

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
VALPARAÍSO - CHILE



“MODELO DE RECUPERACIÓN DE SISTEMAS DE ASCENSORES PATRIMONIALES DE VALPARAÍSO”

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL MECÁNICO**

PROFESOR GUÍA: DR. ING. PEDRO SARIEGO PASTÉN
PROFESOR CORREFERENTE: ING. SERGIO CARMONA MALATESTA
PROFESOR: ING. RAFAEL MENA YANSSEN
ALUMNO: DIEGO ALEJANDRO DÍAZ GUERRERO

NOVIEMBRE 2016

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de recuperación de sistemas mecánicos de los ascensores patrimoniales de Valparaíso, basándose en los trabajos realizados en el ascensor Villaseca por parte de la empresa bajo el contexto del proyecto “Restauración nueve ascensores de Valparaíso” fomentado por el Gobierno de Chile.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Análisis del contexto histórico, origen y rol que desempeñan los ascensores en la región.
- ✓ Análisis del funcionamiento y del estado del arte de los ascensores patrimoniales de Valparaíso.
- ✓ Desarrollo de un completo levantamiento, diagnóstico y análisis de las condiciones en que se encuentran hoy en día los equipos mecánicos del ascensor.
- ✓ Desarrollo de criterios de intervención para el diseño de las tareas de recuperación del ascensor estableciendo un lineamiento general con los cuerpos técnicos-normativos que apliquen.
- ✓ Definir los procedimientos que se contemplaran para las distintas intervenciones a ejecutar, estableciéndose especificaciones técnicas a los sistemas mecánicos del ascensor.
- ✓ Desarrollar la memoria de cálculo para los elementos críticos, modelamiento de piezas y partes mecánicas del ascensor, además de elaborar los correspondientes planos generales, de conjunto y de fabricación.
- ✓ Definir los costos asociados al desarrollo e implementación del modelo de recuperación de los sistemas mecánicos en el ascensor.

VALPARAÍSO Y SUS “ASCENSORES”

- Diciembre del 1877, el señor Isidoro Peirelux presentó un proyecto de un ascensor inclinado o funicular a la municipalidad de Valparaíso.
- Fundación de la Compañía de Ascensores Mecánicos de Valparaíso, en el año 1880.



Liborio Enrique Brieba Pacheco (1841 - 1897)

VALPARAÍSO Y SUS “ASCENSORES”

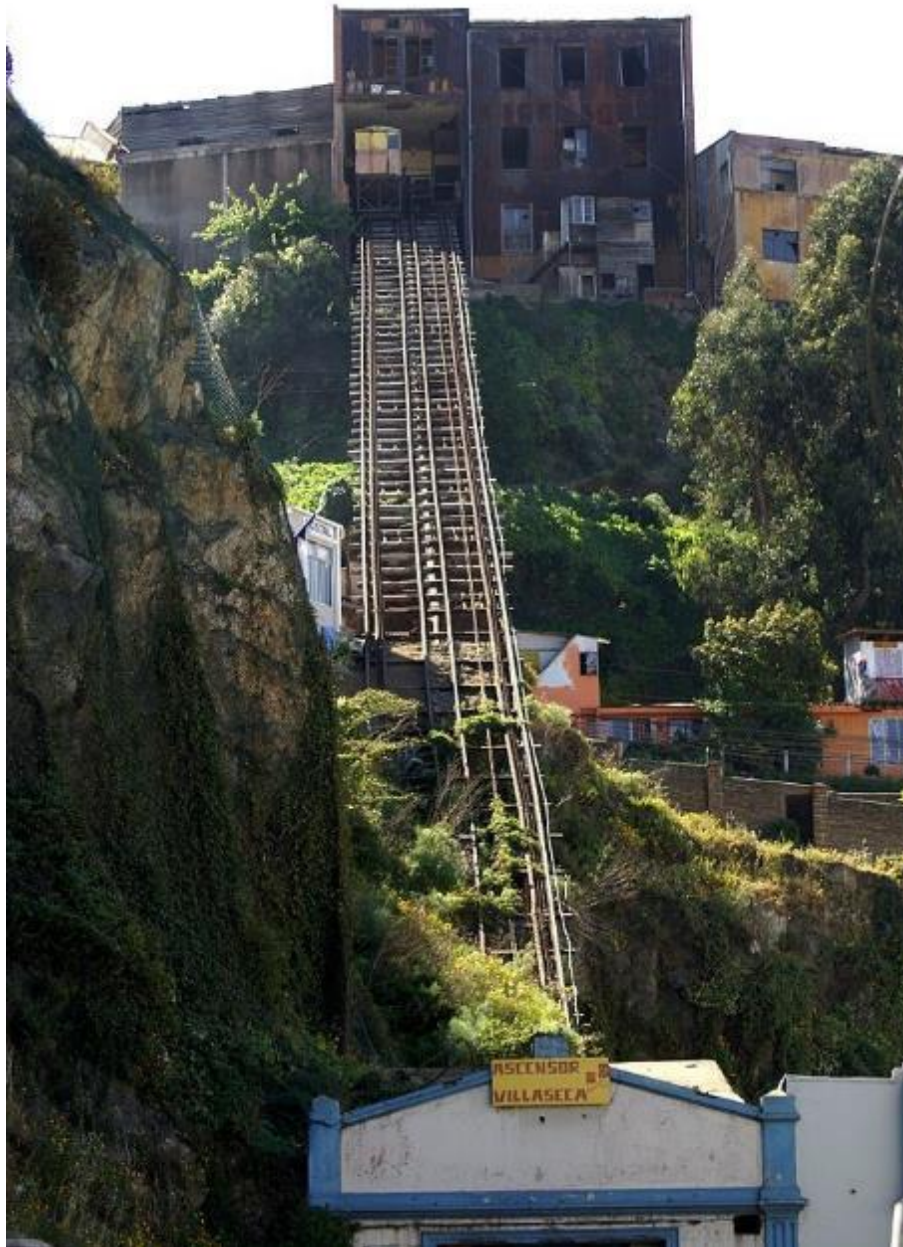
- Sábado primero de diciembre de 1883, inauguración Ascensor Concepción.
- Séptima en el mundo y primera en Latinoamérica.
- Un total de 31 ascensores entre 1880 y 1931.





Negro: Destruído, Amarillo: Abandonado, Rojo: En Recuperación, Verde: Activo.
(Actualizado a marzo de 2016).

FUNICULAR

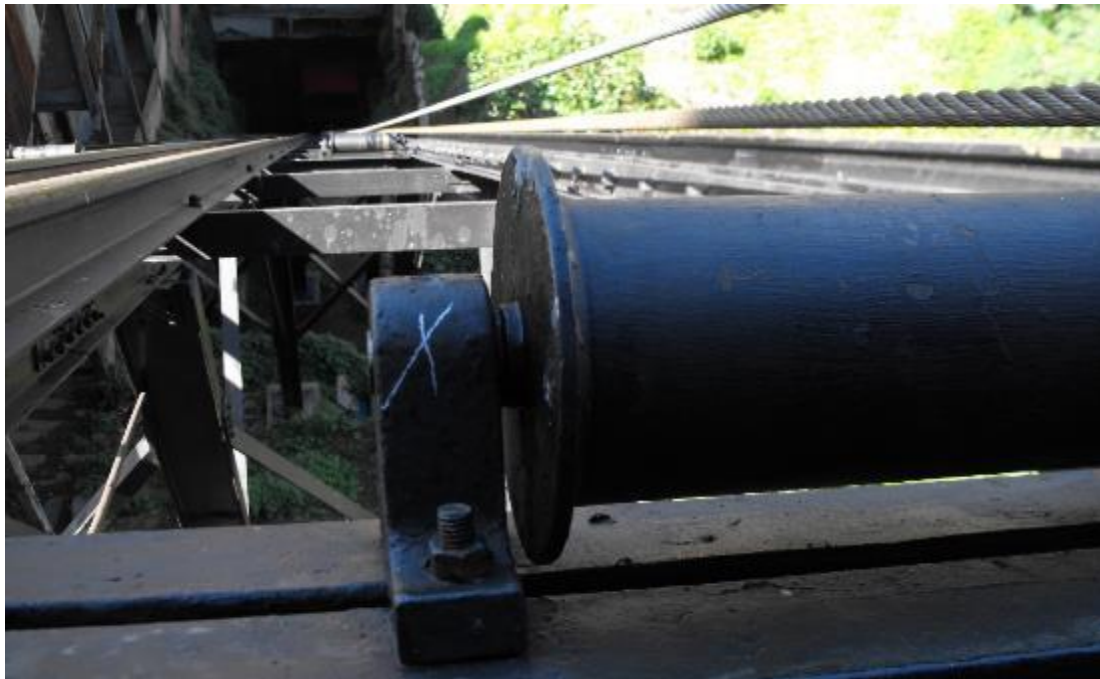


- Estaciones
- Plano de rodadura
- Carros
- Sala de máquinas
- Poleas

ESTACIONES



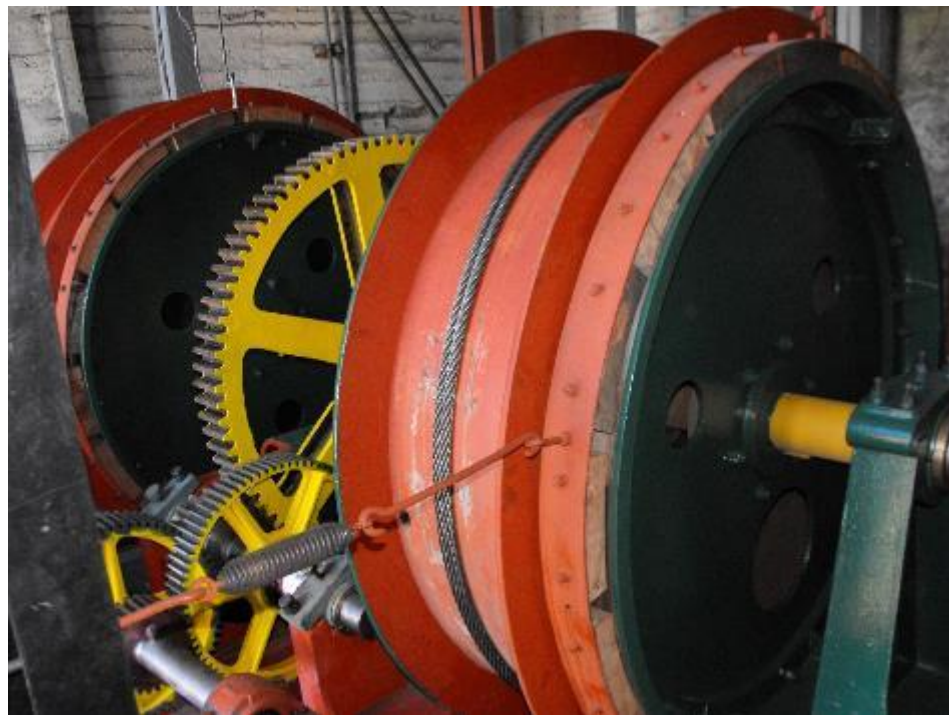
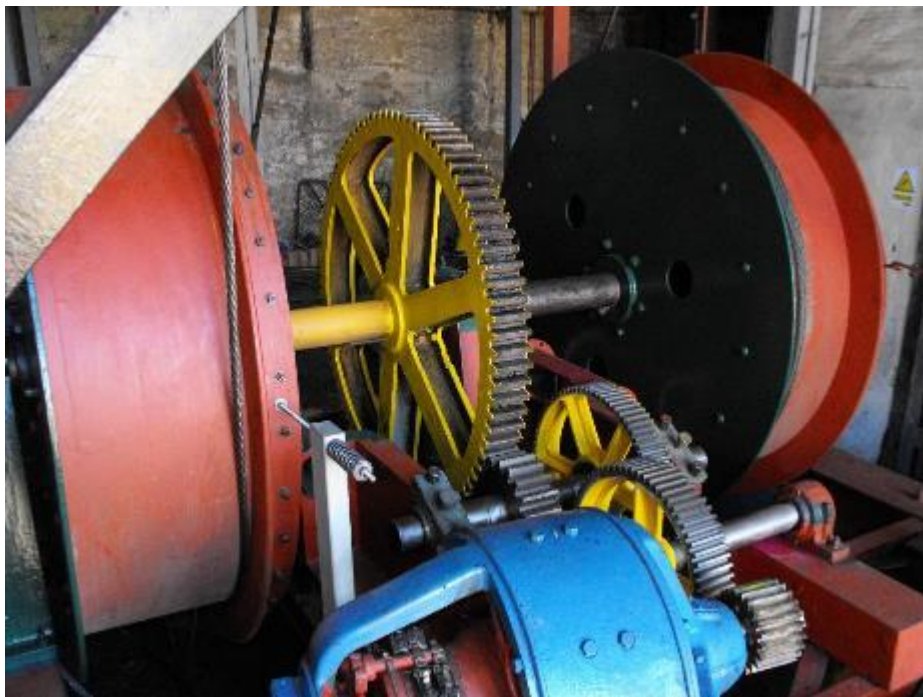
PLANO DE RODADURA



CARROS



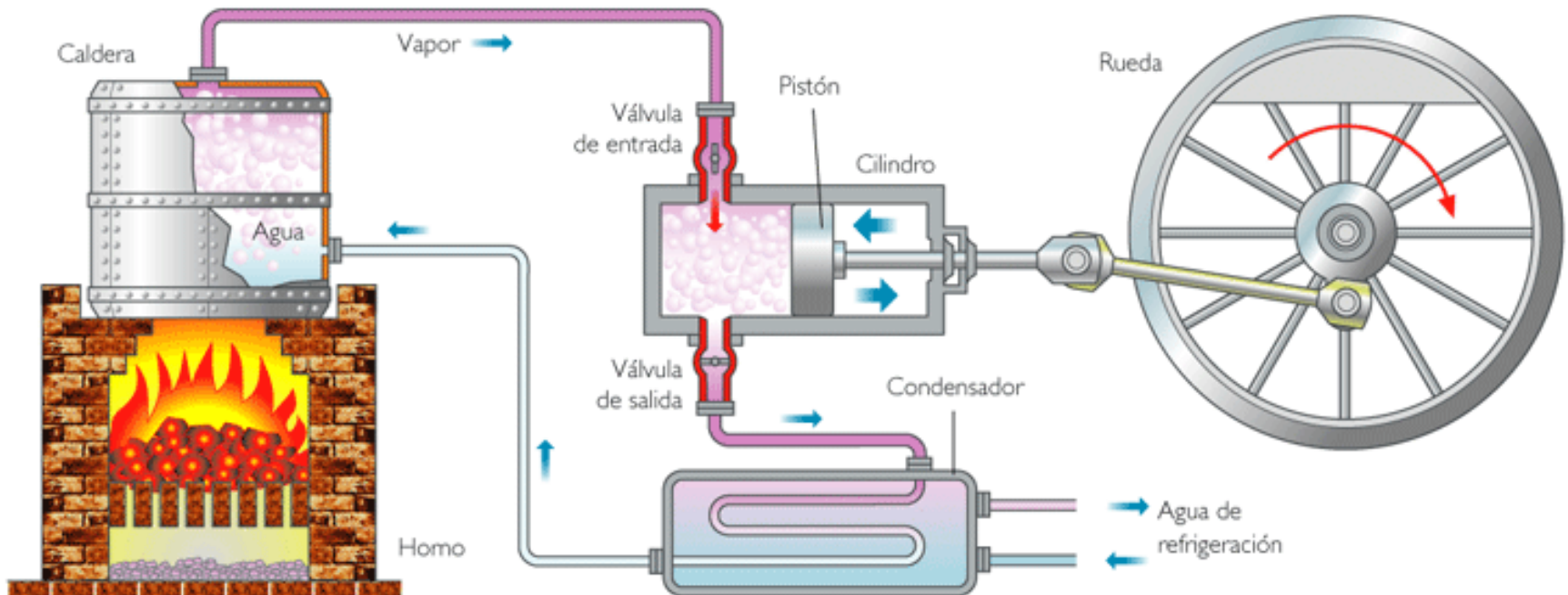
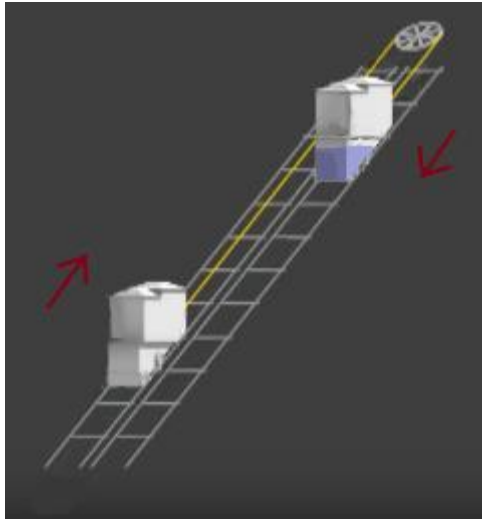
SALA DE MÁQUINAS



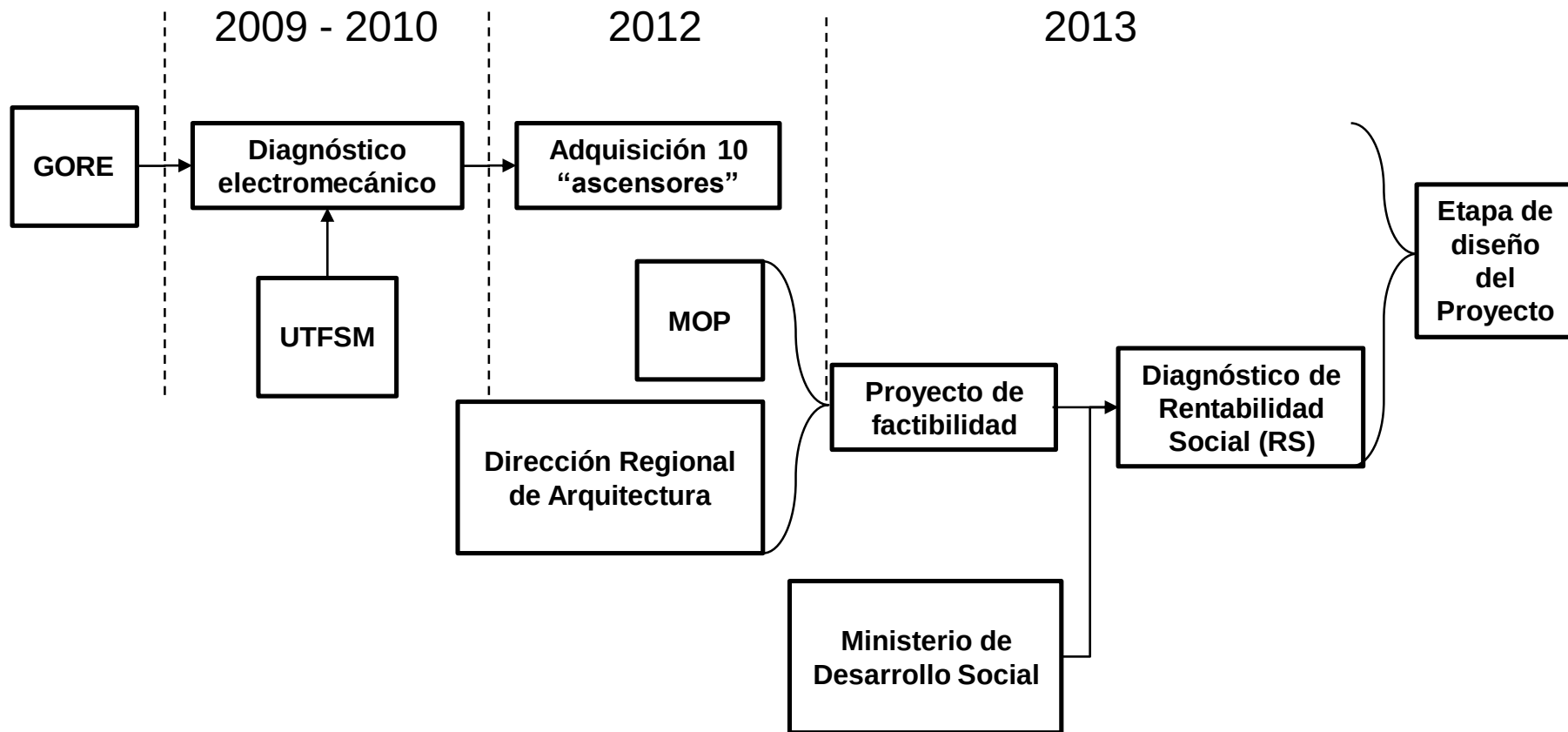
POLEAS



SISTEMA MOTRIZ



PROYECTO



DISEÑO DEL MODELO

- ✓ Levantamiento, situación actual y diagnóstico.
- ✓ Criterios de intervención.
- ✓ Imagen objetivo.
- ✓ Memoria de cálculo.
- ✓ Diseño de planos y modelamiento.
- ✓ Presupuesto.

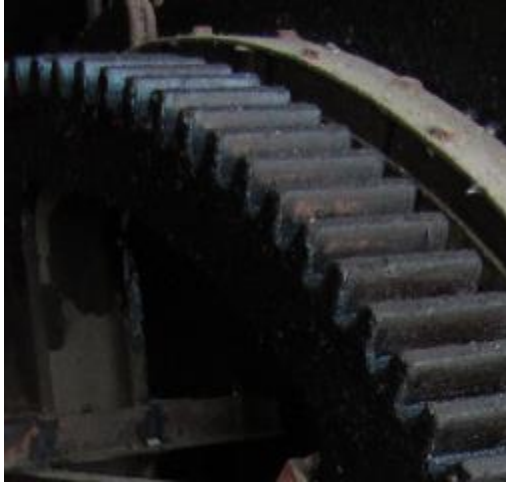
LEVANTAMIENTO, SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO.

- Levantamiento:



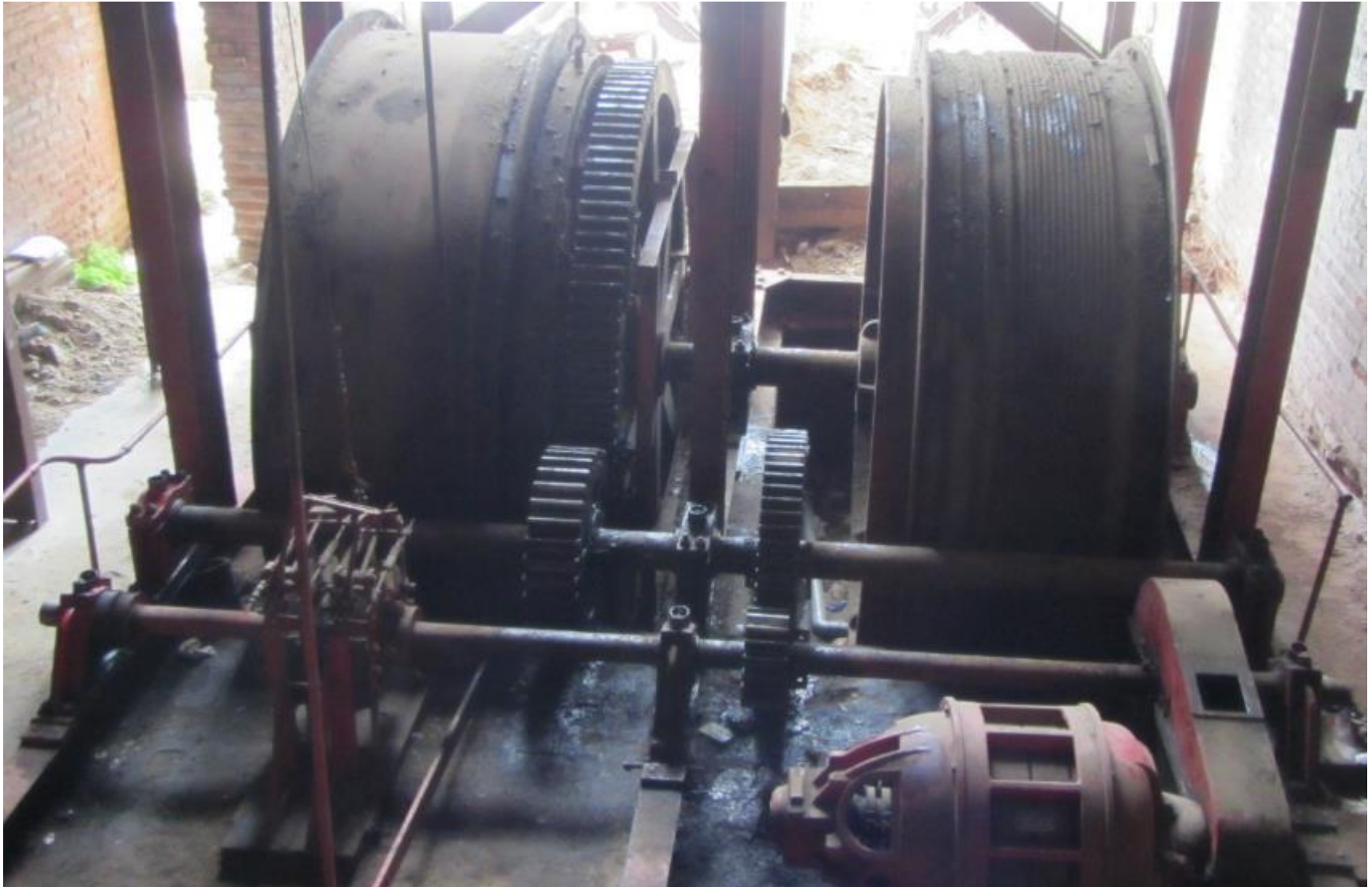
LEVANTAMIENTO, SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO.

