SE-007	Rubro	SUBSISTEMA DE ARRASTRE DE VEHÍCULOS EN GARAJE
	Unidad	U

### Definición

Corresponde a la instalación de un sistema mecánico ubicado en la estación motriz cuya función es desplazar los vehículos desde las vías principales hacia el área de garaje a lo largo de un sistema de rieles.

El trabajo deberá ejecutarse en forma técnica empleando materiales de primera calidad, mano de obra ejecutada por personal experto bajo la dirección de un técnico especializado.

### Descripción

Se instalará los elementos necesarios para transmisión de movimiento, potencia y soportes que serán instalados de acuerdo a la norma UNE-EN 13223.

El sistema está ubicado en la estación motriz, y su función es trasladar los vehículos hacia el área de garaje. Los vehículos son desplazados a lo largo de los rieles guías mediante brazos mecánicos que las ubican en su posición final. Estos brazos mecánicos están acoplados a un sistema motriz cadena-piñón. Se establecen cinco circuitos para el desplazamiento de los vehículos como se muestra en el plano QC-OR-E3-MEC-SE-200, cuatro de estos circuitos están montados paralelamente y reciben las cabinas que se desplazan por el circuito principal.

El sistema está constituido por al menos seis motoredutores, los cuales movilizan los circuitos de cadena industrial independientemente. Los brazos mecánicos deben asegurar el traslado de los vehículos a una velocidad de 0.25m/s y desacoplarse una vez que la cabina ha sido ubicada en el respectivo espacio de estacionamiento. La estructura debe estar constituida por soportes para ruedas dentadas, cadenas y rieles guías, todas montadas a la estructura principal. Este sistema será fabricado con los equipos y materiales mas adelante descritos. El sistema debe garantizar seguridad y confiabilidad.

## **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- 6 MOTOREDUCTORES CORRIENTE ALTERNA, 4.5 HP, 220V, 60Hz
- 1 CADENAS INDUSTRIAL 500 m
- 13 RUEDAS DENTADAS Z=32 Diámetro=388,7 mm
- ACERO EN PERFIL ASTM A572 G50 LC
- DISCO DE DESBASTE
- CEPILLO DE CERDAS METÁLICAS DE 6"
- ELECTRODO AWS7018 3/16
- DISCO DE CORTE
- PINTURA EPOXICA DE ALTO TRAFICO

## **Mano de Obra**

- ayudante de instalaciones eléctricas
- técnico de instalaciones eléctricas
- ayudante de instalaciones mecánicas
- técnico de instalaciones mecánicas
- Soldador ASME
- Armador
- Ayudante de Soldador
- Ayudante de maquinaria

## **Equipos y Herramientas**

- Equipo de trabajos en altura
- Equipo de metrología
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para procesos mecánicos
- Teclé
- Cortadora de plasma
- Taladro eléctrico
- Grúa Movil de 2 Ton

- Motosoldadora de 500 AMP
- Torcómetro

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos deben cumplir con las normas: IEC, DIN, ISO, VDE, UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, todas las partes, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración, IEEE std.112, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.



## 5.3 SISTEMAS TENSORES

### 5.3.1 Central Hidráulica De Control Del Pistón

ST-001	Rubro	CENTRAL HIDRÁULICA DE CONTROL DEL PISTÓN
	Unidad	U

#### **Definición**

Es la unidad hidráulica que controla la posición longitudinal del volante móvil a través de un pistón. Con esto se mantiene la tensión del cable tractor-portador dentro de los límites de diseño.

#### **Descripción**

El suministro de las centrales hidráulicas será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Potencia mínima requerida: 5.5kW,
- Voltaje de alimentación de 220V
- Presión mínima de trabajo: 175 Bar

Los equipos deben cumplir con las normas UNE-EN 1908:2015 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, Dispositivos de puesta en tensión, todas las partes, además la norma UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 6.8: Dispositivos de transmisión de potencia, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- CENTRAL HIDRÁULICA 5.5KW, 220V, 175bar

### **Mano de Obra**

- 1 ayudante de instalaciones eléctricas
- 1 técnico de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones eléctricas
- 2 ayudante de instalaciones mecánicas
- 1 ayudante de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- Equipo de trabajos en altura
- Equipo de metrología
- Torcómetro
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para instrumentación
- Herramienta menor para procesos mecánicos
- Grúa móvil de 20ton

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

### 5.3.1 Actuador Hidráulico

ST-002	Rubro	ACTUADOR HIDRÁULICO
	Unidad	U

#### **Definición**

El actuador hidráulico de tipo pistón es el encargado de mantener la tensión del cable tractor-portador dentro de los límites de diseño.

#### **Descripción**

El suministro de pistón hidráulico será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su funcionamiento, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Longitud del vástago: 4m
- Fuerza Nominal de trabajo: 800 kN
- Fuerza Máxima de trabajo 880 kN
- Presión nominal de trabajo: 163 Bar
- Presión máxima de trabajo: 179 Bar
- Diámetro del vástago: 230 mm
- Diámetro interior del cilindro: 250 mm

Los equipos deben cumplir con las normas UNE-EN 1908:2015 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, Dispositivos de puesta en tensión, todas las partes, además la norma UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de



accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 6.8: Dispositivos de transmisión de potencia, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

### **Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- PISTÓN HIDRÁULICO CARERA 4m, 165bar, 800KN DE FUERZA DE TRABAJO, D=230mm

### **Mano de Obra**

- 1 técnico de instrumentación
- 1 técnico especialista en alineación para sistemas hidráulicos
- 1 técnico de alineación de equipos mecánicos
- 3 ayudante de instalaciones mecánicas
- 2 ayudante de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones mecánicas

### **Equipos y Herramientas**

- Equipo de metrología
- Torcómetro
- Herramienta menor para instrumentación
- Herramienta menor para procesos mecánicos
- Grúa móvil de 20ton
- Equipo de alineación laser

### **Medición y forma de pago.-**

Los equipos se medirán en UNIDADES, siempre y cuando cumplan los requisitos de las especificaciones mínimas estipuladas para que sean considerados.

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato y comprende la compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento montaje previo al montaje, y puesta en marcha y todas las demás actividades y materiales necesarios para la completa ejecución de la obra aprobado por la Fiscalización.

LA CONTRATISTA deberá incluir en su oferta, el costo de la asistencia técnica de los fabricantes de los equipos a ser suministrados por ella, así como el Precomisionado y pruebas técnicas de los equipos a ser instalados.

## 6. Anexos

### 6.1 Lista de planos entregados

Tabla 6-1 Anexo 1 - Lista de planos entregados

Número de Planos	Código	Hoja	Nombre
1	QC-OR-E1-MEC-ST-100	1/8	Implantación Mecánica De Sistema Tensor
2	QC-OR-E1-MEC-SE-100	2/8	Implantación Mecánica De Sistema Emergente
3	QC-OR-E3-MEC-SMP-100	3/8	Implantación Mecánica Sistema Motriz Principal
4	QC-OR-E3-MEC-SE-100	4/8	Implantación Mecánica De Sistema Emergente
5	QC-OR-E4-MEC-ST-100	5/8	Implantación Mecánica De Sistema Tensor
6	QC-OR-E4-MEC-SE-100	6/8	Implantación Mecánica De Sistema Emergente
7	QC-OR-E3-MEC-SE-200	7/8	Implantación Mecánica de Sistema Emergente en Zona de Garaje
8	QC-OR-E1,4-MEC-ST-100	8/8	Diagrama De Funcionamiento De Central Hidrául.