- Levantamiento:



LEVANTAMIENTO, SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO.

- Situación actual – Sala de máquinas:



LEVANTAMIENTO, SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO.

- Situación actual – Carros:



LEVANTAMIENTO, SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO.

- Situación actual – Poleas:



LEVANTAMIENTO, SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO.

- Situación actual – Plano rodadura:



LEVANTAMIENTO, SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO.

DESAGREGADO DE SISTEMAS ASCENSOR VILLASECA									
SISTEMAS, SUB-SISTEMAS, COMPONENTES			ÍTEM		DESCRIPCIÓN		DIAGNÓSTICO		REG. GRAF.
1 Carros	1.1 Carro N°1	1.1.1 Cabina	Paredes y Techo	1.1.1.1	Chapa metálica. Montada sobre marco de ángulo laminado.	Chapa metálica con corrosión superficialmente. Desprendimiento de pintura. Existe placa metálica que tapa las ventanas izquierdas de cabina.	D1 a D8		
			Piso	1.1.1.2	Madera.	Desgaste superficial.			
			Cielo	1.1.1.3	Plancha aglomerada de madera soportada en marco de madera.	Deteriorado. Falta de material.			
			Ventanas	1.1.1.4	Ventanas fijas de vidrio.	Seis ventanas, de las cuales cinco poseen vidrio en malas condiciones.			
			Mobiliario Interior	1.1.1.5	Banca de madera.	Desgaste superficial. Pintura dañada.			
			Puertas y Sistemas Mecánicos Asociados	1.1.1.6	De corredera y apertura lateral, soportada y guiadas por roldanas sobre una barra.	Puertas deterioradas, deformadas, corrosión superficial. Roldanas deterioradas. Deformación de elementos			
			Sistema de Apertura Manual	1.1.1.7	Timonería. Dos barras unidas que son accionadas por el operador.	Elementos deformados, Mecanismos desajustados			
		1.1.2 Chasis	Estructura Metálica Soportante	1.1.2.1	Construida en perfiles ángulos laminados en medidas de: 90 x 5 mm; 60 x 5 mm.	Deformación permanente provocado por colisiones, refuerzos soldados y/o empernados. Pérdida de propiedades mecánicas principalmente por corrosión de componentes.	D9 a D14		
			Ferretería (Empernaduras y Remaches) Estructura Metálica Soportante	1.1.2.2	Estructura ensamblada originalmente con remaches. Tiene elementos de refuerzo fijados con empernaduras y elementos soldados.				
		1.1.3 Sistemas de Rodado	Conjunto Eje-Ruedas	1.1.3.1	Ejes unidos a las ruedas mediante chavetas. Material Ruedas: Fundición. Material Ejes: Acero.	Desgaste excesivo en pista de ruedas.	D15 a D18		
			1.1.3.2 Soportes	Porta Dado	1.1.3.2.1	Material: Fundición. Contienen los descansos y dos resortes para amortiguación.	Sucio con polvo y grasa. No se observan mayores daños.		
				Resortes	1.1.3.2.2	Helicoidales. Sección Circular.	Sucio con polvo y grasa. No se observan mayores daños.		
				Dado de Rodadura	1.1.3.2.3	Material: Fundición. Cuentan con buje de bronce.	Sucio con polvo y grasa. Presentan desgaste.		
		1.1.4 Sistemas de Seguridad	Dispositivos Anti-Vuelco	1.1.4.1	Material: Pletina de Acero curvada.	Falta de material. Falta de piezas. No cumplen su función.	D19		
			Sistemas Gancho de Seguridad Tipo "Pico de Loro"	1.1.4.2	Sistema accionado por aflojamiento del cable de arrastre o de del cable auxiliar. Lo constituyen dos ganchos pivotados sobre perfiles en el chasis, que están conectados a una timonería conectada a los cables de acero.	Sistema completo. Se encuentra desajustado y agripado.	D20 a D22		
	1.2 Carro N°2	2.1.1 Cabina	Paredes y Techo	2.1.1.1	Chapa metálica. Montada sobre marco de ángulo laminado. Existe placa metálica que tapa las ventanas izquierdas de la cabina.	Chapa metálica con óxido superficial. Desprendimiento de pintura.	D23 a D28		
			Piso	2.1.1.2	Madera.	Desgaste superficial.			

2	Puestas de Acceso en Estaciones		Puertas en Estación Superior	2.1	No hay vestigio de las puertas en la estación superior.	No existe.	
			Puertas en Estación Inferior	2.2	No hay vestigio de las puertas en la estación inferior.	No existe.	
SISTEMAS, SUB-SISTEMAS, COMPONENTES				ITEM	DESCRIPCIÓN	DIAGNÓSTICO	REG. GRAF.
3	Piano de Rodadura	3.1 Líneas de Rodado	Rieles-Guia	3.1.1	Medidas: Base: 128 mm; Altura: 150 mm. Tipo Y. Perfil 80 AS (Norma Técnica de Ferroviaria, EFE). Trocha: 1540 mm.	Presentan desalineamiento y corrosión.	D36 a D47
			Eclisas de Rieles-Guia	3.1.2	Eclisado de rieles por la espalda de los mismos. Uniones empenadas.	Presentan daño por corrosión.	
			Fijaciones de Rieles-Guia	3.1.3	Rieles fijados a los durmientes de madera mediante tirafondos y a los metálicos mediante empenaduras.	Presentan daño por corrosión.	
	3.2 Elementos en Recorrido	3.2.1 Cremallera para Enclavamiento del Gancho de Seguridad	Largueros	3.2.1.1	Construidos en perfil ángulo laminado de 95 x 7,5 mm	Presentan desalineamiento y daño por corrosión.	
			Elementos de Enganche	3.2.1.2	Cada elemento cuenta con empenadura y tubo separador de 7/8" por 90 mm.	Presentan daño por corrosión.	
			Eclisas	3.2.1.3	Pletina de acero empenada a los largueros.	Presentan daño por corrosión.	
			Fijaciones	3.2.1.4	Largueros fijados a los durmientes de madera mediante tirafondos y a los metálicos mediante empenaduras.	Presentan daño por corrosión.	
			Polines	3.2.2	Material: Acero. Montados en soportes con buje. Graseras laterales.	Presentan deterioro por desgaste e inexistencia de componentes (rodillos, bujes y/o graseras). Presentan corrosión superficial.	
4	Suspensión - Arrastre - Reenvío de Cables	Cables de Arrastre (02)		4.1	Diámetro: 1"	Presenta corrosión superficial y falta de lubricación.	D48 D49
		Cable Auxiliar (01)		4.2	Diámetro: 3/4"	Presenta corrosión superficial y falta de lubricación.	
		Terminales de Suspensión y Abrazaderas		4.3	Amarra de los cables a la suspensión mediante guardacabos y tres abrazaderas conectados a grilletes unidos a la timonería del sistema de gancho de seguridad.	El sistema no es fiable.	
	4.4 Poleas de Reenvío	4.4.1 Sub-Sistema Polea Loca para Reenvío Cable de Arrastre Carro N°1	Cuerpo Polea	4.4.1.1	Material: Fundición. La polea instalada es distinta a su par. Polea loca con dos grados de libertad sobre el eje (giro y desplazamiento axial). Diámetro 1400 mm.	Polea de reemplazo de original. No se observan daños.	D50 a D56
			Buje en Cubo de la Polea (01)	4.4.1.2	Material: Bronce	Elemento desgastado.	
			Eje	4.4.1.3	Material: Acero. Eje montado rigidamente sobre sus descansos. Diámetro 128 mm.	Elemento desgastado.	
			Descansos Eje	4.4.1.4	Material: Fundición. Cuentan con fijación del eje mediante tornillo de presión.	No se observan daños.	
			Componentes Mecánicos Generales	4.4.1.5	Empenaduras de fijación y anillos límites para desplazamiento axial de la polea.	No se observan daños.	
		4.4.2 Sub-Sistema Polea Loca para Reenvío Cable de Arrastre Carro N°2	Cuerpo Polea	4.4.2.1	Material: Fundición. Polea loca unida rigidamente al eje. Diámetro 1400 mm.	No se observan daños.	
			Eje	4.4.2.2	Material: Acero. Eje con dos grados de libertad sobre los descansos (giro y desplazamiento axial). Diámetro 103 mm.	Elemento desgastado.	
			Descansos Eje	4.4.2.3	Material: Fundición. Dos cuerpos: Base y Tapa. Cuentan con buje de bronce.	No se observan daños.	
			Buje en Descansos del Eje (02)	4.4.2.4	Material: Bronce	Elemento desgastado.	
			Componentes Mecánicos Generales	4.4.2.5	Chaveta, empenaduras de fijación, anillos límites para desplazamiento axial del eje y grasera.	No se observan daños.	
		4.4.1 Sub-Sistema Polea de Reenvío y Tensora Cable Auxiliar	Cuerpo Polea	4.4.3.1	Material: Fundición. Diámetro 2180 mm.	No se observan daños. La geometría de la garganta de la polea, admite un cable auxiliar de mayor diámetro.	
			Buje en Cubo de la Polea (01)	4.4.3.2	Material: Bronce	Elemento desgastado.	
			Eje	4.4.3.3	Material: Acero.	Elemento desgastado.	
			Sistema de Lubricación	4.4.3.4	Grasera.	No se observan daños.	
			Base Desplazable para Soporte de Eje	4.4.3.5	Material: Fundición. Estructura montada sobre los rieles.	No se observan daños.	
			Husillo Tensor	4.4.3.6	Barra de acero redondo unida a flange, empenada en base desplazable.	No se observan daños.	
			Tuerca Tensora y Soporte	4.4.3.7	Barra que ajusta la tensión de la polea.	No se observan daños.	
			Componentes Mecánicos Generales	4.4.3.8	Empenaduras de fijación.	No se observan daños.	
SISTEMAS, SUB-SISTEMAS, COMPONENTES				ITEM	DESCRIPCIÓN	DIAGNÓSTICO	REG. GRAF.
5	Máquina de Arrastre (Primera Parte)	Motor Eléctrico		5.1	Motor Trifásico de Rotor Bobinado. 50 Hz / 96 A / 50 Hp / 475 Rpm. Marca: General Electric.	El motor presenta pérdidas de algunos componentes menores y sin cables de conexión	D57 D58
		Dispositivo para Montaje y Ajuste del Motor (Sistema Tensor de Cadena Galle)		5.2	Base galle adosada a radier. Pernos tensores laterales a base del motor.	No se observan daños.	
		5.3 Primera Reducción (Cadena Tipo Galle)	Piñón Acoplado al Motor	5.3.1	Piñón enterizo de 24 dientes.	No se observan daños.	D59
			Cadena Tipo Galle	5.3.2	Triple	No se observan daños.	
			Rueda Conducida Acoplada al Eje 1	5.3.3	Rueda dentada bipartida de 58 dientes.	No se observan daños.	
			Carter	5.3.4	Contenedor de aceite de lubricación de la cadena.	No se observan daños.	
			Componentes Mecánicos Generales	5.3.5	Empenaduras de fijación, chavetas, disco de tope	No se observan daños.	
		Eje N°1		5.4	Material: Acero. Dimensiones: Diámetro 92 mm; Largo 4150 m. Reducción de diámetro en bujes 85 mm.	Posee elementos adosados con soldaduras mal practicadas (porosidad, agrietamiento, falta de penetración, entre otros).	D60 D61
		Chumaceras Bi-Partidas		5.5.1	Material: Fundición.	No se observan daños.	
		Bujes Bi-partidos		5.5.2	Material: Bronce. Dimensiones: Diámetro interior 85 mm; Intermedio 103 mm; exterior 177 mm; largo 127 mm.	Elemento desgastado.	

CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

- Seguridad.
- Confiabilidad.
- Mantenibilidad.
- Patrimonio.



CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

- Documentos y bases técnica – normativa:
 - ✓ Ley Núm. 17.288. Legisla sobre Monumentos Nacionales.
 - ✓ Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) y el Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH).
 - ✓ Ley Núm. 20.296. Establece disposiciones para la instalación, mantención e inspección periódica de los ascensores y otras instalaciones similares.
 - ✓ NCh 440/1 Of. 2014. Construcción - Elevadores - Requisitos de seguridad e instalación - Parte 1: Ascensores eléctricos.
 - ✓ NCh 2840/1 Of. 2004. Construcción - Elevadores - Procedimientos de inspección - Parte 1: Ascensores y montacargas eléctricos.
 - ✓ NCh 3365/2015. Requisitos para equipos de transporte vertical - Ascensores y Montacargas Inclínados o Funiculares.
 - ✓ NTM 008/2014. Requisitos para equipos de transporte vertical Parte 1: Ascensores y montacargas eléctricos existentes.

CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

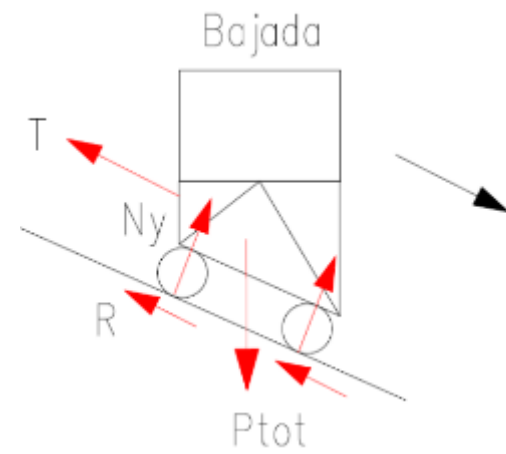
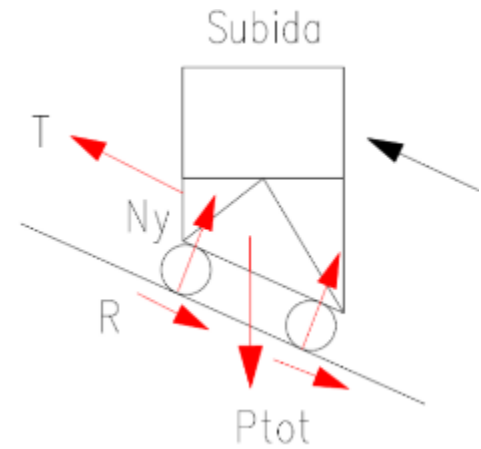
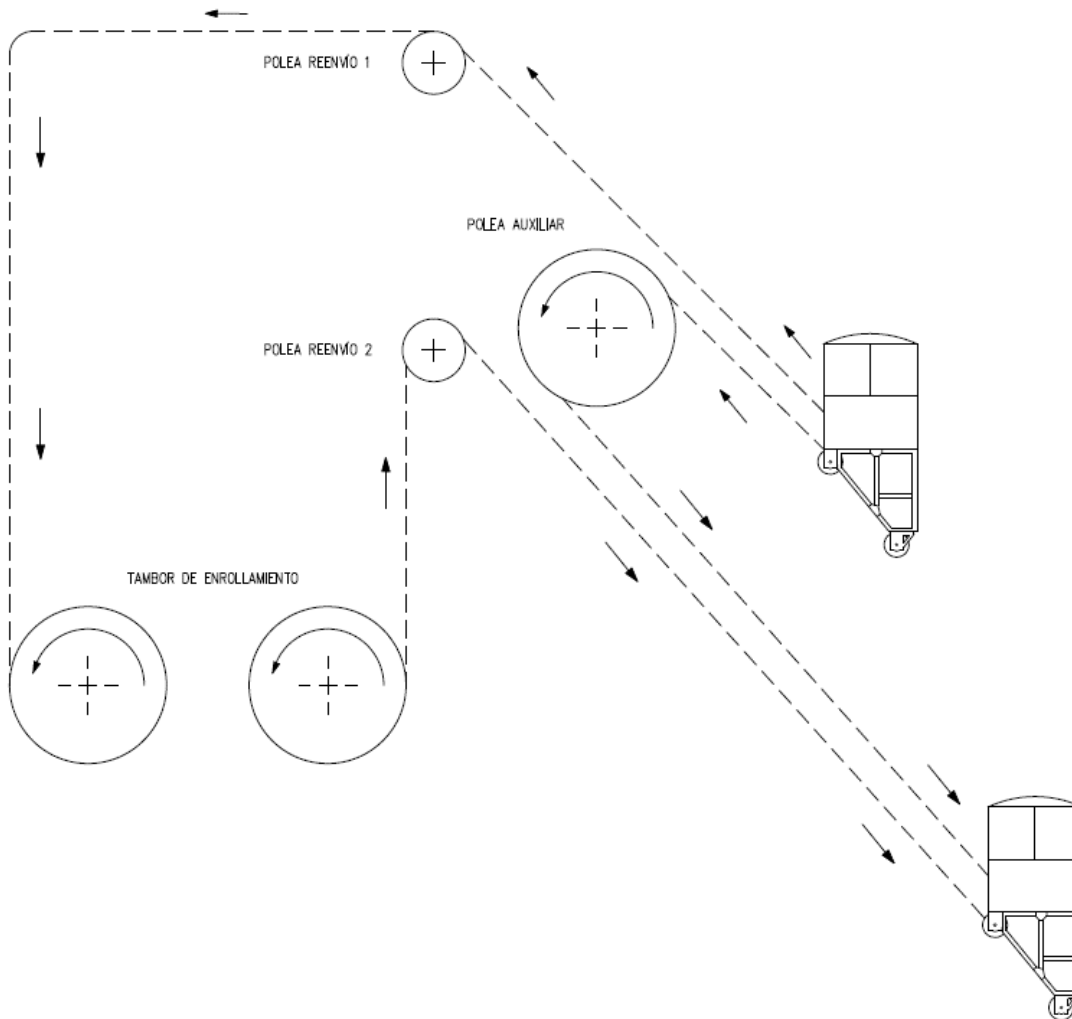
“La señora asesora del Ministerio de Vivienda y Urbanismo expresó que el Ejecutivo estaría dispuesto a incorporar en forma expresa a los ascensores inclinados o funiculares, destacando que, en todo caso, la iniciativa no regulará a los equipos de transporte público, como los ascensores de Valparaíso [...]

En relación al proyecto de ley, propuso modificar, en el artículo 159 bis, la frase “propiedades privadas o públicas” por “edificios privados o públicos”, a fin de circunscribir la obligación de instalación y mantención a aquéllas que son parte de un edificio, cubriendo el 99% de los casos. Con ello, destacó, se excluyen las que no son parte de un edificio, como el teleférico y el funicular del cerro San Cristóbal, por ejemplo, y el funicular y las sillas en canchas de ski, pudiéndose señalar excepciones, tales como los ascensores de Valparaíso, del cerro Santa Lucia y similares. En cualquier caso, añadió, se estima que las instalaciones que no son parte de un edificio son menos del 1%, y tienen un propietario y/o administrador conocido, que habitualmente renta el servicio.”

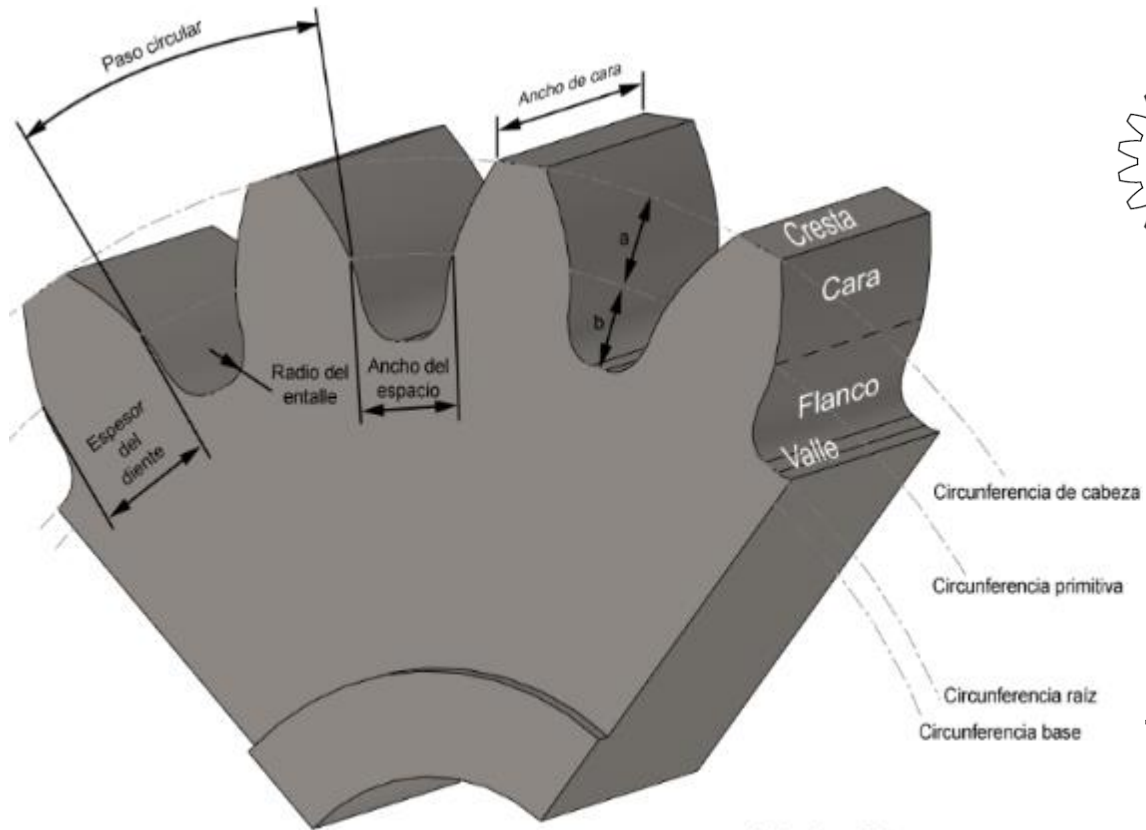
IMAGEN OBJETIVO

DESAGREGADO DE SISTEMAS ASCENSOR VILLASECA					CRITERIOS DE INTERVENCIÓN	IMAGEN OBJETIVO		RESUMEN ANTEPROYECTO	
SISTEMAS, SUB-SISTEMAS, COMPONENTES				ÍTEM		PLAN MAESTRO	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	DESCRIPCIÓN DE INTERVENCIONES	MATERIALIDAD / TRATAMIENTO
1 Carros (Cant.:02)	1.1 Cabina (Cant.:02)	1.1.1 Paredes y Techo	Estructura y Chapa Metálica	1.1.1.1	1.1 / 1.3 / 3.4 / 3.5	Los carros y en general todos sus constituyentes presentan daños de tal grado que se hace inviable su recuperación: alto nivel de corrosión con pérdida de material significativa en zonas y puntos estructurales críticos, ausencia de algunos componentes mecánicos (específicamente en el sistema de seguridad anti-deriva) y otros altamente desgastados, algunos con fisuras importantes, además de reparaciones deficientemente practicadas, entre otras deficiencias.	Reemplazo total	Paredes y techo de las cabinas configuradas en base a paños contruidos en perfilería laminada (perfiles ángulo y T simple) recubiertos con chapa metálica de 0,8 mm espesor.	Tratamiento anticorrosivo: galvanizado en caliente. Pintura: Epóxica de alta resistencia.
			Interior	1.1.1.2				Interior recubierto.	Alucobond o similar.
		Piso		1.1.1.2				Piso de madera.	Madera: terciado marino con tratamiento contra la humedad reforzado. Cubierta: goma de alto tráfico.
		Ventanas		1.1.1.3				Vidrio 100% transparente.	Vidrio templado y laminado.
		Mobiliario Interior		1.1.1.4				Definir modelo tipo de banca.	
		1.1.5. Puertas de Acceso	Hojas de Puertas	1.1.5.1				Mitad inferior recubierto en chapa metálica y superior vidriado.	Configuración y materialidad similar a los paños laterales de cabina.
			Sistema de Corredera	1.1.5.2				Puertas guiadas en la parte superior e inferior: - Guía superior: sistema de rodado en base a ruedas robustas sobre riel-guía macizo. - Guía inferior: pisadera con ranura-guía, similar ascensores convencionales.	Ruedas de acero con rodamientos sellados de alta calidad.
			Cerrojo y Sistema de Apertura	1.1.5.3				Diseño e incorporación de cerrojo de accionamiento manual que permita la apertura sólo desde el exterior de el carro.	
								Configuración y volumetría similar a la existente. Componentes unidos principalmente mediante	Materialidad: acero inoxidable A-314 esmerilado fino
	1.2 Chasis (Cant.:02)	Estructura Metálica		1.2.1					

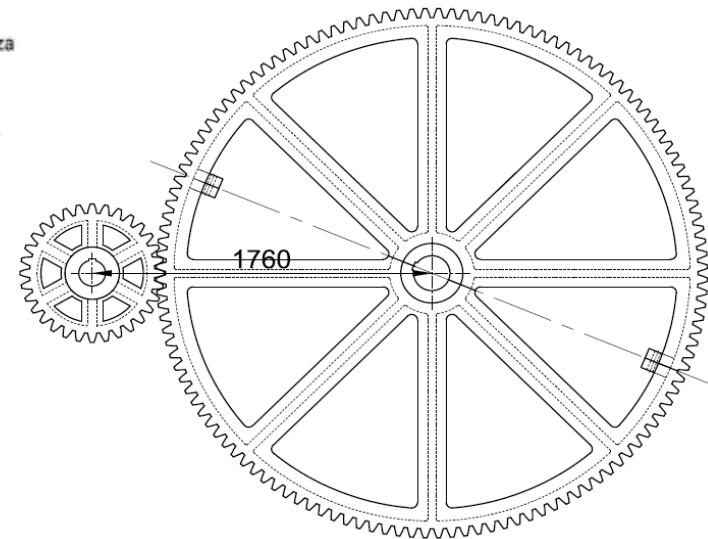
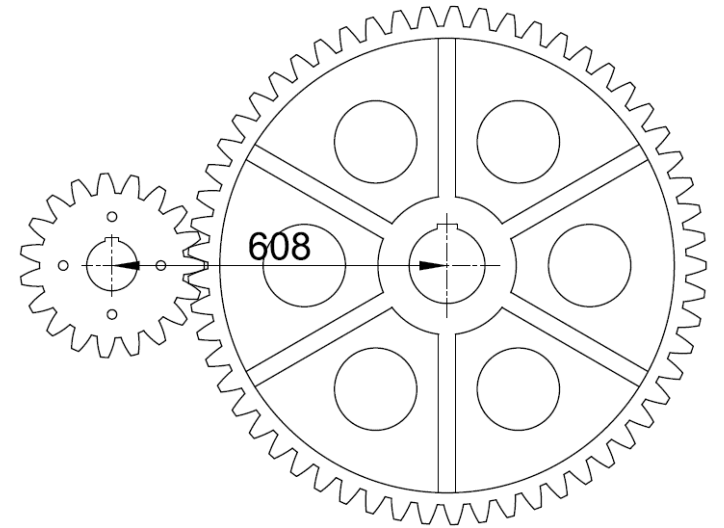
MEMORIA DE CÁLCULO



MEMORIA DE CÁLCULO

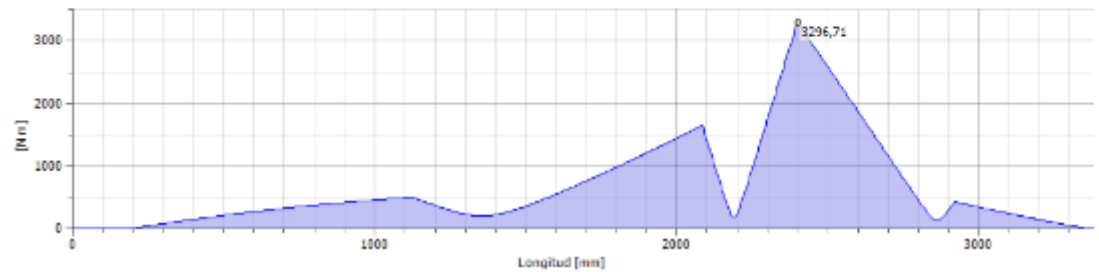
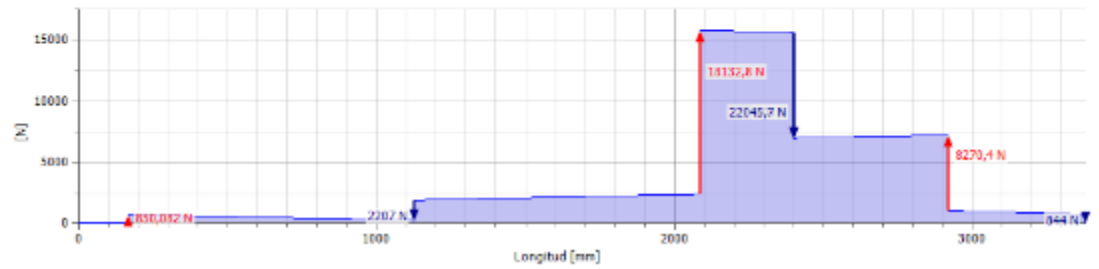
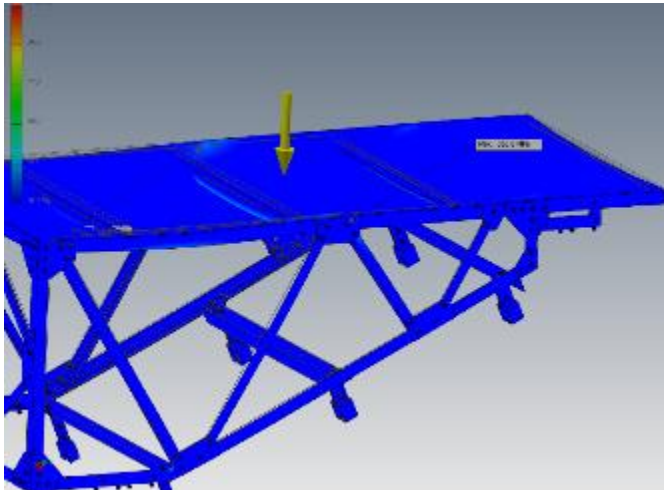
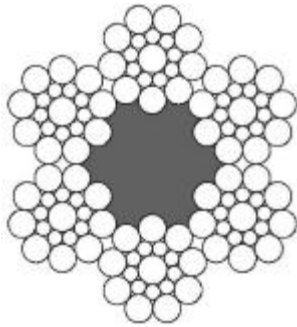
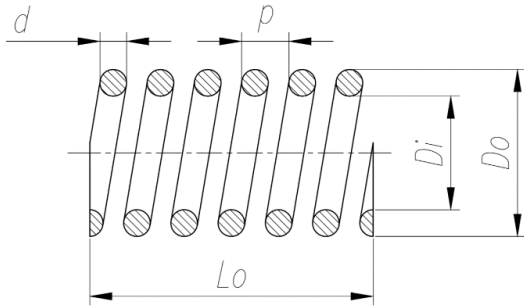


a: Addendum o Cabeza
b: Dedendum o Raíz



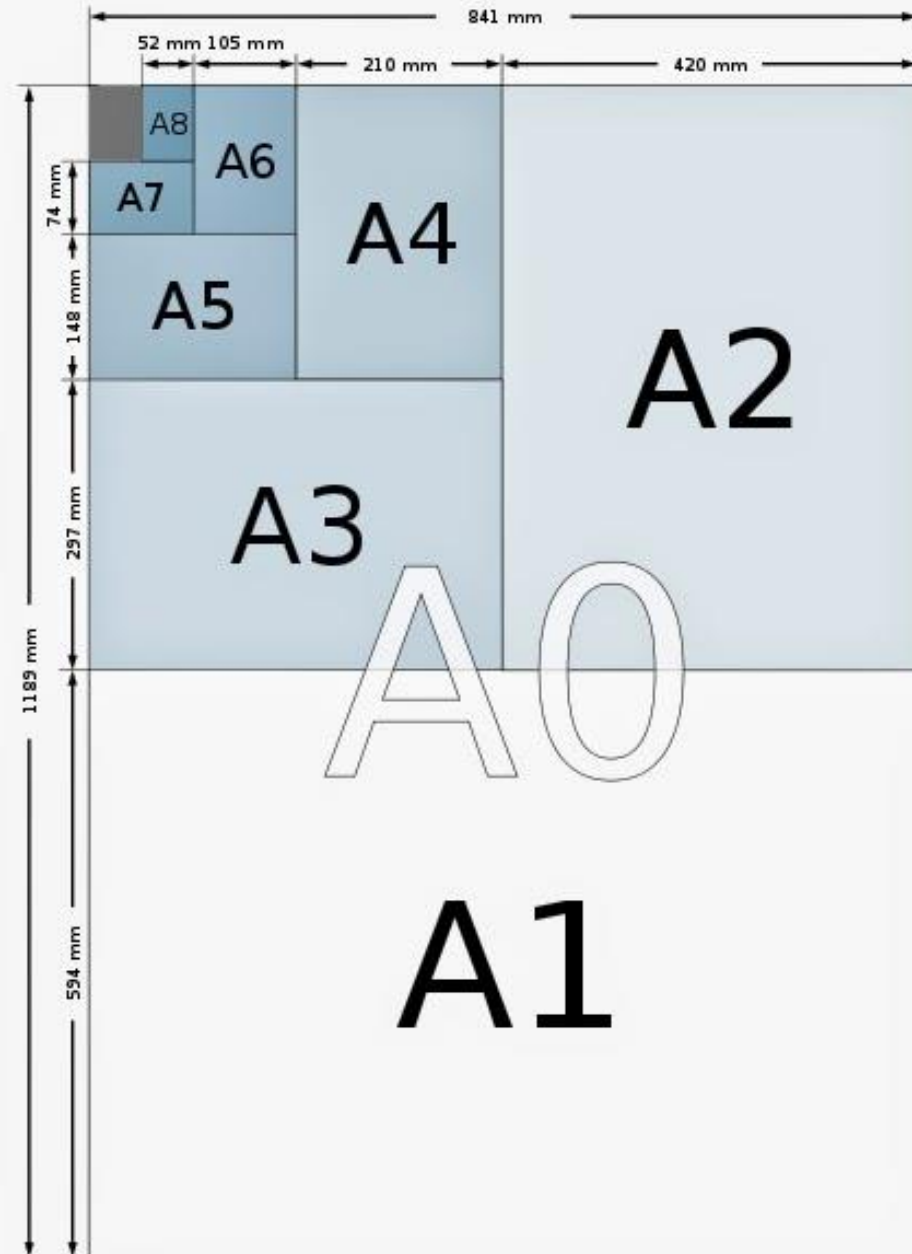
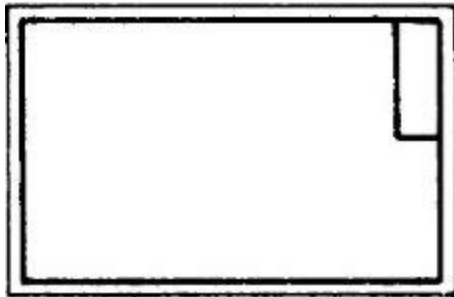
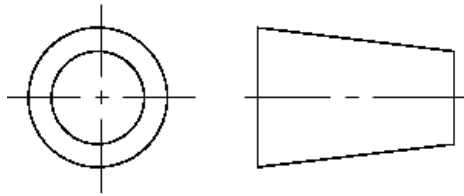
Circunferencia de cabeza
Circunferencia primitiva
Circunferencia raíz
Circunferencia base

MEMORIA DE CÁLCULO

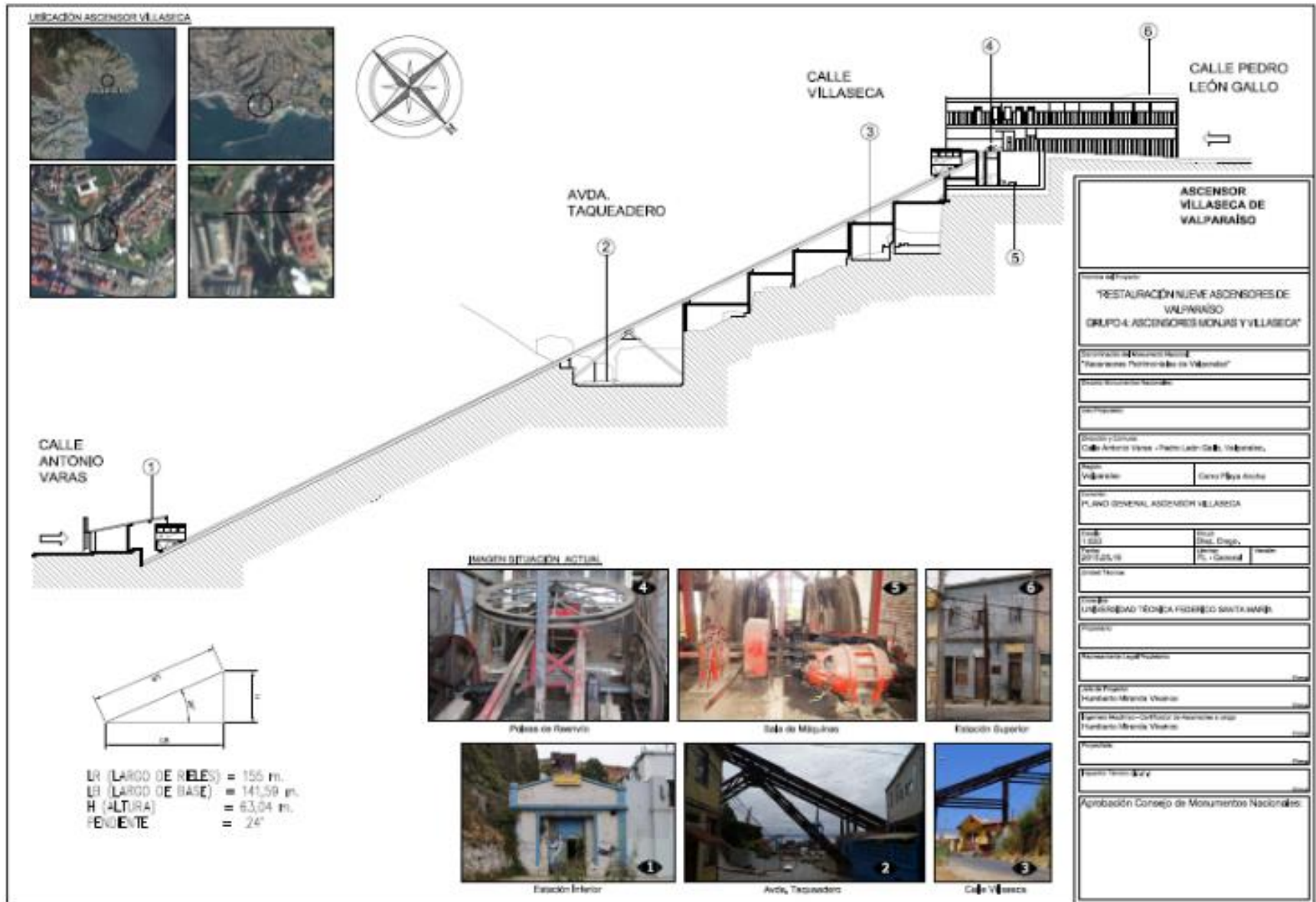


PLANOS

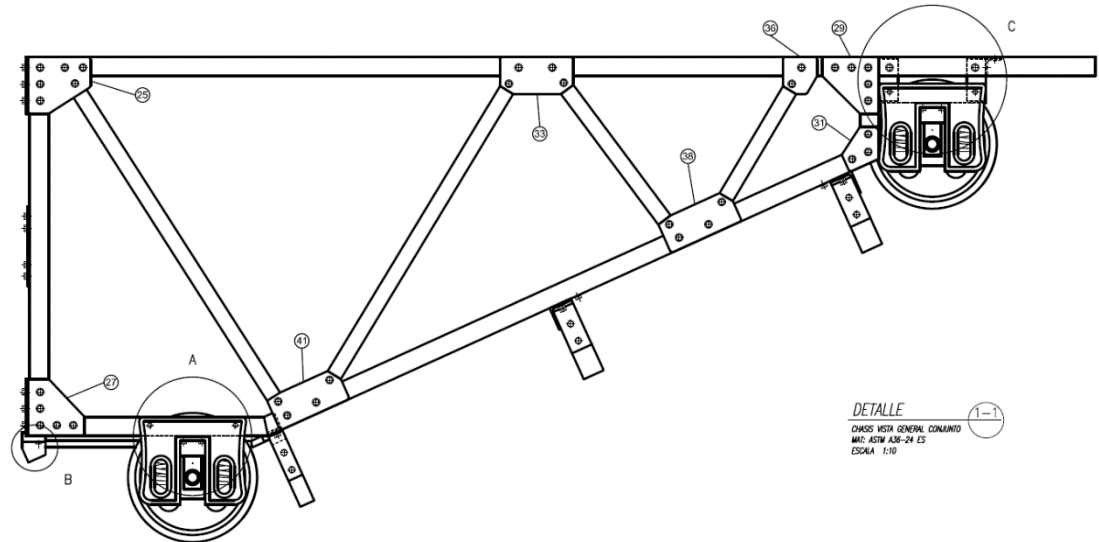
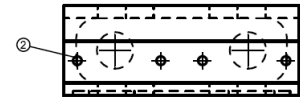
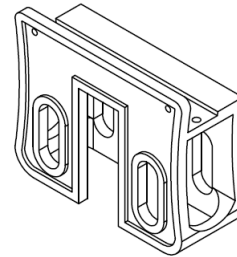
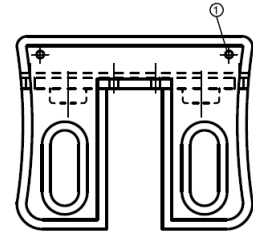
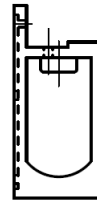
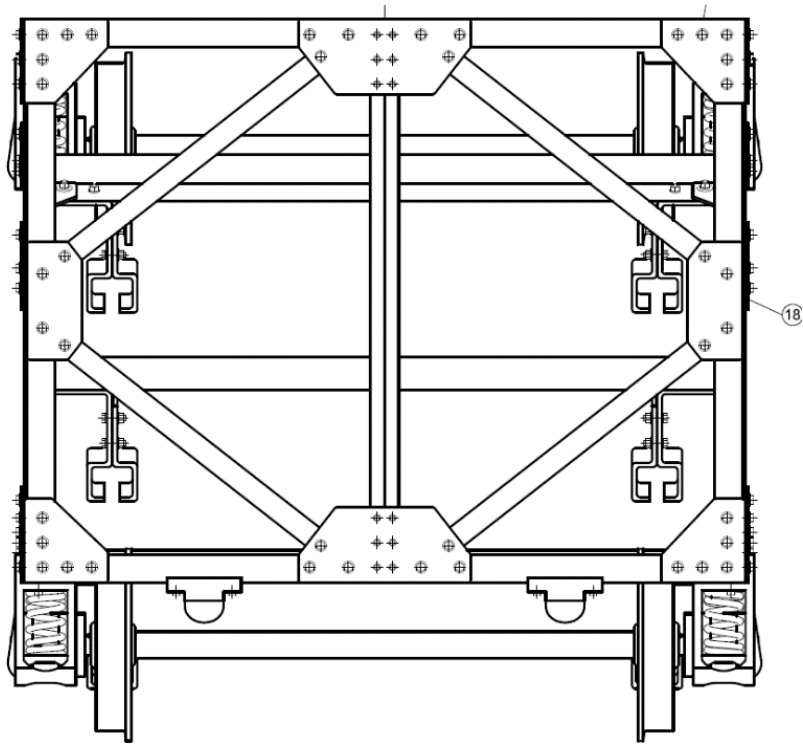
- Vistas: ISO-E (DIN)
- Dimensiones: ISO serie A
- Hoja horizontal tipo Y



PLANOS

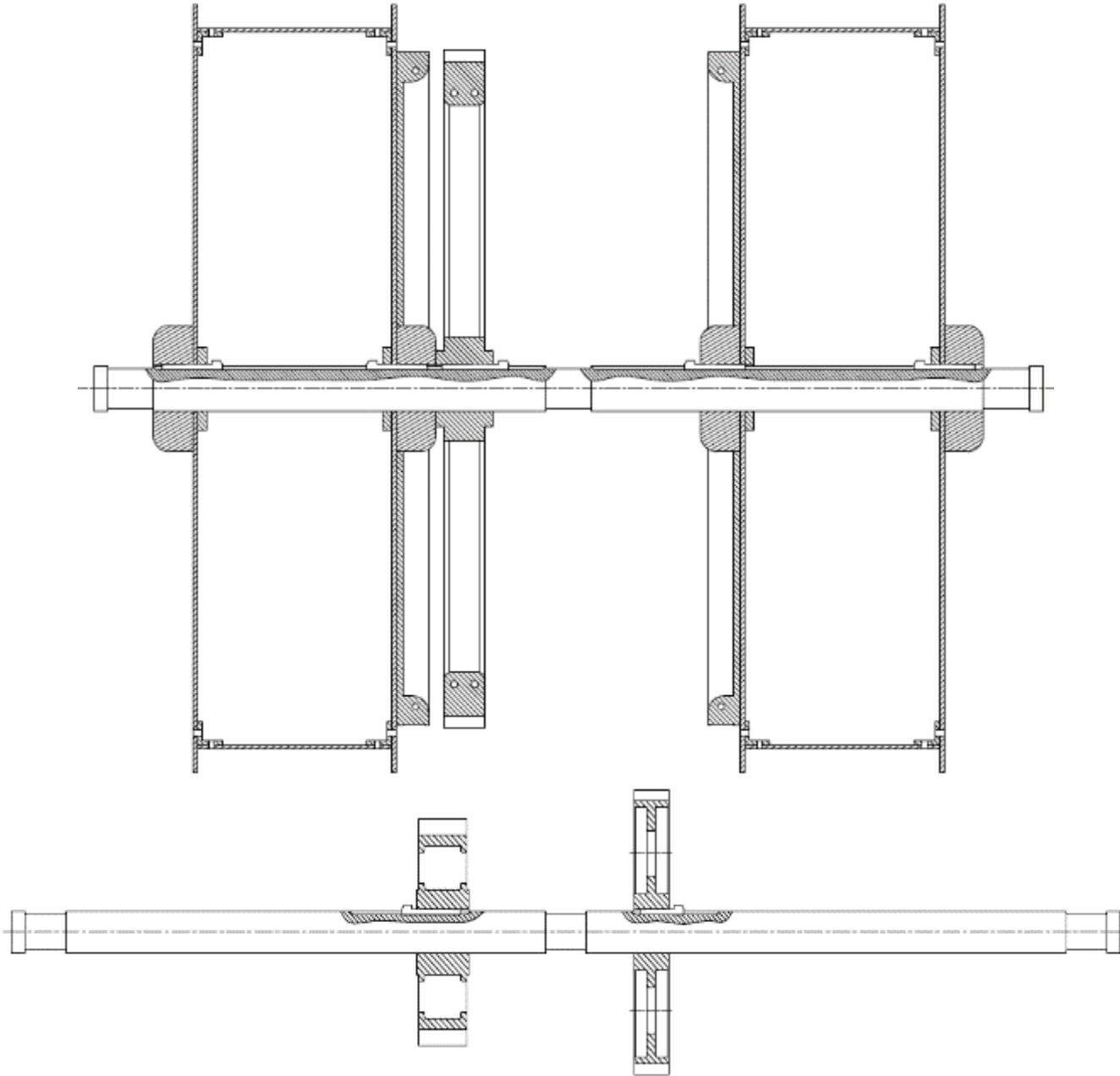


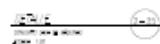
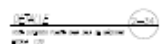
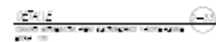
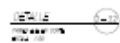
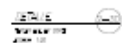
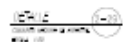
PLANOS

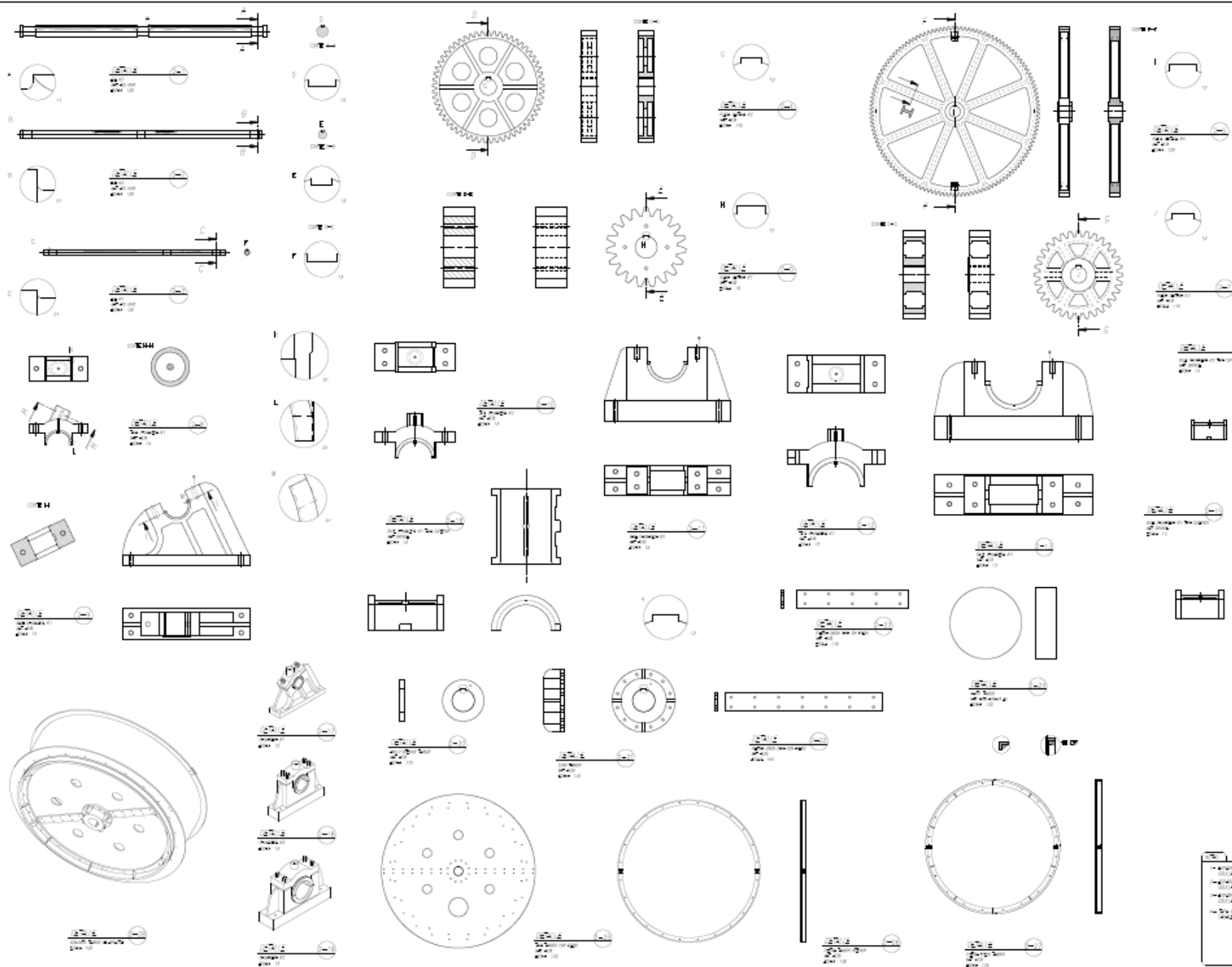


DETALLE
CHASSIS MESA GENERAL: CONJUNTO
MAY: ASTM A36-24 ES
ESCALA 1:10

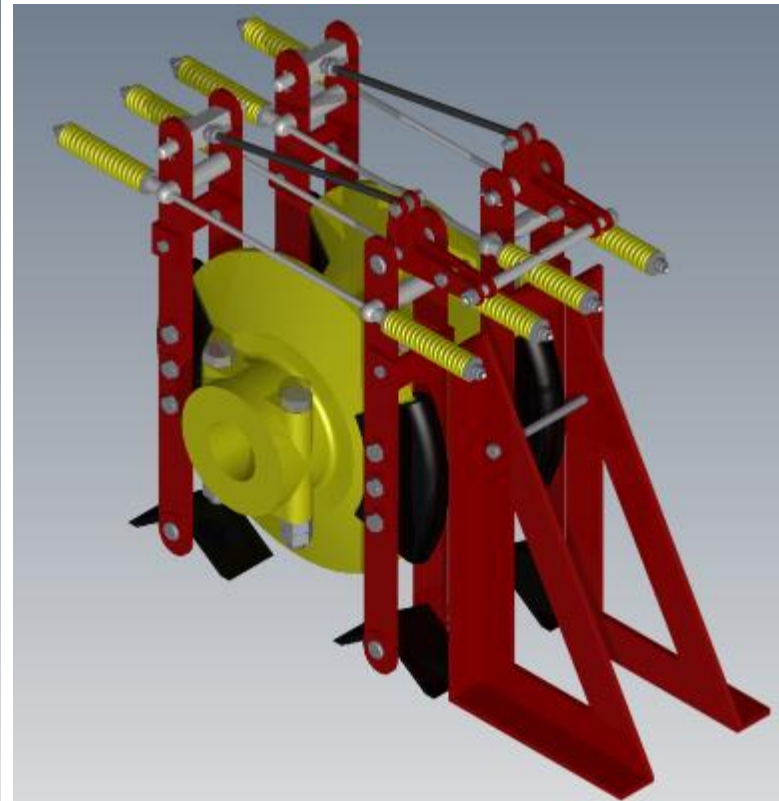
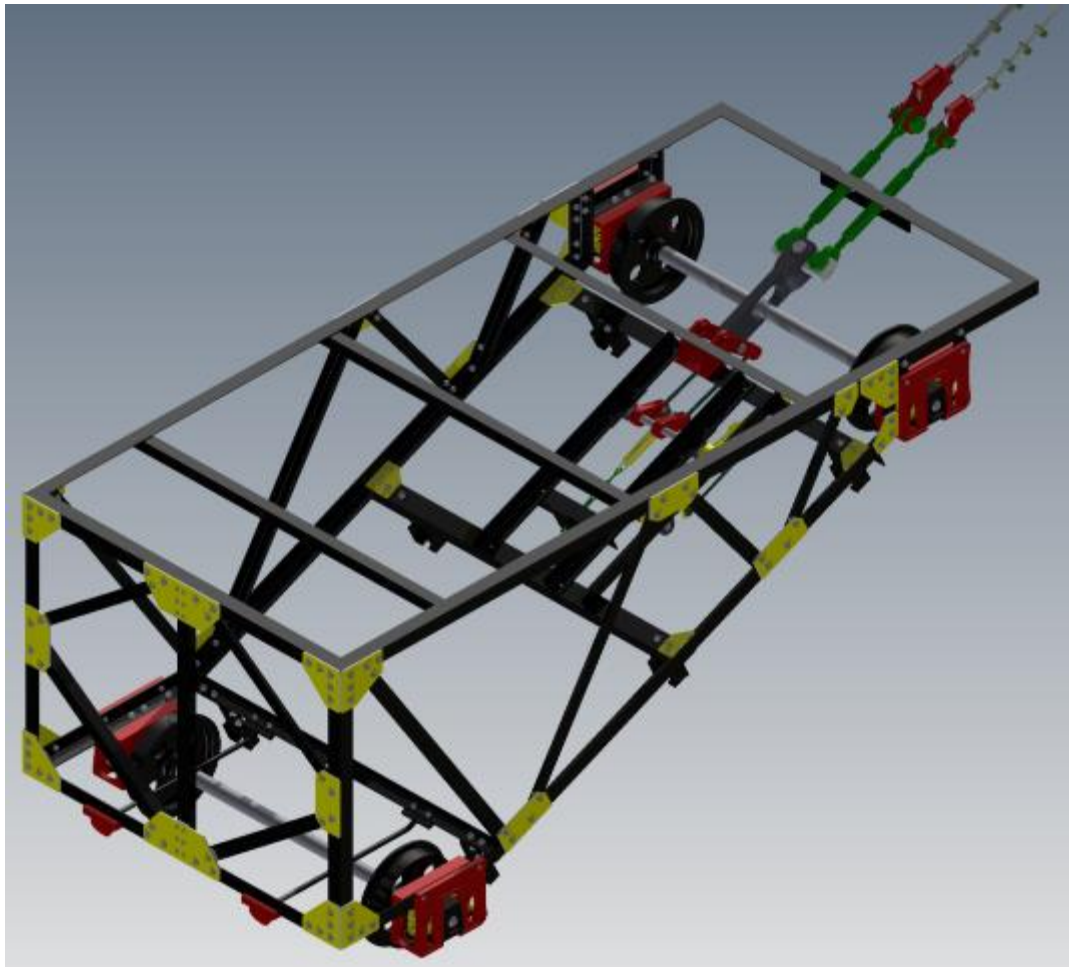
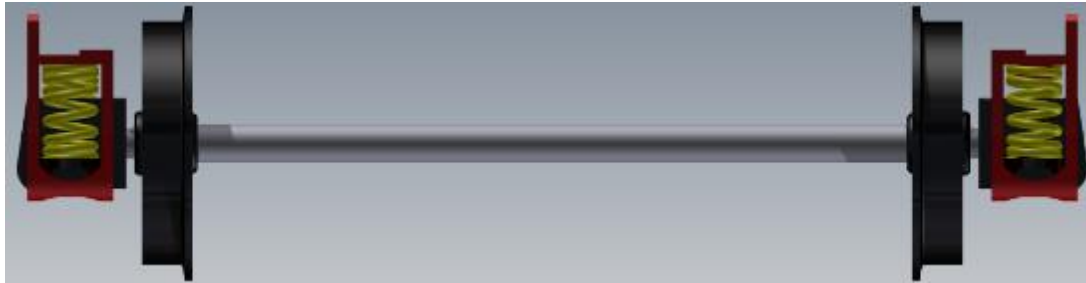
PLANOS



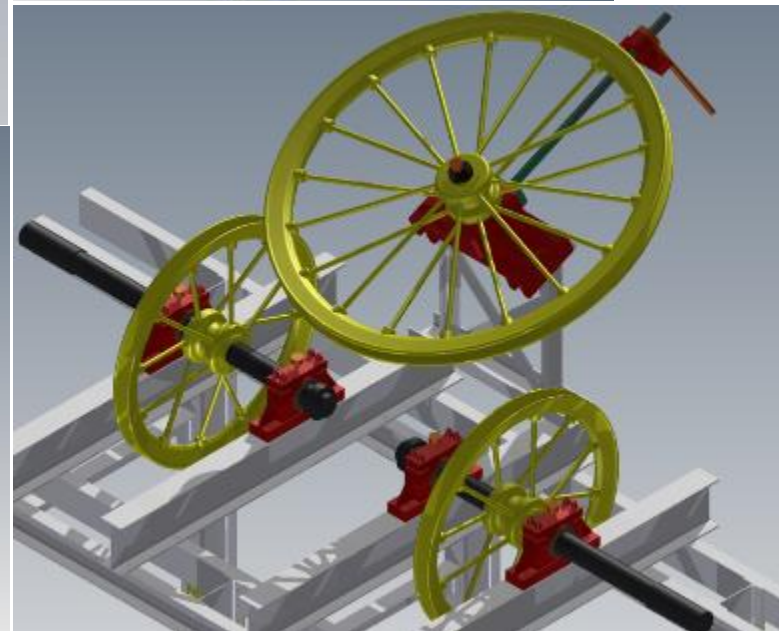
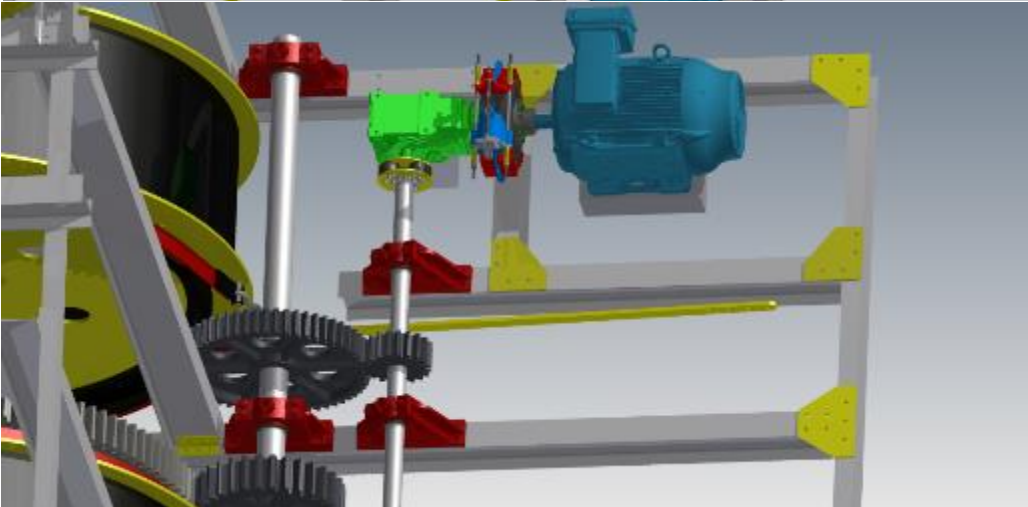
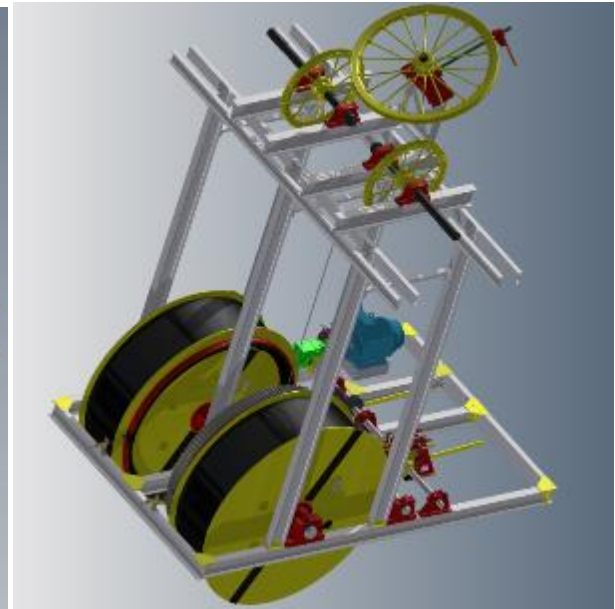
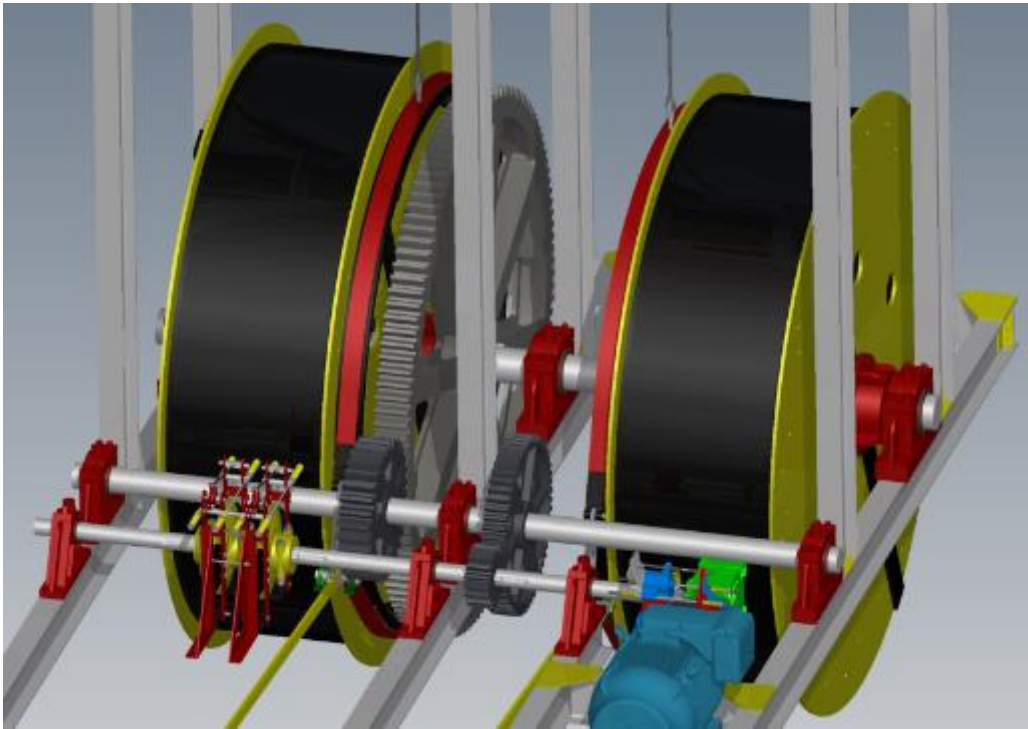
[illegible]



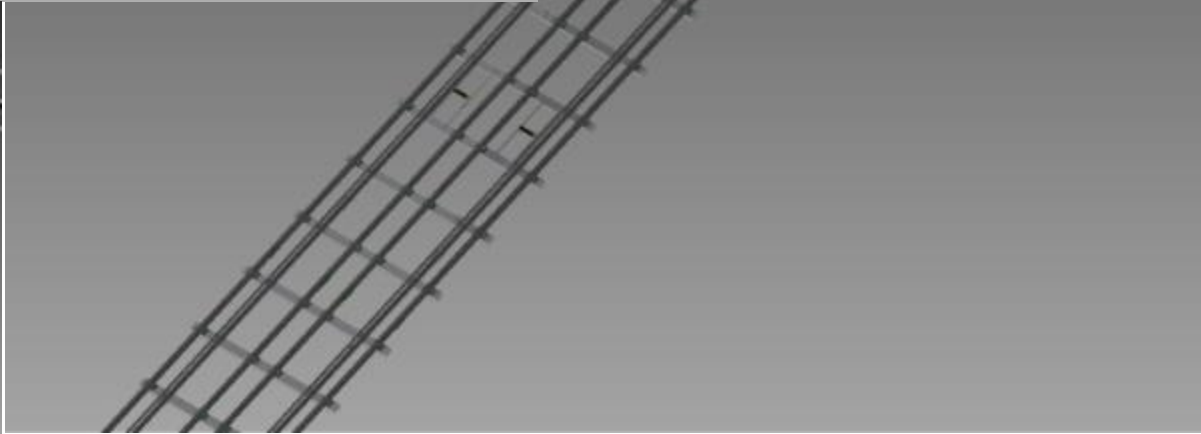
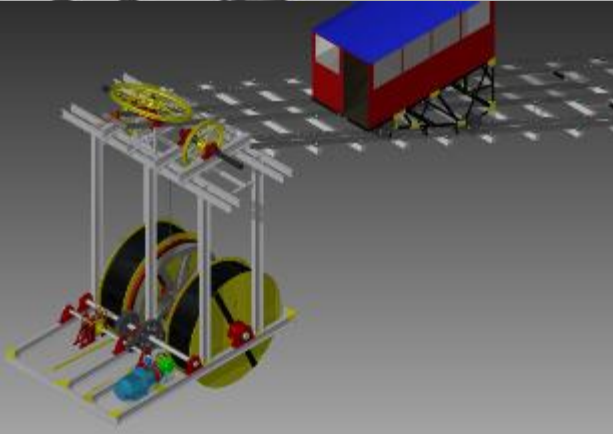
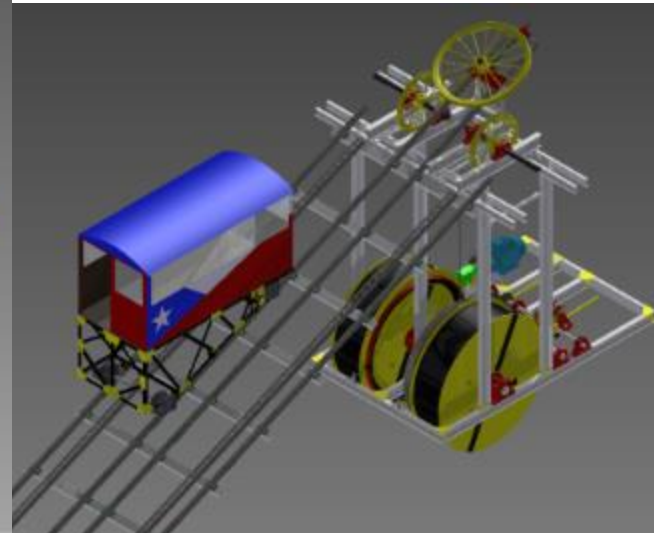
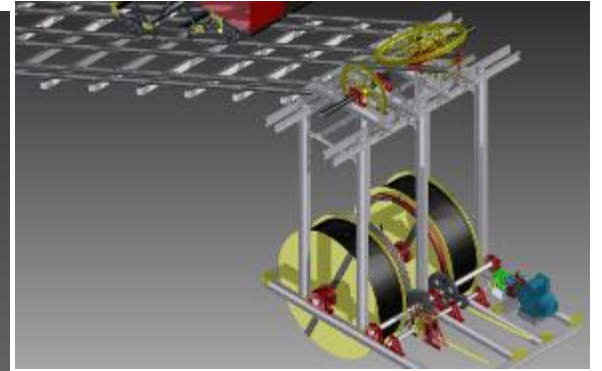
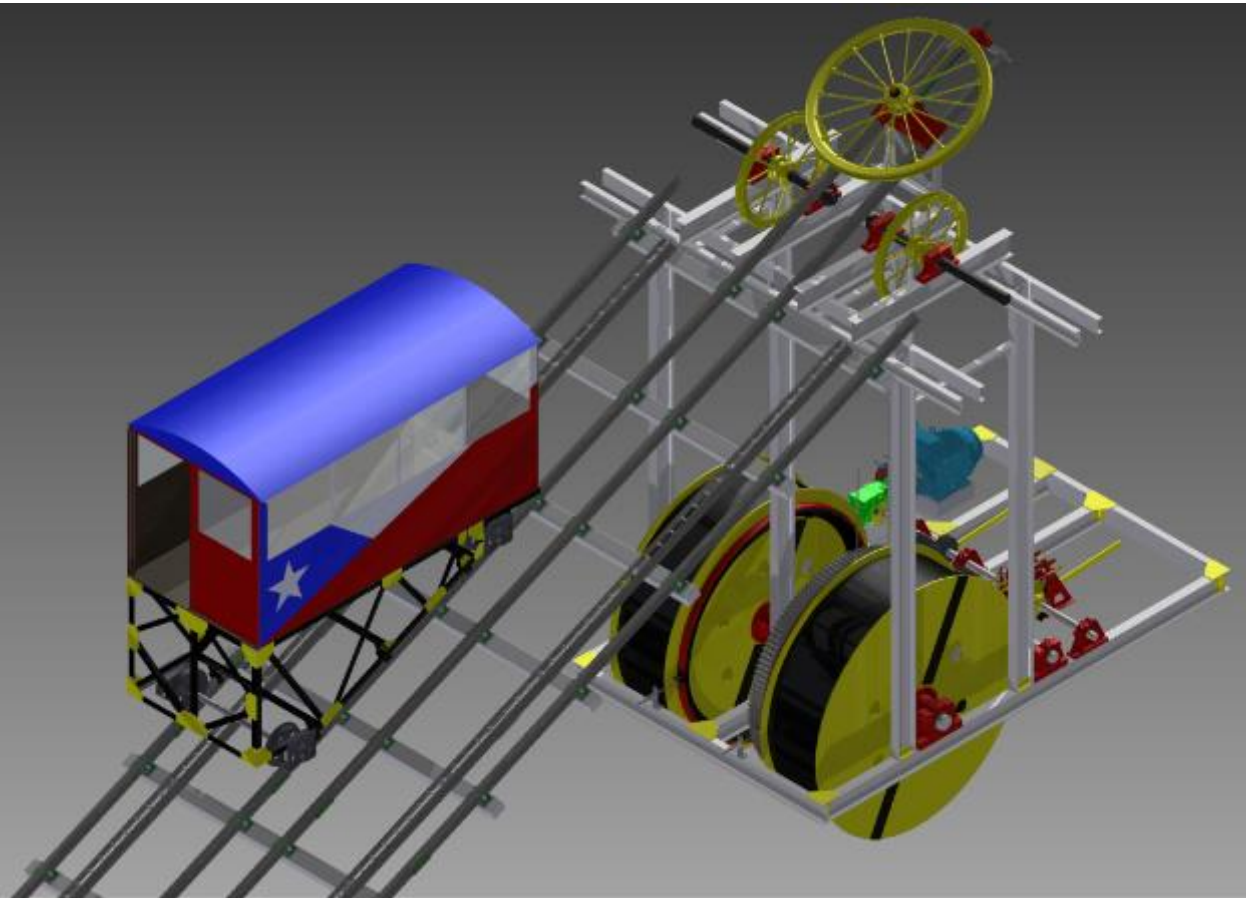
MODELAMIENTO



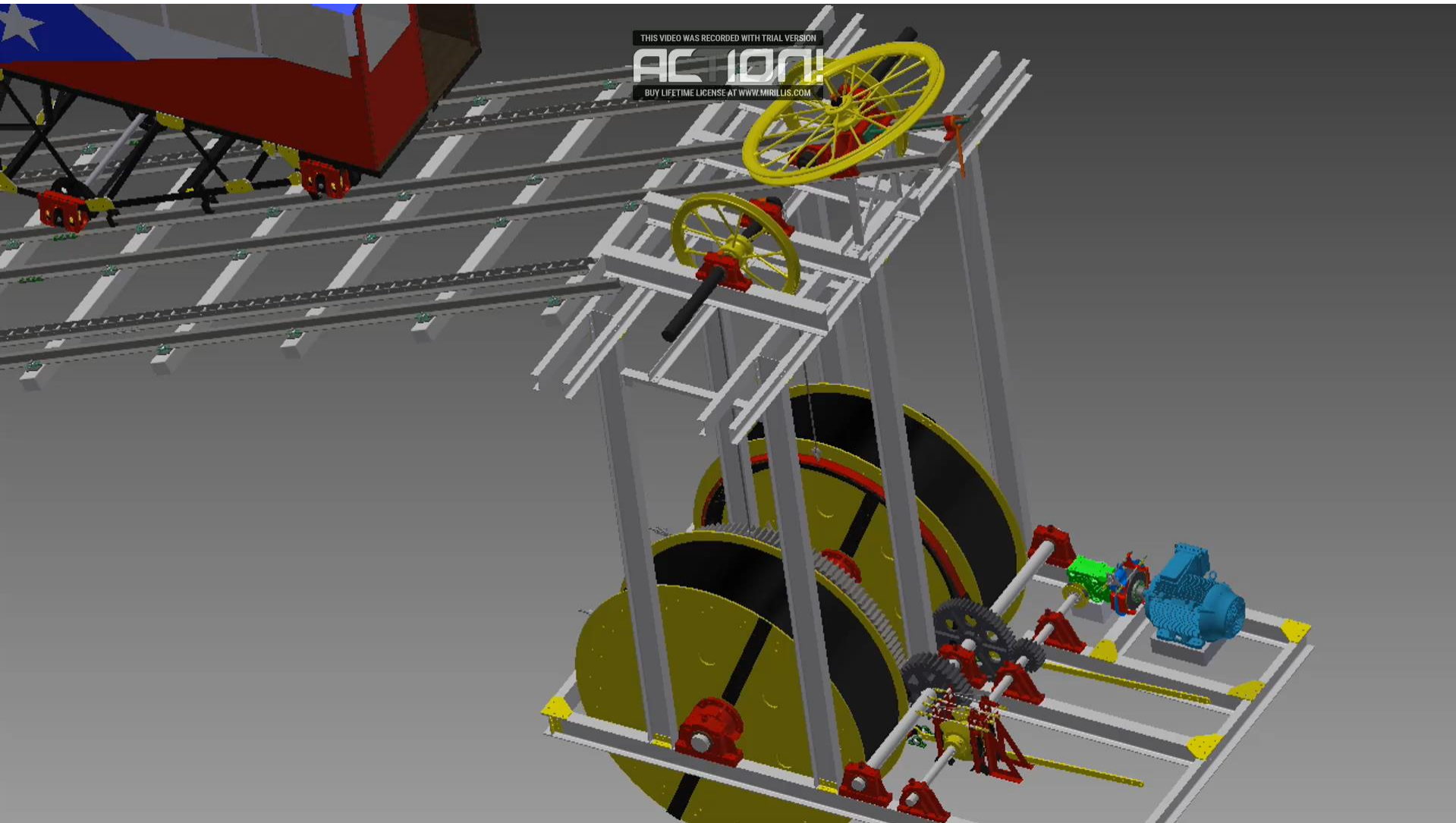
MODELAMIENTO



MODELAMIENTO



MODELAMIENTO



PRESUPUESTO

4.1	SISTEMAS MECÁNICOS	Cantidad	Observaciones	Precio Unitario	Precio Total
4.1.1	CHASIS				
4.1.1.1	Estructura				
4.1.1.1.1	Perfil L 80x80x8	6	Material: A36-24ES, Largo: 2050 [mm]	\$ 20.000	\$ 120.000
4.1.1.1.2	Perfil L 80x80x8	4	Material: A36-24ES, Largo: 4510 [mm]	\$ 40.000	\$ 160.000
4.1.1.1.3	Perfil L 80x80x8	4	Material: A36-24ES, Largo: 1015 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.4	Perfil L 80x80x8	4	Material: A36-24ES, Largo: 2870 [mm]	\$ 30.000	\$ 120.000
4.1.1.1.5	Perfil L 80x80x8	4	Material: A36-24ES, Largo: 450 [mm]	\$ 6.000	\$ 24.000
4.1.1.1.6	Perfil L 80x80x8	4	Material: A36-24ES, Largo: 1584 [mm]	\$ 15.000	\$ 60.000
4.1.1.1.7	Perfil L 80x40x6	4	Material: A36-24ES, Largo: 1584 [mm]	\$ 12.000	\$ 48.000
4.1.1.1.8	Perfil L 65x65x6	8	Material: A36-24ES, Largo: 2034[mm]	\$ 12.000	\$ 96.000
4.1.1.1.9	Perfil L 65x65x6	8	Material: A36-24ES, Largo: 1280 [mm]	\$ 8.000	\$ 64.000
4.1.1.1.10	Perfil L 65x65x6	4	Material: A36-24ES, Largo: 1853 [mm]	\$ 12.000	\$ 48.000
4.1.1.1.11	Perfil L 65x65x6	4	Material: A36-24ES, Largo: 1824 [mm]	\$ 12.000	\$ 48.000
4.1.1.1.12	Perfil L 65x65x6	4	Material: A36-24ES, Largo: 1014 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.13	Perfil L 65x65x6	4	Material: A36-24ES, Largo: 939 [mm]	\$ 8.000	\$ 32.000
4.1.1.1.14	Cartela Frontal Esquina	8	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 80.000
4.1.1.1.15	Cartela Frontal Centro	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.16	Cartela Frontal Lateral	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.17	Cartela Lateral Esquina Delantera Superior	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.18	Cartela Lateral Esquina Delantera Inferior	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.19	Cartela Lateral Esquina Trasera Superior	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.20	Cartela Lateral Esquina Trasera Inferior	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.21	Cartela Lateral Inclclinada Delantera	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.22	Cartela Lateral Inclclinada Trasera	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.23	Cartela Lateral Centro	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.24	Cartela Lateral Trasera	4	Espesor: 8 [mm]	\$ 10.000	\$ 40.000
4.1.1.1.25	Perno hexagonal 3/8-16 x 2"	24	Grado 5 UNC, Empernadura frontis perfil angular 80x40	\$ 500	\$ 12.000
4.1.1.1.26	Tuerca hexagonal 3/8"-16	24		\$ 170	\$ 4.080
4.1.1.1.27	Golilla plana corriente 3/8"	24		\$ 80	\$ 1.920
4.1.1.1.28	Golilla de presión 3/8"	24		\$ 80	\$ 1.920
4.1.1.1.29	Perno hexagonal 5/8-11 x 2"	212	Grado 5 UNC, Empernadura frontis perfil angular 80x40	\$ 700	\$ 148.400
4.1.1.1.30	Tuerca hexagonal 5/8"-11	212		\$ 420	\$ 89.040
4.1.1.1.31	Golilla plana corriente 5/8"	212		\$ 120	\$ 25.440
4.1.1.1.32	Golilla de presión 5/8"	212		\$ 120	\$ 25.440

PRESUPUESTO

4.1.4.7.34	Masa de Actuación y Terminales de Unión	2	Masa de 70 [Kg]	\$ 100.000	\$ 200.000
4.1.5	ESTRUCTURA SOPORTANTE MAQUINARIA				
4.1.5.1	Estructura Base Sala de Máquinas				
4.1.5.1.1	Viga UPE 270x95	2	Perfil Estructural ASTM A572 Grado 50, Largo: 3977 [mm]	\$ 220.000	\$ 440.000
4.1.5.1.2	Viga IPE 270x135	3	Perfil Estructural ASTM A572 Grado 50, Largo: 6480 [mm]	\$ 350.000	\$ 1.050.000
4.1.5.1.3	Viga IPE 270x135	1	Perfil Estructural ASTM A572 Grado 50, Largo: 2500 [mm]	\$ 150.000	\$ 150.000
4.1.5.1.4	Viga IPE 270x135	1	Perfil Estructural ASTM A572 Grado 50, Largo: 951 [mm]	\$ 70.000	\$ 70.000
4.1.5.1.5	Cartela Central	2	Espesor 10 [mm]	\$ 10.000	\$ 20.000
4.1.5.1.6	Cartela Esquina	5	Espesor 10 [mm]	\$ 10.000	\$ 50.000
4.1.5.1.7	Cartela Extensión Motoreductor	2	Espesor 10 [mm]	\$ 10.000	\$ 20.000
4.1.5.1.8	Perno Hexagonal 3/4-10 x 2"	42	Grado 5 UNC, Empernadura Cartelas	\$ 900	\$ 37.800
4.1.5.1.9	Tuerca Hexagonal 3/4-10	42		\$ 600	\$ 25.200
4.1.5.1.10	Golilla Plana Corriente 3/4"	42		\$ 200	\$ 8.400
4.1.5.1.11	Golilla de Presión 3/4"	42		\$ 200	\$ 8.400
4.1.5.1.12	Suple Unión Estructura Base	12	Ángulo 90x64x10, Largo 200 [mm]	\$ 20.000	\$ 240.000
4.1.5.1.13	Perno Hexagonal 5/8-11 x 2"	54	Grado 5 UNC, Empernadura suples Vigas base estructural	\$ 700	\$ 37.800
4.1.5.1.14	Tuerca Hexagonal 5/8-11	54		\$ 420	\$ 22.680
4.1.5.1.15	Golilla Plana Corriente 5/8"	54		\$ 120	\$ 6.480
4.1.5.1.16	Golilla de Presión 5/8"	54		\$ 120	\$ 6.480
4.1.5.2	Estructura Superior Poleas				
4.1.5.2.1	Viga IPE 270x135	6	Perfil Estructural ASTM A572 Grado 50, Largo: 5500 [mm]	\$ 250.000	\$ 1.500.000
4.1.5.2.2	Suple Unión Estructura Base - Pilares	10	Ángulo 90x64x10, Largo 200 [mm]	\$ 15.000	\$ 150.000
4.1.5.2.3	Perno Hexagonal 5/8-11 x 2"	96	Grado 5 UNC, Empernadura Suples y Unión pilares Vigas	\$ 700	\$ 67.200
4.1.5.2.4	Tuerca Hexagonal 5/8-11	96		\$ 420	\$ 40.320
4.1.5.2.5	Golilla Plana Corriente 5/8"	96		\$ 120	\$ 11.520
4.1.5.2.6	Golilla de Presión 5/8"	96		\$ 120	\$ 11.520
4.1.5.2.7	Viga IPE 300x150	4	Perfil Estructural ASTM A572 Grado 50, Largo: 2500 [mm]	\$ 200.000	\$ 800.000
4.1.5.2.8	Viga UPE 200x80	4	Perfil Estructural ASTM A572 Grado 50, Largo: 6000 [mm]	\$ 250.000	\$ 1.000.000
4.1.5.2.9	Suple Unión Estructura Superior - Pilares	12	Ángulo 80x80x10, Largo 135 [mm]	\$ 15.000	\$ 180.000
4.1.5.2.10	Viga T 100x100	3	Material: A36-24ES, Largo: 1600 [mm]	\$ 100.000	\$ 300.000
4.1.5.2.11	Perfil L 90x90x10	1	Material: A36-24ES, Largo: 3942 [mm]	\$ 100.000	\$ 100.000
4.1.5.2.12	Perno Hexagonal 1/2-13 x 2"	30	Grado 5 UNC, Empernadura Unión Perfil y Viga T	\$ 1.700	\$ 51.000
4.1.5.2.13	Tuerca Hexagonal 1/2-13	30		\$ 600	\$ 18.000
4.1.5.2.14	Golilla Plana Corriente 1/2"	30		\$ 200	\$ 6.000
4.1.5.2.15	Golilla de Presión 1/2"	30		\$ 200	\$ 6.000
				TOTAL	\$ 253.287.040

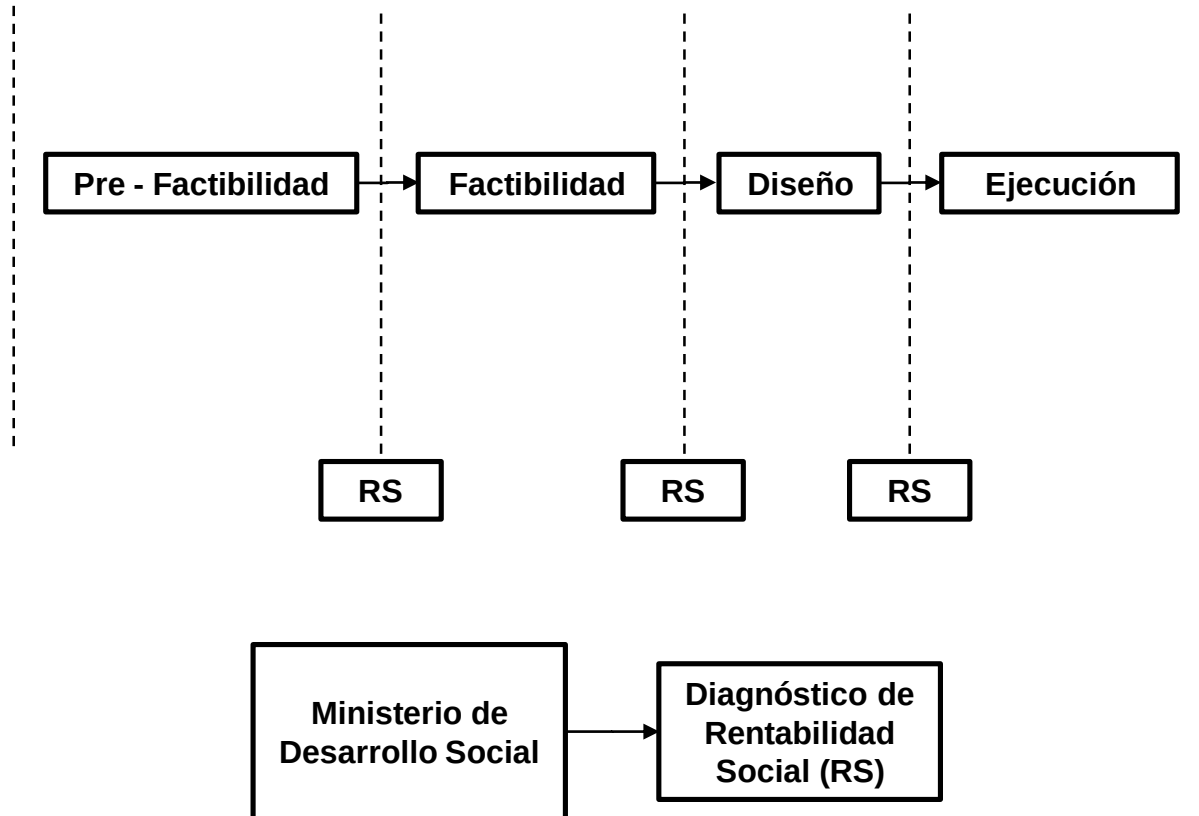
CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

- ✓ Patrimonio industrial vivo.
- ✓ Medio de transporte de rentabilidad social.
- ✓ Mantención y bitácora de antecedentes.
- ✓ Leyes específicas referidas a patrimonio industrial.
- ✓ Instituciones orientadas a salvaguardar el patrimonio.
- ✓ Profesionalizar el rubro de transporte por cable.
- ✓ Envergadura de proyecto, relación interpersonal y herramientas de diseño.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Nº	Ascensor	Inaugurado
1	Concepción	1-12-1883
2	Cordillera	16-09-1886
3	Artillería	29-12-1892
4	Hospital San Juan de Dios	Octubre 1898
5	Bellavista	16-07-1899
6	Panteón	24-06-1901
7	El Peral	07-12-1901
8	Ferroviano	18-05-1902
9	Reina Victoria	04-03-1903
10	Esmeralda	1905
11	Mariposas	14-05-1903
12	Florida	1906 - Febrero 1907
13	Arrayán	12-03-1907
14	Lecheros	15-02-1908
15	La Cruz	05-03-1908
16	Barón	17-04-1909
17	Larraín	31-10-1909
18	Santo Domingo	16-11-1910
19	Espíritu Santo	24-12-1911
20	Monjas	1912
21	Placeres	1913
22	Villaseca	18-10-1913
23	San Agustín	1913
24	Merced	20-02-1914
25	Ramaditas	21-11-1914
26	Polanco	08-06-1916
27	Delicias	1921
28	Las Cañas	1925
29	Van Buren	1929
30	Perdices	19-11-1931
31	Portales	1910*

ETAPAS DEL PROYECTO



“Albergaba una cantidad importante de piezas originales y de gran valor patrimonial, por ejemplo los tambores, poleas, la silla de operador y parte del sistema de control. Estas piezas deberían haber sido conservadas en un museo o por lo menos registrados y guardados en una bodega.”

Sociedad » Local

Demolición pone fin a la historia del antiguo ascensor Las Cañas

De esta manera se puso bruscamente fin a la historia del Ascensor Las Cañas para escribir otra historia con el terreno municipal, atractivo por la gran extensión del predio.



Por Corresponsal El...

6,232 Lecturas

15 de Septiembre, 2011 01:09

 4 Comentarios

Por Camilo Vargas Koch

Sin anestesia y advertencias previas la municipalidad finiquitó en forma categórica la historia del antiguo ascensor Las Cañas. Vecinos del Cerro Las Cañas lamentaron la pérdida, dicen que sobre los años siempre se les ha señalado que algún día se iba reponer el ascensor, pero comentaron que un hace más o menos un mes atrás llegó personal del municipio y demolió la Estación Superior del Ascensor por completo.



“Procedieron sin consultar al Consejo de Monumentos u otros servicios si se podía obtener ayuda para estabilizar el muro y dejar así la posibilidad de recuperar algún día el inmueble.”

La supuesta razón era que el inmueble tenía daños del terremoto del 2010, específicamente un muro que estaba en peligro de desplomarse justificaba que el municipio aplicará la solución más conveniente y demoliera el inmueble. Procedieron sin consultar al Consejo de Monumentos u otros servicios si se podía obtener ayuda para estabilizar el muro y dejar así la posibilidad de recuperar algún día el inmueble. De esta manera se puso bruscamente fin a la historia del Ascensor Las Cañas para escribir otra historia con el terreno municipal, atractivo por la gran extensión del predio. La propiedad municipal posee un alto avalúo fiscal de \$227 671.250 pesos.



“la jefa de la Oficina de Gestión Patrimonio, Sra. Paulina Kaplan no cuenta con un registro de estas piezas y que no tiene idea que se demolió el inmueble y que tampoco sabe algo acerca del destino final de las piezas originales que se encontraban en la Estación Superior.”

- 2014-2015: Concurso internacional de ideas para la recuperación del Ascensor Las Cañas y el reordenamiento de la quebrada Polcuro.

Usted está en : [Portada](#): Crónica

Viernes 7 de noviembre de 2008

Gestionan impedir remate del ascensor La Cruz

Diputado Gody señaló que los ascensores deben quedar eximidos de impuestos

ANITA COLLAO

Junto a los vecinos afectados por el inminente remate del Ascensor del Cerro La Cruz, el diputado RN, Joaquín Godoy, presentó un Proyecto de Acuerdo que solicita a la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, que lo declare Monumento Nacional, al igual que los ascensores del Cerro Las Cañas y Hospital.

Además, pide que se modifique la Ley 17.235 de Monumentos Nacionales, con el fin que se exima de impuesto territorial a estos monumentos porteños, aún cuando estén destinados a la actividad comercial de transporte de pasajeros.

Aparte de estar presente en el lugar la directiva de la Junta de Vecinos del sector también estuvieron los dirigentes del Comité de Defensa de Valparaíso, quienes

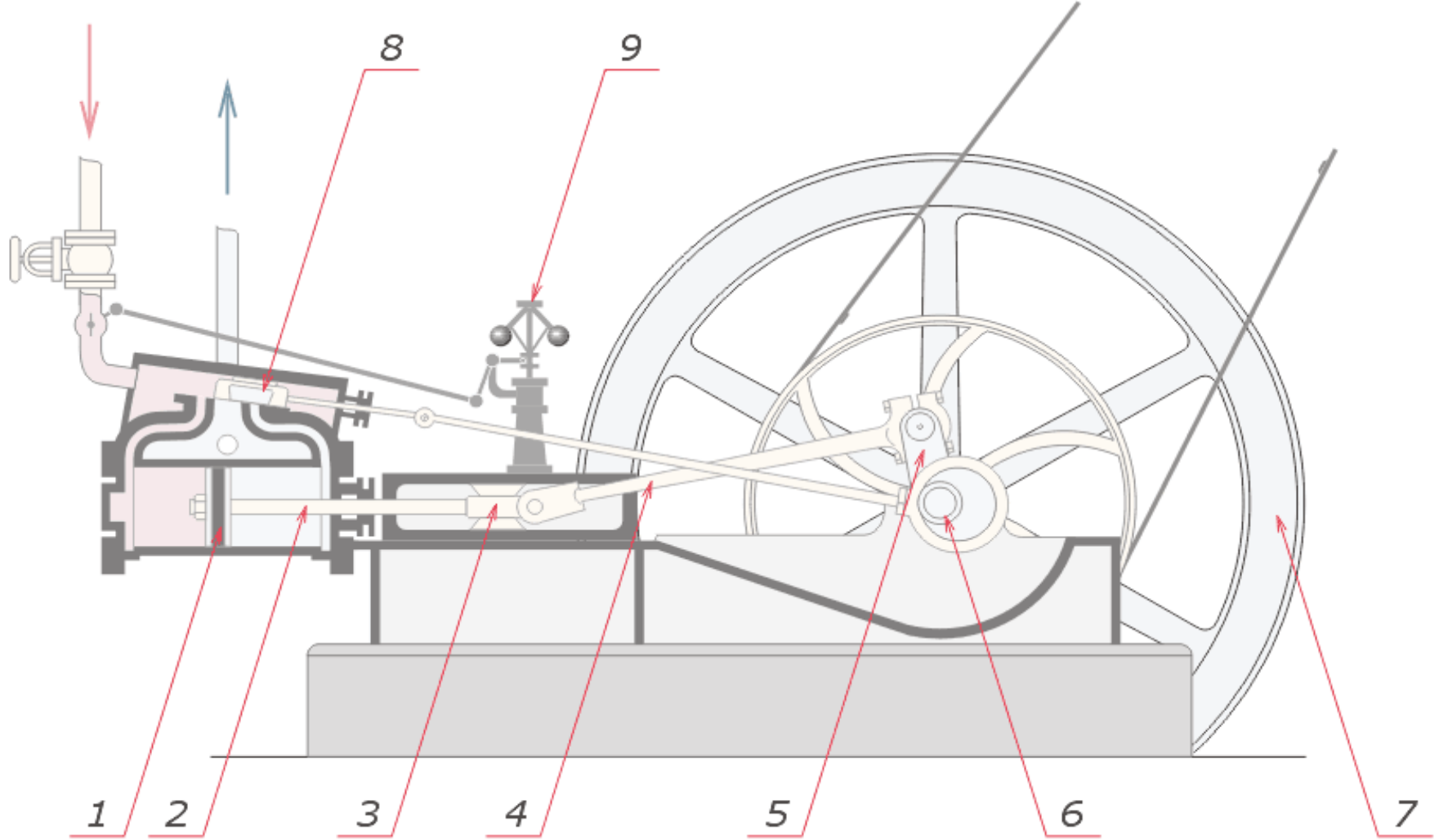
manifestaron su preocupación por la respuesta siempre tardía de las autoridades municipales y regionales de gobierno respecto de la mantención de los ascensores porteños.

"Si bien es de propiedad privada, debe recuperarse ya que es uno de los íconos más importantes de nuestra identidad porteña, por lo cual debió haberse considerado en los fondos BID tal como se consideró el Ascensor Concepción" argumentó María Quezada, secretaria del Comité de Defensa.

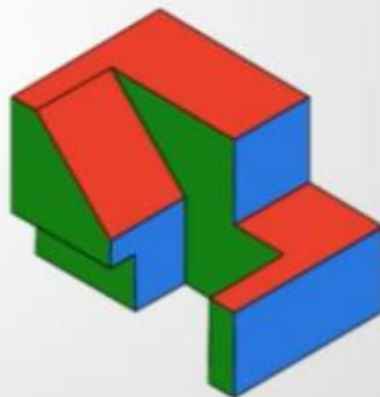
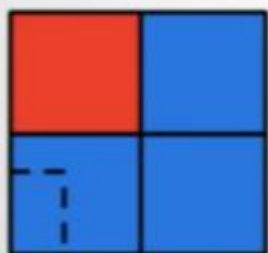
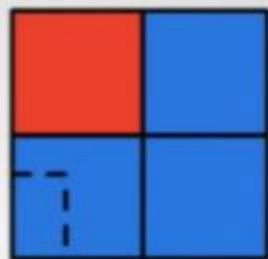
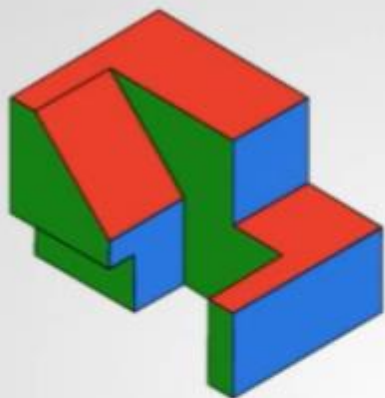
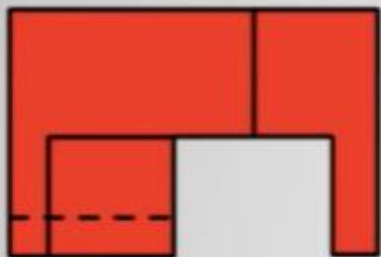
Agregó que "se debe trabajar en varios aspectos. En este caso, nuestra propuesta es este proyecto de acuerdo, que tiene como finalidad eximir de impuestos a todos los ascensores porteños, sean o no Monumento Nacional. La ley actual dice que deben pagar contribuciones todos los monumentos históricos que estén destinados a la actividad comercial, por lo tanto los ascensores monumentos nacionales actualmente deben hacer un gran esfuerzo por cumplir con ello, sin embargo muchas veces ni siquiera son sustentables económicamente. Por eso queremos revertir esa situación con esta iniciativa pero es la Presidenta la que debe enviar un



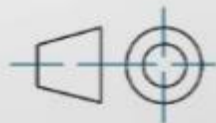
“Ley 17.235 de Monumentos Nacionales, con el fin que se exima de impuesto territorial a estos monumentos porteños, aún cuando estén destinados a la actividad comercial de transporte de pasajeros.



Ciclo en dos etapas: primera, genera vapor de agua, lo que produce expansión en cilindro de pistón (que produce movimiento en la rueda). Finalmente regresa pistón y bota vapor de agua. Segunda por medio de juego de válvulas controla el ingreso y expulsión de vapor produciendo el movimiento cíclico de la maquina.



ASA



DIN

Serie A		Serie B		Serie C	
A0	841 x 1189	B0	1000 x 1414	C0	917 x 1297
A1	594 x 841	B1	707 x 1000	C1	648 x 917
A2	420 x 594	B2	500 x 707	C2	458 x 648
A3	297 x 420	B3	353 x 500	C3	324 x 456
A4	210 X 297	B4	250 x 353	C4	229 x 324
A5	148 x 210	B5	176 x 250	C5	162 x 229
A6	105 x 148	B6	125 x 176	C6	114 x 162
A7	74 x 105	B7	88 x 125	C7	81 x 114
A8	52 x 74	B8	62 x 88	C8	57 x 81
A9	37 x 52	B9	44 x 62		
A10	26 x 37	B10	31 x 44		

- Plano general (A3): Se detalla el lugar geográfico de emplazamiento del ascensor Villaseca y se muestra una vista en elevación de la estructura en general apoyada por fotografías del lugar e imágenes satelitales (Ilustración 9.5).
- Plano conjunto chasis N°1 (A1): Plano conjunto del chasis del carro, sistema de rodado, antideriva y paragolpes con vistas en detalle, isométrica y en corte de las intersecciones de mayor interés. Incluye viñetas enumeradas para identificar piezas y partes especificadas en el plano de “Piezas y partes chasis N°1” (Ilustración 9.6).
- Plano conjunto chasis N°2 (A1): Plano conjunto del chasis del carro con vistas en detalle e isométrico de los perfiles, cartelas, suples y empernadura. Incluye viñetas enumeradas para identificar piezas y partes especificadas en el plano “Piezas y partes chasis N°2”.
- Piezas y partes chasis N°1 (A1): Plano de piezas y partes correspondientes al chasis del carro. Se incluyen vistas en detalle, corte e isométrica (según complejidad de la pieza) además de la viñeta correspondiente para cada pieza especificando nombre, escala y material según corresponda.
- Piezas y partes chasis N°2 (A1): Se incluyen vistas frontales de las piezas correspondientes a las cartelas y suples del chasis del carro, además de la viñeta para cada pieza especificando nombre, espesor, escala y material según corresponda.

- Sistema freno de enclavamiento (A0): Plano de conjunto, piezas y partes del sistema de freno de emergencia por enclavamiento o “pico de loro” con vistas en detalle, corte e isométrica. Incluye viñetas enumeradas para identificar las piezas del conjunto especificando nombre, escala y material según corresponda.
- Base general del Ascensor (A0): Plano de conjunto, piezas y partes de la base general del ascensor Villaseca. Se incluyen vistas en detalle, corte e isométrica de las vigas, cartelas, suples y empernadura. Se incorporan viñetas especificando nombre, escala y material según corresponda.
- Sistemas de poleas (A1): Plano de piezas y partes correspondientes al sistema de suspensión del ascensor. Se incluyen vistas en detalle, corte e isométrica (según complejidad) para poleas y subsistemas de soporte según pertenezca. Además de viñetas para cada pieza especificando nombre, escala y material.
- Conjunto sala de máquinas (A0): Plano de conjunto correspondiente a la sala de máquinas, sistema de suspensión y base general del ascensor. Se incluyen vistas en detalle, corte e isométricas con especial énfasis en la disposición y conformación del sistema de arrastre. Se incorporan viñetas especificando nombre, escala y material (Ilustración 9.7).
- Sistemas de frenos (A0): Plano de conjunto, piezas y partes de los sistemas de frenos de banda y doble disco cónico. Se incluyen vistas en detalle, corte e isométrica de las piezas y partes. Se incorporan viñetas especificando nombre, escala y material.

- Piezas y partes sala de máquinas (A0): Plano de conjunto, piezas y partes de los sistemas de transmisión, tambores de enrollamiento y sistemas de soporte de los subsistemas en la sala de máquinas. Se incluyen vistas en detalle, corte e isométrica (según complejidad). Se incorporan viñetas especificando nombre, escala y material.
- Plano de rodadura (A1): Plano de conjunto, piezas y partes del plano de rodadura. Se incluyen vistas en detalle, corte e isométrica de polines, rieles guía, eclisas, cremallera y ferretería de fijación, dando especial atención en especificar las dimensiones de la trocha y emplazamientos de los subsistemas sobre el plano. Se incorporan viñetas especificando nombre, escala y material.

➤ MEMORIA DE CALCULO

➤ CABINA:

- ☐ Largo: 4.460 [mm]
- ☐ Ancho: 1.990 [mm]
- ☐ Superficie total de 8,88 [m²]
- ☐ Superficie recomendada por persona: 0,25 [m²]
- ☐ Peso medio por persona: 80 [Kg]
- ☐ Peso adicional por persona: 15 [Kg]
- ☐ Pasajeros: 15 personas

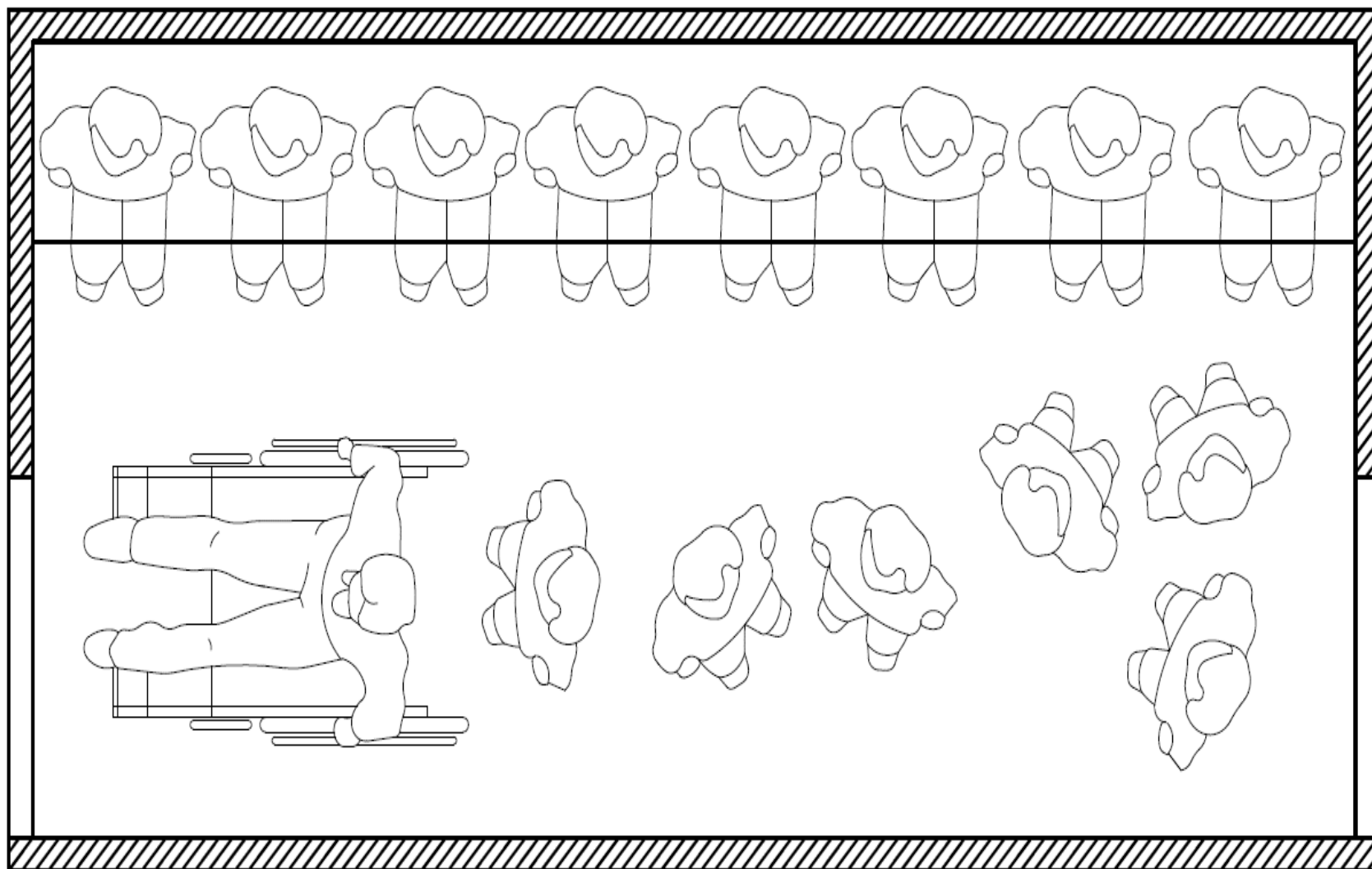
$$Sup.Total Requerida = 0,5 + Sup.Recomendada \cdot N^{\circ} Personas$$

$$Sup.Total Requerida = 4,25 [m^2]$$

- ☐ Banca: 0,45 [m] ancho x 0,5 [m] profundidad *pp
- ☐ Banca para 8 personas, sobrando 6,65 [m²] de sup. total
- ☐ Incluso sobrando 2,4 [m²] para silla de rueda
- ☐ Superficie persona y silla de ruedas: 1,1 x 1,4 = 1,54 [m²]

$$Carga máxima en cabina = N^{\circ} Psjeros \cdot (80 + 15) = 1425 [kg]$$

➤ CABINA:



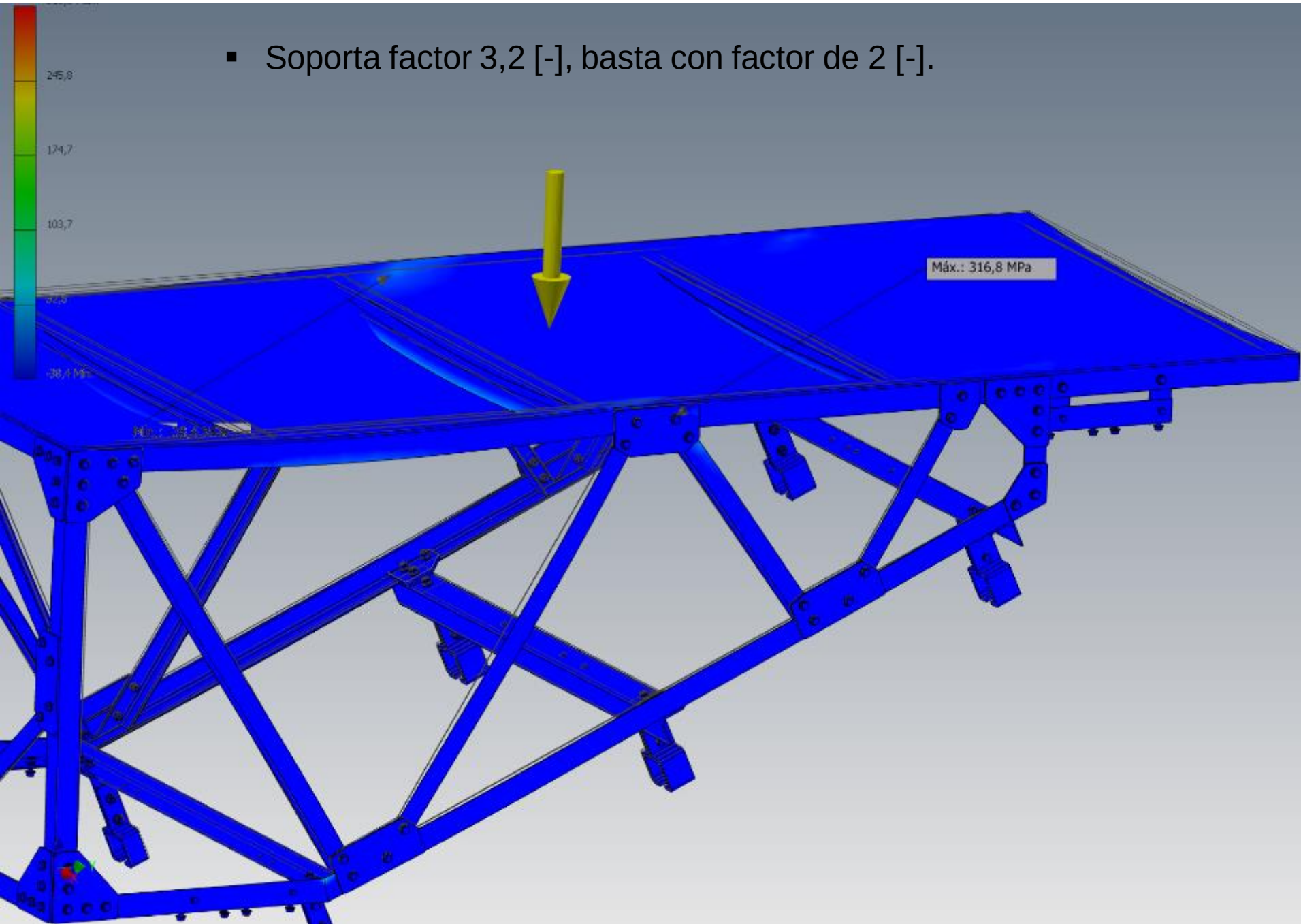
➤ ANALISIS ESTRUCTURAL:

- INVENTOR, dos cargas fundamentales: gravedad y carga máxima.
- Se analiza con factor de seguridad 3,2 (iterado)

Nombre	A36 – 24 ES	
General	Densidad de masa	7,87 g/cm ³
	Límite de elasticidad	350 MPa
	Resistencia máxima a tracción	420 MPa
Tensión	Módulo de Young	200 GPa
	Coeficiente de Poisson	0,29 su
	Módulo cortante	77,5194 GPa
Nombre(s) de pieza	Chasis	

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	175800000 mm ³	
Masa	1381,85 kg	
Tensión de Von Mises	0,0000360184 MPa	444,146 MPa
Primera tensión principal	-38,4075 MPa	316,82 MPa
Tercera tensión principal	-347,444 MPa	36,9993 MPa
Desplazamiento	0 mm	10,5233 mm
Coeficiente de seguridad	0,466063 su	15 su

- Soporta factor 3,2 [-], basta con factor de 2 [-].



➤ POTENCIA MOTOR:

7.2 POTENCIA DEL MOTOR ELÉCTRICO

7.2.1 DATOS [32]

7.2.2 DIAGRAMA CINEMÁTICO Y DCL...

7.2.3 COEFICIENTE DE RODADURA

7.2.3.1 RUEDAS DEL CARRO

7.2.3.2 POLÍN

7.2.4 PESO DE LOS CABLES

7.2.5 ANÁLISIS DE FUERZAS

7.2.6 CONDICIÓN CRÍTICA DE CARGA

7.2.6.1 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.6.2 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.6.3 RESISTENCIA A LA RODADU...

7.2.6.4 FUERZA DE TENSIÓN

7.2.7 CONDICIÓN MÍNIMA DE CARGA

7.2.7.1 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.7.2 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.7.3 RESISTENCIA A LA RODADU...

7.2.7.4 FUERZA DE TENSIÓN

7.2.8 POTENCIA MECÁNICA DEL MOT...

- μ_r : el coeficiente de resistencia a la rodadura que depende de la rigidez de los cuerpos en contacto y R el radio de la superficie de contacto en milímetros.
- De literatura se obtiene que para las ruedas de ferrocarril sobre rieles de acero μ_r es 0,5 [mm].

$$C_{rr} = \frac{\mu_r}{R} = \frac{0,5}{D_r/2} = \frac{0,5}{485/2} = 0,002062 [-]$$

$$C_{rrp} = \frac{0,5}{R_{po}} = \frac{0,5}{D_{po}/2} = \frac{0,5}{89/2} = 0,011236 [-]$$

7.2.4 PESO DE LOS CABLES

7.2.5 ANÁLISIS DE FUERZAS

▲ 7.2.6 CONDICIÓN CRÍTICA DE CARGA

7.2.6.1 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.6.2 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.6.3 RESISTENCIA A LA RODADU...

7.2.6.4 FUERZA DE Tensión

▲ 7.2.7 CONDICIÓN MÍNIMA DE CARGA

7.2.7.1 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.7.2 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.7.3 RESISTENCIA A LA RODADU...

7.2.7.4 FUERZA DE Tensión

7.2.8 POTENCIA MECÁNICA DEL MOT...

- “w” equivale al peso lineal del cable de acero, “L” la longitud total del recorrido y “g” la correspondiente aceleración de gravedad.
- Cabe señalar que ambos cables poseen un diferente peso lineal dependiendo de su sección transversal (3/4 y 1”)

$$P_{ca} = wLg = (w1 + w2)Lg = (1,34 + 2,51) \cdot 155 \cdot 9,81 = 5854[N]$$

7.2.5 ANÁLISIS DE FUERZAS

7.2.6 CONDICIÓN CRÍTICA DE CARGA

7.2.6.1 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.6.2 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.6.3 RESISTENCIA A LA RODADU...

7.2.6.4 FUERZA DE Tensión

7.2.7 CONDICIÓN MÍNIMA DE CARGA

7.2.7.1 COMPONENTE NORMAL D...

7.2.7.2 COMPONENTE NORMAL D...

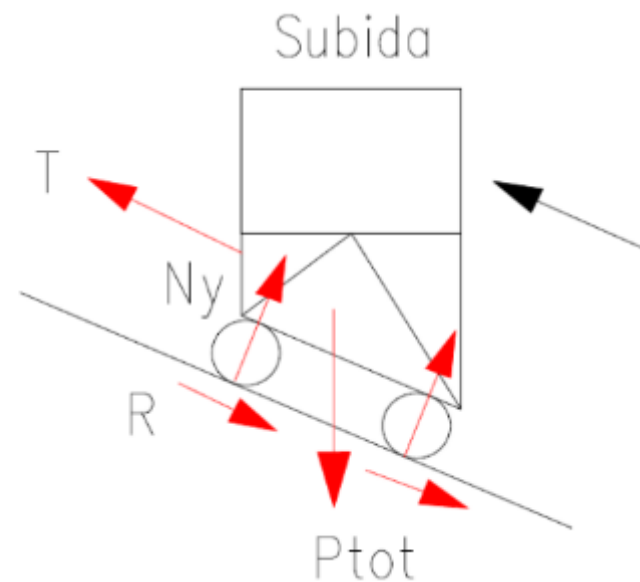
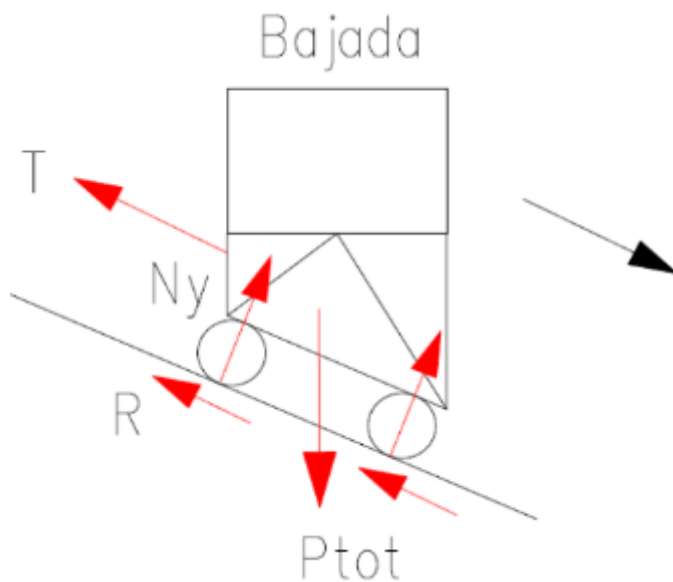
7.2.7.3 RESISTENCIA A LA RODADU...

7.2.7.4 FUERZA DE Tensión

7.2.8 POTENCIA MECÁNICA DEL MOT...

Establecen dos situaciones críticas:

- Condición máxima de carga.
- Condición mínima de carga.



- Componente normal carro:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N_y - (P_{tot}) \cos(24^\circ) = 0 \quad N_y = P_{tot} \cdot \cos(24^\circ) = 36619 [N]$$

$$P_{tot} = (Q_c + Q_u)g = (2661 + 1425) \cdot 9,81 = 40084 [N]$$

- Componente normal cable:

$$N_{ca} = P_{ca} \cdot \cos(24^\circ) = 5854 \cdot \cos(24^\circ) = 5348 [N]$$

- Resistencia a la rodadura:

$$R_1 = N_y C_{rr} = 36619 \cdot 0,002062 = 75,5 [N]$$

$$R_2 = N_{ca} C_{rrp} = 5348 \cdot 0,011236 = 60,1 [N]$$

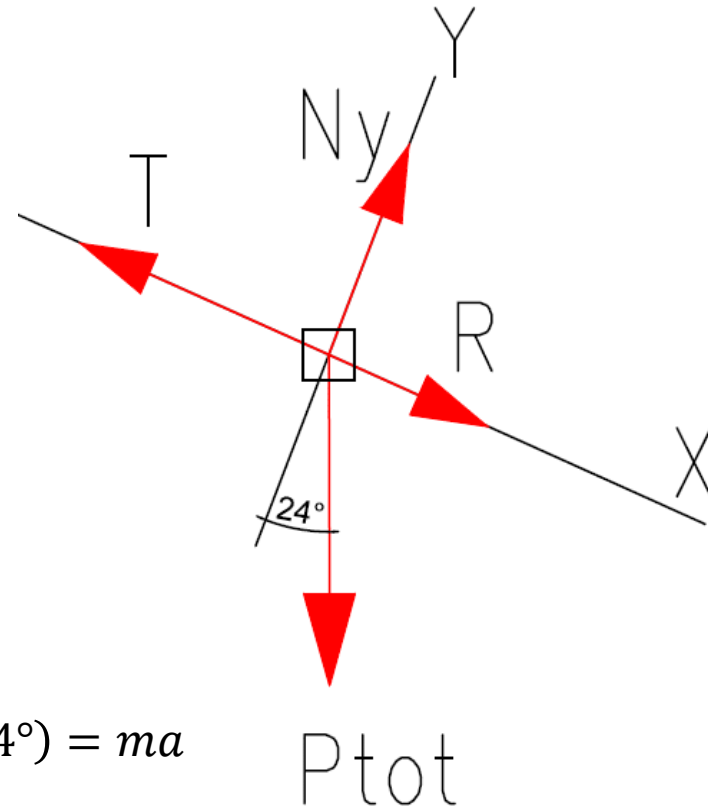
$$R = R_1 + R_2 = 135,6 [N]$$

- Fuerza de tensión:

$$\sum F_x = ma \rightarrow T - R - (P_{tot}) \sin(24^\circ) - (P_{ca}) \sin(24^\circ) = ma$$

$$m = (P_{tot} + P_{ca})/g = (40084 + 5854)/9,81 = 4683 [kg]$$

$$T = 4683 \cdot 0,8 + 135,6 + 16304 + 2381 = 22570 [N] = 22,57 [kN]$$



- Componente normal carro:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N_y - (P_{tot}) \cos(24^\circ) = 0$$

$$N_y = P_{tot} \cdot \cos(24^\circ) = 23848 \text{ [N]}$$

$$P_{tot} = (Q_c)g = (2661) \cdot 9,81 = 26105 \text{ [N]}$$

- Componente normal cable:

$$N_{ca} = P_{ca} \cdot \cos(24^\circ) = 0 \cdot \cos(24^\circ) = 0 \text{ [N]}$$

- Resistencia a la rodadura:

$$R_1 = N_y C_{rr} = 23848 \cdot 0,002062 = 49,2 \text{ [N]}$$

$$R_2 = N_{ca} C_{rrp} = 0 \cdot 0,011236 = 0 \text{ [N]}$$

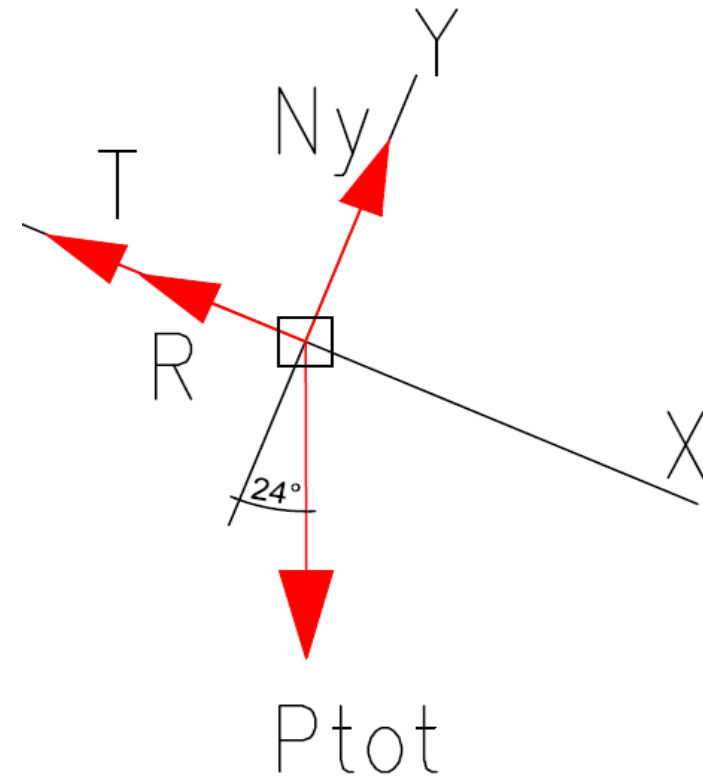
$$R = R_1 + R_2 = 49,2 \text{ [N]}$$

- Fuerza de tensión:

$$\sum F_x = ma \rightarrow T + R - (P_{tot}) \sin(24^\circ) = -ma$$

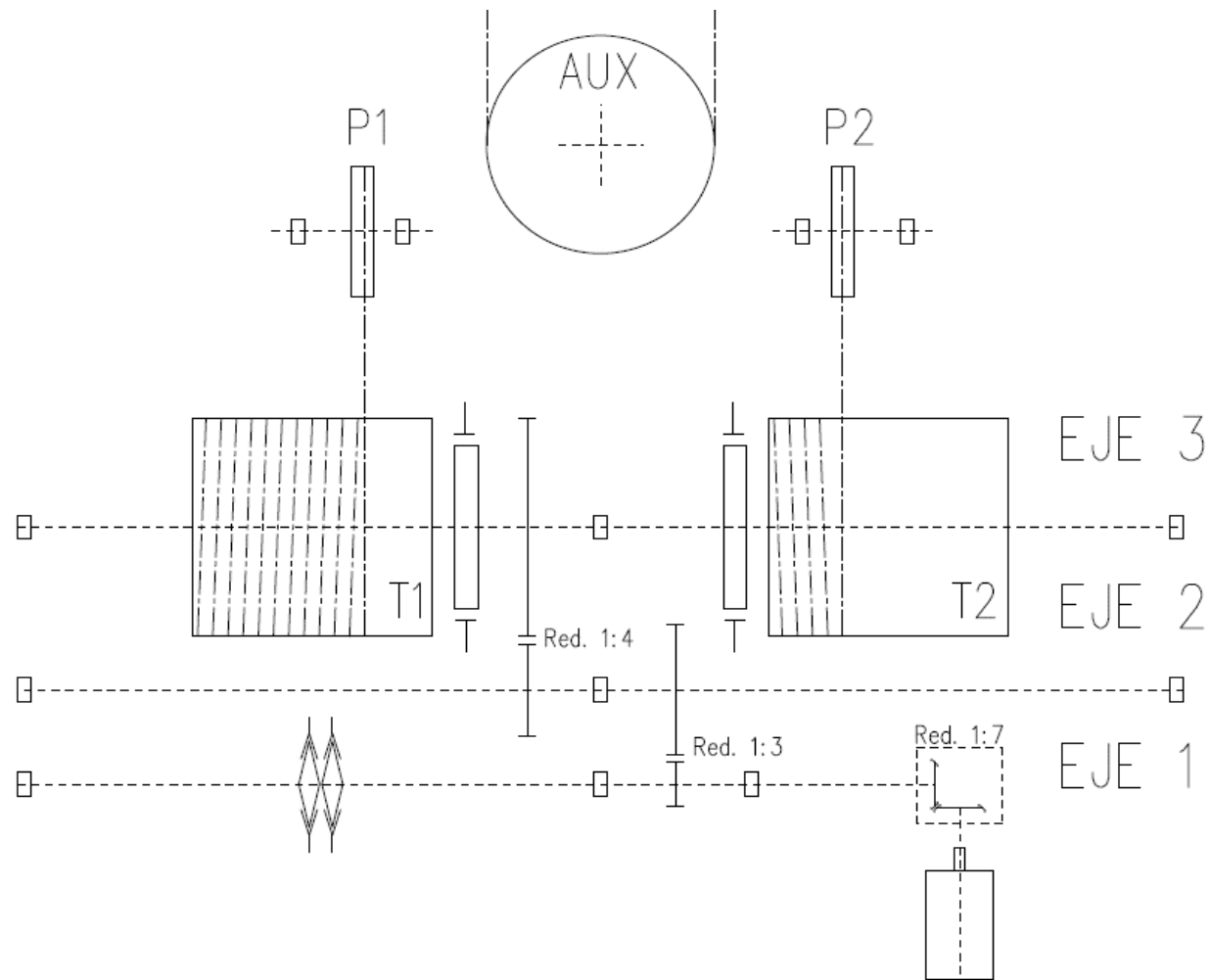
$$m = (P_{tot})/g = (26105)/9,81 = 2661 \text{ [kg]}$$

$$T = -2661 \cdot 0,8 - 49,2 + 10618 = 8440 \text{ [N]} = 8,44 \text{ [kN]}$$



Finalmente, se puede concluir que la diferencia de tensión generada para la condición planteada de máxima criticidad representada anteriormente es de:

$$\Delta T = 22,57 - 8,44 = 14,13 \text{ [kN]}$$



Eficiencias mecánicas de los subsistemas referidos a las poleas de reenvío (η_{pr}), tambores de arrastre (η_t), reductor mecánico de engranajes cónicos (η_r) y los distintos acoples mecánicos a lo largo de la disposición mostrada (η_a), además de la incorporación de un factor del 30% para otorgar mayor seguridad al equipo.

$$Potencia\ Mecánica = \frac{\Delta T \cdot v}{\eta_{pr} \cdot \eta_t \cdot \eta_r \cdot \eta_a} = \frac{14130 \cdot 1,5}{0,96 \cdot 0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,86} = 27,36 [kW]$$

$$Potencia\ Motor = 27,36 \cdot 1,3 = 35575 [W] = 35,58 [kW]$$

$$Potencia\ Motor = 47,69 [HP]$$

Finalmente, y debido a la simplicidad por adquirir un motor de carácter comercial, se determina la potencia del motor eléctrico en 50 [HP] / 37 [kW].

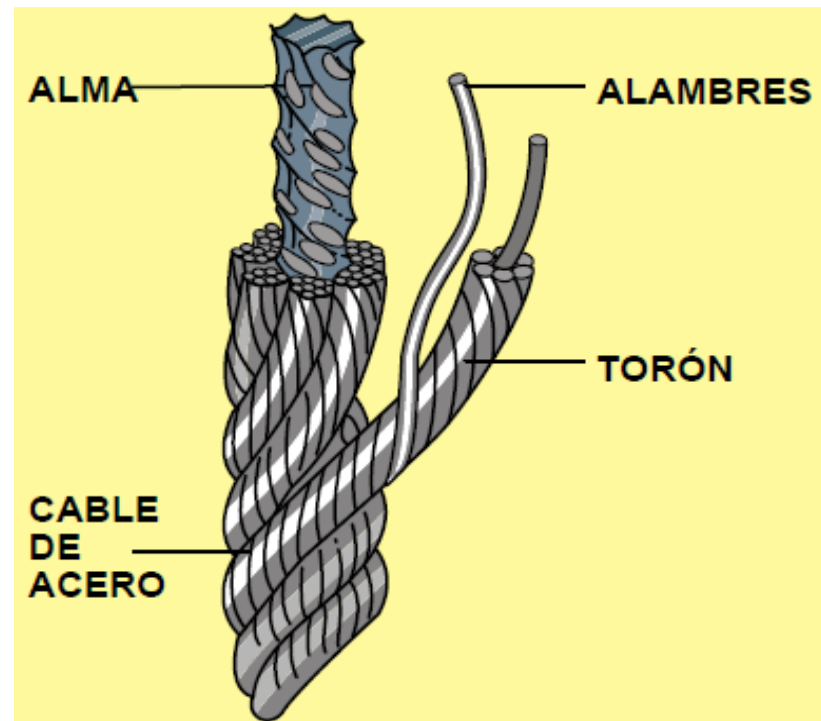
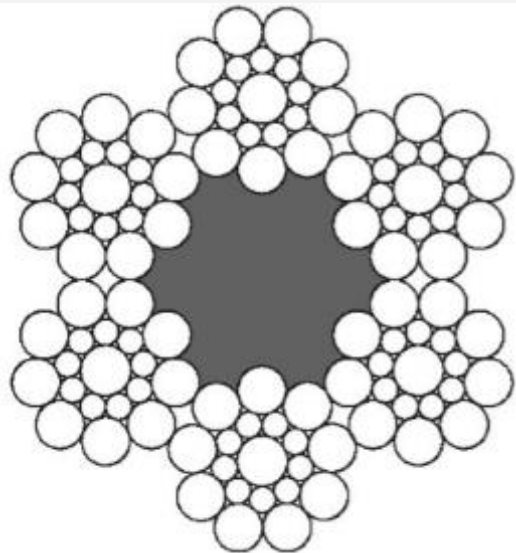
➤ CABLES ACERO:

La normativa vigente: ascensores verticales un factor mayor a 16 para tracción por adherencia con dos cables y mayor a 12 cuando se utilizan tambores de enrollamiento (caso en estudio)

7.3 CABLES [21], [32], [33], [34]

- 7.3.1 RELACIÓN DE DIÁMETROS
- 7.3.2 CARGA DE FLEXIÓN EQUIVALENTE
- 7.3.3 FACTOR DE SEGURIDAD ESTÁTI...
- 7.3.4 TENSIÓN PERMISIBLE A LA FATI...
- 7.3.5 FACTOR DE SEGURIDAD A LA FA...
- 7.3.6 ROTURA DE ALAMBRES [35]
- 7.3.7 FIJACIÓN DE LOS CABLES [36]
- 7.3.8 LARGO DE CABLES

- Comercial tipo Seale 6x19.
- Alambres exterior Gruesos (resisten abrasión).
- Arrollamiento cable: regular o torsión Lang.
- Mayor flexibilidad y superficie más lisa.



➤ CABLES ACERO:

7.3 CABLES [21], [32], [33], [34]

▲ 7.3.1 RELACIÓN DE DIÁMETROS

7.3.1.1 RELACIÓN POLEA DE REEN...

7.3.1.2 RELACIÓN POLEA AUXILIAR

▲ 7.3.2 CARGA DE FLEXIÓN EQUIVALENTE

7.3.2.1 DIÁMETRO DE LOS ALAMB...

7.3.2.2 ÁREA DEL METAL

7.3.2.3 CABLE DE ARRASTRE

7.3.2.4 CABLE AUXILIAR

➤ 7.3.3 FACTOR DE SEGURIDAD ESTÁTI...

➤ 7.3.4 TENSIÓN PERMISIBLE A LA FATI...

➤ 7.3.5 FACTOR DE SEGURIDAD A LA FA...

7.3.6 ROTURA DE ALAMBRES [35]

7.3.7 FIJACIÓN DE LOS CABLES [36]

7.3.8 LARGO DE CABLES

▪ Relación de diámetros:

$$\frac{D_p}{d} > 34$$

$$\frac{D_{pr}}{d_r} = \frac{1212}{19,05} = 63,62 \quad \frac{D_{pa}}{d_a} = \frac{1976}{25,4} = 77,80$$

▪ Carga de flexión equivalente:

$$F_b = \frac{E_r d_w A_m}{D}$$

▪ Diámetro alambres: $d_w = 0,067 \cdot d$

$$d_{w1} = 0,067 \cdot 19,05 = 1,28 \text{ [mm]} \text{ (cable arrastre)}$$

$$d_{w2} = 0,067 \cdot 25,4 = 1,7 \text{ [mm]} \text{ (cable auxiliar)}$$

▪ Área de metal: $A_m = 0,4 \cdot d^2$

$$A_{m1} = 0,4 \cdot 19,05^2 = 145,16 \text{ [mm}^2\text{]} \text{ (cable arrastre)}$$

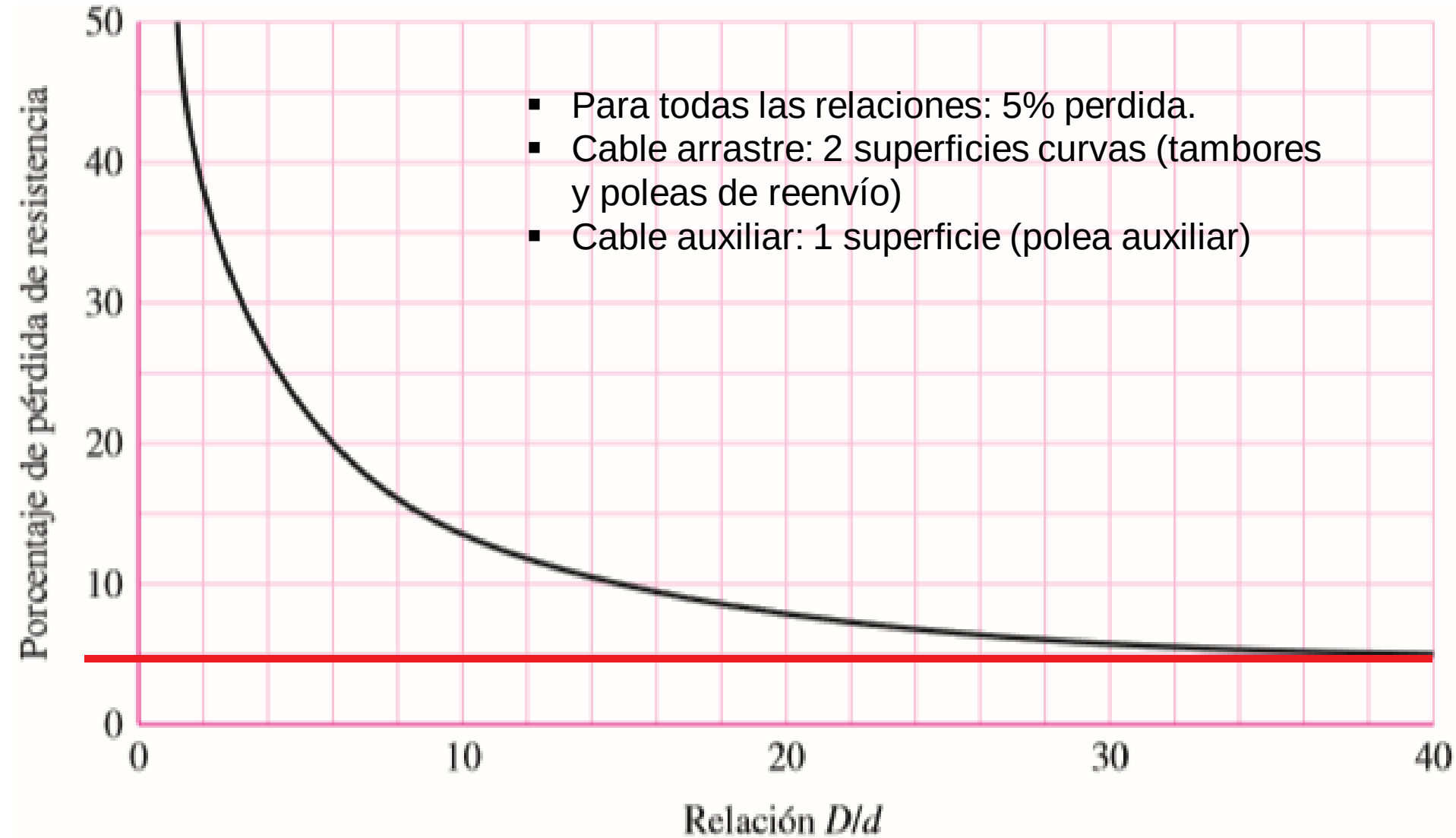
$$A_{m2} = 0,4 \cdot 25,4^2 = 258,06 \text{ [mm}^2\text{]} \text{ (cable auxiliar)}$$

$$E_r = 82737,11 \text{ [MPa]} \text{ (Módulo Young)}$$

$$F_{b1} = 17690,38 \text{ [N]}$$

$$F_{b2} = 18388,63 \text{ [N]}$$

➤ CABLES ACERO:



➤ CABLES ACERO:

7.3.3 FACTOR DE SEGURIDAD ESTÁTI...

7.3.3.1 CABLE DE ARRASTRE

7.3.3.2 CABLE AUXILIAR

7.3.4 TENSIÓN PERMISIBLE A LA FATI...

7.3.4.1 CABLE DE ARRASTRE

7.3.4.2 CABLE AUXILIAR

7.3.5 FACTOR DE SEGURIDAD A LA FA...

7.3.5.1 CABLE DE ARRASTRE

7.3.5.2 CABLE AUXILIAR

7.3.6 ROTURA DE ALAMBRES [35]

7.3.7 FIJACIÓN DE LOS CABLES [36]

7.3.8 LARGO DE CABLES

■ Resistencia última (catálogo):

- Cable arrastre (3/4"): 246 [kN]

- Cable auxiliar (1"): 461 [kN]

$$F_{u1} = 246000 \cdot 0,9 = 221400 [N]$$

$$F_{u2} = 461000 \cdot 0,95 = 437950 [N]$$

■ Factor seguridad estático:

$$n_e = \frac{F_u - F_b}{F_t}$$

■ Fuerza tensión máx. de trabajo en cable (Ft):

- Condición crítica (1 cable): 22,57 [kN]

- Condición normal (2 cable): 11,28 [kN]

■ Cable de arrastre:

$$n_{e1.1} = 9,027 [-]$$

$$n_{e1.2} = 18,054 [-]$$

■ Cable de auxiliar:

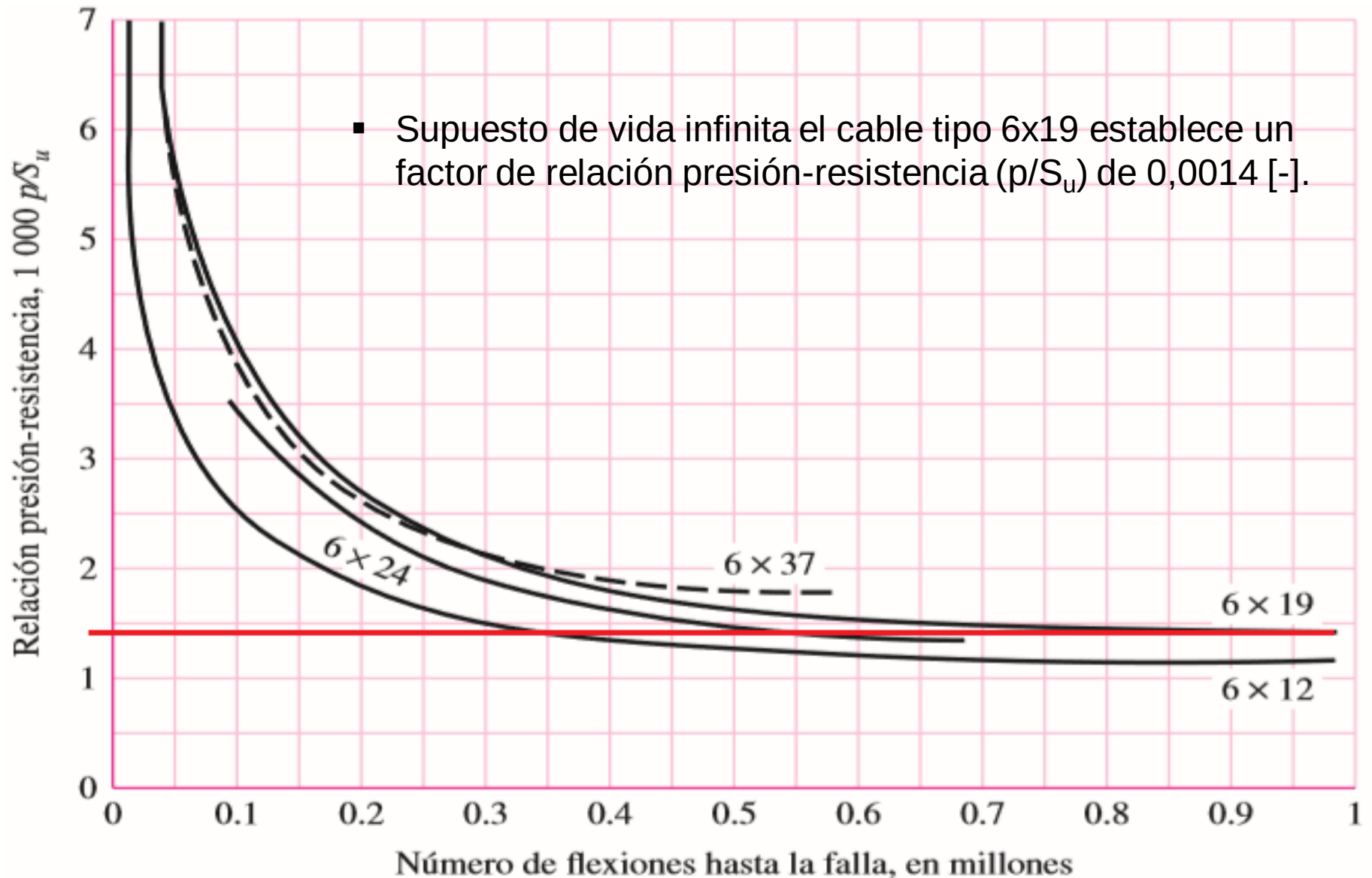
$$n_{e2.1} = 18,592 [-]$$

$$n_{e2.2} = 37,184 [-]$$

➤ CABLES ACERO:

▪ Tensión permisible a la fatiga

- Supuesto de vida infinita el cable tipo 6x19 establece un factor de relación presión-resistencia (p/S_u) de 0,0014 [-].



➤ CABLES ACERO:

▲ 7.3.4 TENSIÓN PERMISIBLE A LA FATI...

7.3.4.1 CABLE DE ARRASTRE

7.3.4.2 CABLE AUXILIAR

▲ 7.3.5 FACTOR DE SEGURIDAD A LA FA...

7.3.5.1 CABLE DE ARRASTRE

7.3.5.2 CABLE AUXILIAR

7.3.6 ROTURA DE ALAMBRES [35]

7.3.7 FIJACIÓN DE LOS CABLES [36]

7.3.8 LARGO DE CABLES

- Tensión permisible a la fatiga:

$$F_f = \frac{\left(p/S_u\right) \cdot S_u \cdot d \cdot D}{2}$$

- Resistencia última a la tensión (S_u) en los alambres del cable: **1570** - 1960 [MPa].

$$F_{f1} = 89019,66 \text{ [kN]}$$

$$F_{f2} = 55159,25 \text{ [kN]}$$

- Factor de seguridad a la fatiga:

- Cable de arrastre:

$$n_{f1.1} = 3,161 \text{ [-]}$$

$$n_{f1.2} = 6,322 \text{ [-]}$$

- Cable de auxiliar:

$$n_{f2.1} = 1,629 \text{ [-]}$$

$$n_{f2.2} = 3,259 \text{ [-]}$$

➤ CABLES ACERO:

7.3.6 ROTURA DE ALAMBRES [35]

7.3.7 FIJACIÓN DE LOS CABLES [36]

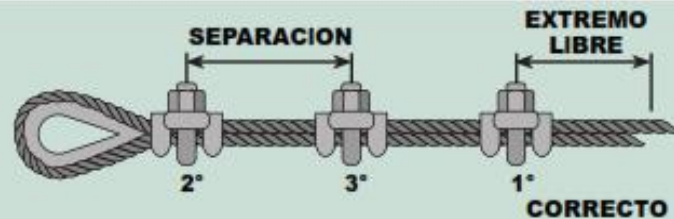
7.3.8 LARGO DE CABLES

- Rotura de alambre:
2% para el cable de 114 alambres (6 x 19 = 114 alambres)

$$\text{Alambres rotos} = 0,02 \cdot 114 = 3 [-]$$

- Fijación de cables:

Diámetro del cable	Cantidad	Distancia entre grapas	Longitud de cable a doblar	Longitud extremo libre	Torque de apriete tuercas
Pulg.	-	mm	mm	mm	Kg-m
3/4	4	114	456	114	193,4
1	5	156	780	156	334,8



➤ CABLES ACERO:

7.3.6 ROTURA DE ALAMBRES [35]

7.3.7 FIJACIÓN DE LOS CABLES [36]

7.3.8 LARGO DE CABLES

▪ Largo de cables:

Long. cable auxiliar = recorrido carro · 1,2 + recorrido polea · 0,5 + 2 · Long. a doblar

$$Long. cable auxiliar = 155000 \cdot 1,2 + \pi \cdot D_{pa} \cdot 0,5 + 2 \cdot 780 = 190984 [mm]$$

$$Long. cable auxiliar = 195[m] \text{ (aumentado 2\%)}$$

Long. cable arrastre

$$= \text{recorrido carro} + \text{recorrido sala máq.} + \text{recorrido tambor}(1,5 + 0,5) \\ + \text{recorrido polea} \cdot 0,75 + 2 \cdot \text{Long. a doblar}$$

$$Long. cable arrastre = 155000 + 59000 + \pi \cdot D_t \cdot 2 + \pi \cdot D_p \cdot 0,75 + 2 \cdot 456$$

$$Long. cable arrastre = 243 [m] \text{ (aumentado 2\%)}$$

➤ TAMBOR DE ENROLLAMIENTO:

7.4 TAMBOR DE ENROLLAMIENTO [35]

7.4.1 DIMENSIONES

7.4.1.1 PESTAÑA TAMBOR

7.4.1.2 NÚMERO DE ESPIRAS

7.4.1.3 LONGITUD TAMBOR

7.4.2 ESFUERZO EN TAMBOR

7.4.3 ENROLLAMIENTO DE CABLE [33]

7.4.4 ÁNGULO DE ENROLLAMIENTO

$$\text{Pestaña mín.} = 1,5 \cdot d_r = 1,5 \cdot 19,05 = 28,6 \text{ [mm]}$$

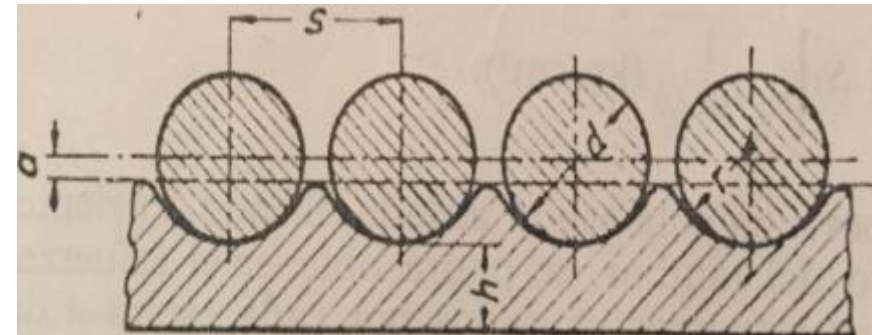
- Numero de espiras:

$$n = \frac{L}{D_t \cdot \pi} + 1,5 = \frac{155000}{3040 \cdot \pi} + 1,5 = 18 \text{ [-]}$$

- ✓ 1,5 espiras están fijas al tambor

$$\text{Longitud tambor} = n \cdot s = 18 \cdot 22 = 396 \text{ [mm]}$$

Diámetro del cable	10.	13.	16.	19.	22.	27.	33.	40.	44.
<i>s</i>	12	15	18	22	25	31	37	45	49
<i>r</i>	5,5	7	9	10,5	12	15	18	22	24
<i>a</i>	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6



- ✓ Datos de referencias, pues tambor no es acanalado.

➤ TAMBOR DE ENROLLAMIENTO:

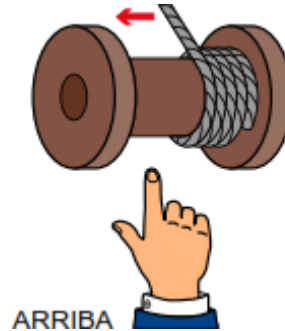
7.4.3 ENROLLAMIENTO DE CABLE [33]

7.4.4 ÁNGULO DE ENROLLAMIENTO

ENROLLAMIENTO MANO DERECHA

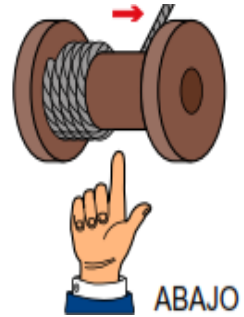
POSICIÓN ARRIBA

El cable arrolla en el tambor por encima de derecha a izquierda.
Cable de torsión a izquierda.



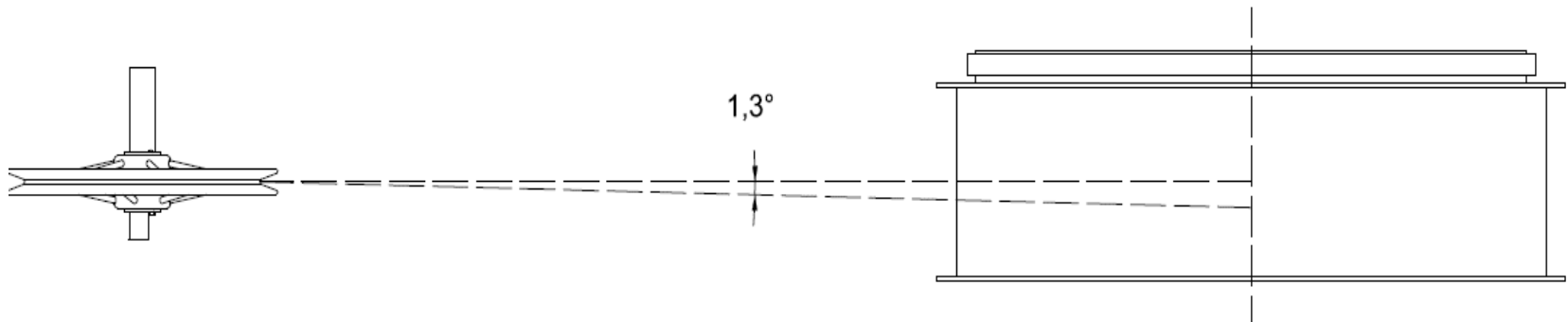
POSICIÓN ABAJO

El cable arrolla en el tambor por debajo de izquierda a derecha.
Cable de torsión a izquierda.



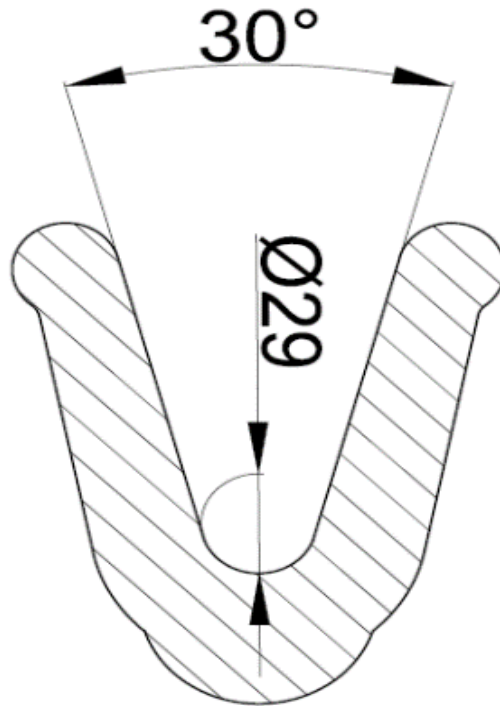
▪ Ángulo de enrollamiento:

- Ángulo $1^{\circ}30''$ es mayor entonces aparecen problemas de enrollamiento.
- Igualmente, si el ángulo es menor de $0^{\circ}30'$, el cable tenderá a acumularse en un solo sector del tambor.

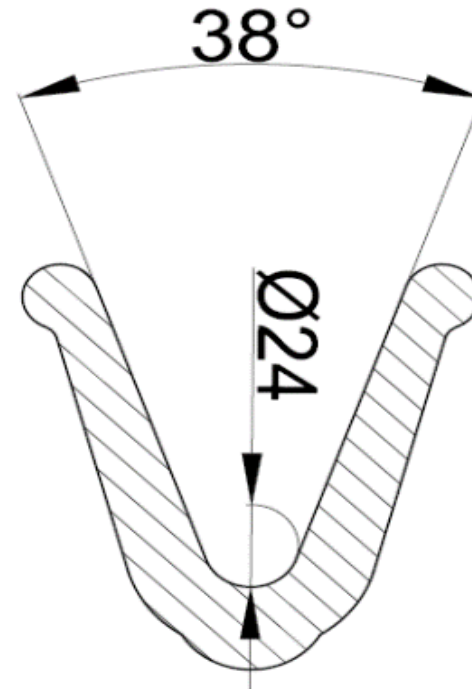


➤ POLEAS:

- Relación mínima: $\frac{D_p}{d} > 40$
- Material: fundición gris nodular ferrítico A536



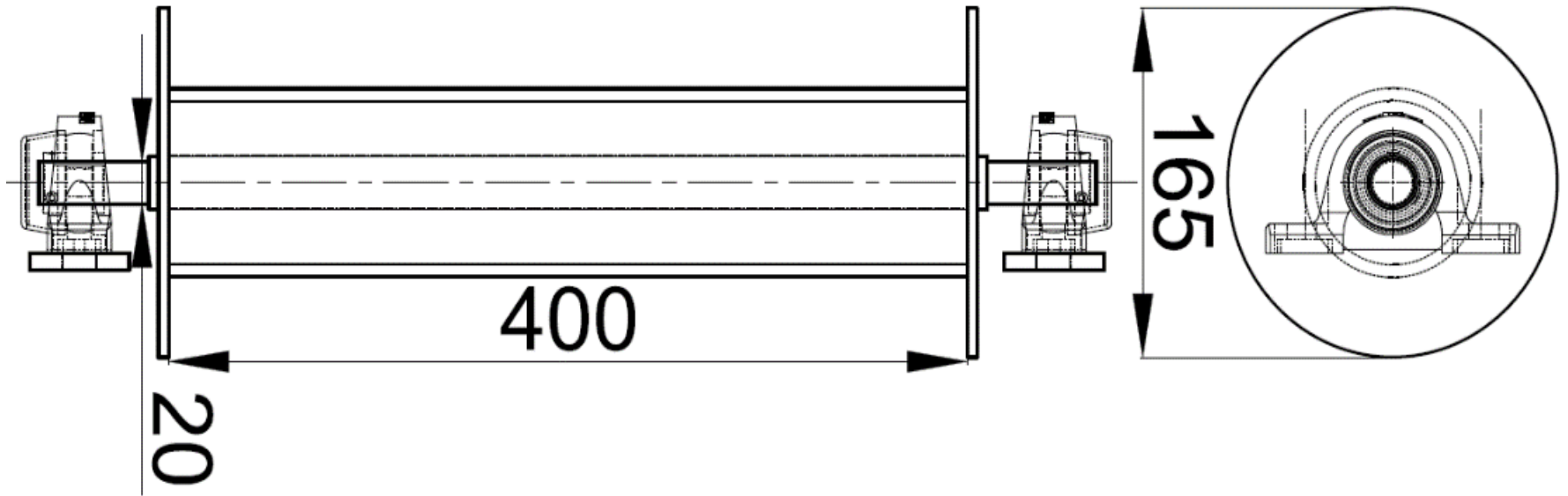
Polea Auxiliar



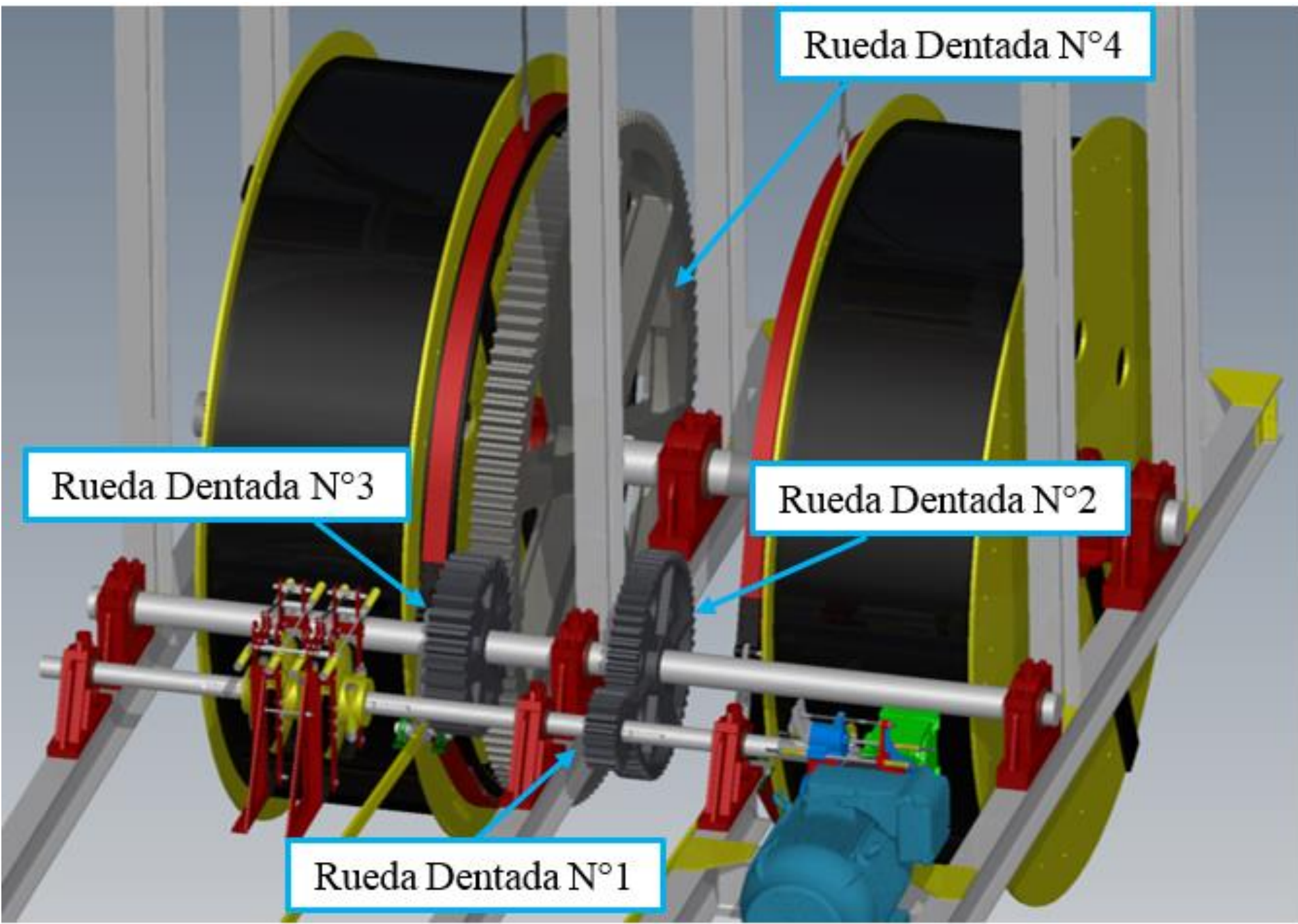
Polea Reenvío

➤ POLINES:

$$Pestaña\ mín.\ polín = 1,5 \cdot d_r = 1,5 \cdot 25,4 = 38,1\ [mm]$$



➤ RUEDAS DENTADAS:



➤ RUEDAS DENTADAS:

7.7 RUEDAS DENTADAS

7.7.1 MAGNITUDES CARACTERÍSTICAS

7.7.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

7.7.2.1 CÍRCULO PRIMITIVO [37]

7.7.2.2 PERFIL DEL DIENTE

7.7.2.3 MODULO NORMAL [38]

7.7.2.4 DESPLAZAMIENTO DE PERFIL

7.7.2.5 DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS

7.7.2.6 CÁLCULO PARÁMETROS DE...

7.7.3 VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS

7.7.3.1 ESPESOR CORDAL

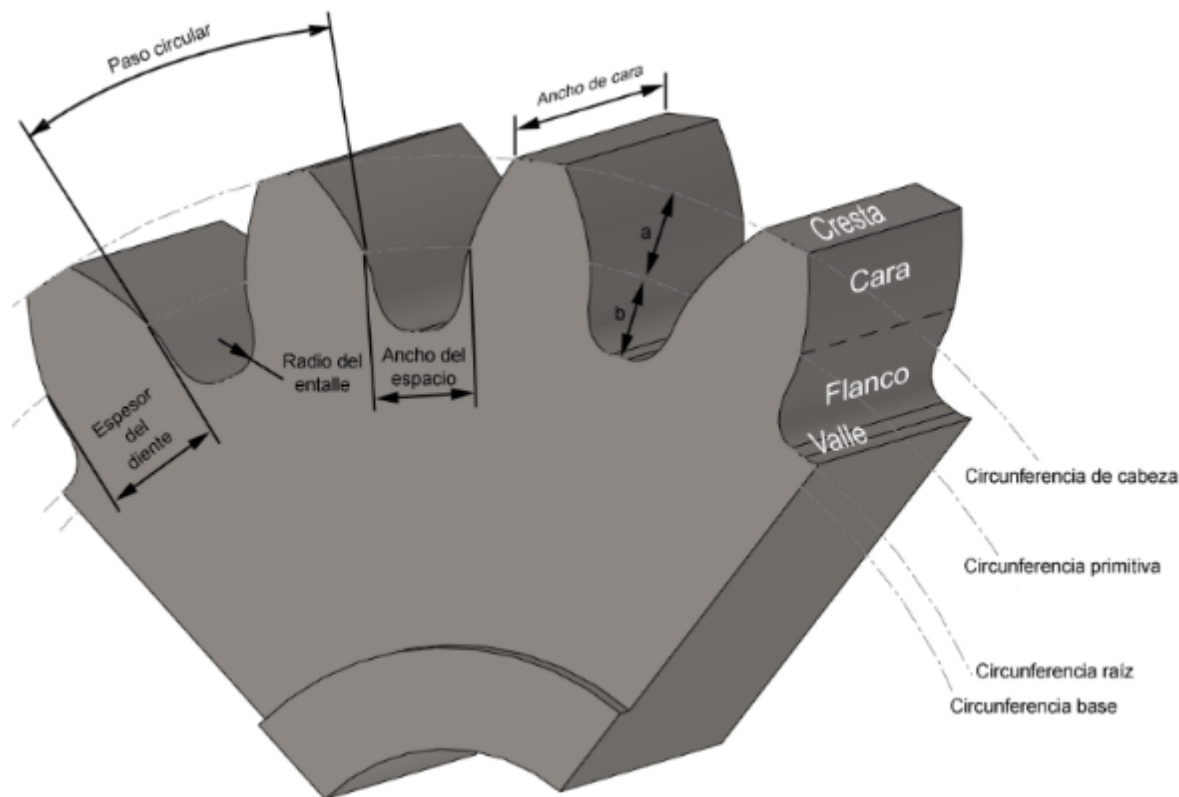
7.7.3.2 LONGITUD TANGENTE BASE

7.7.3.3 TOLERANCIAS DE MEDICIÓN

7.7.3.4 RESULTADO DE CÁLCULOS

7.7.4 DISTANCIA ENTRE EJES

Simbología	Unidad	Rueda Dentada			
		Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
z	Dientes	19	57	32	128
d_a	mm	336	962	754	2876
d_f	mm	268	890	655	2776
b_a	°	0	0	0	0
b_f	mm	132	129	177	180



a: Addendum o Cabeza
b: Dedendum o Raíz

número de dientes (z), diámetro de cabeza o Addendum (d_a), diámetro de pie o Dedendum (d_f), ancho de cara (b_c) y ángulo de la hélice en el círculo de cabeza (β_a).

➤ RUEDAS DENTADAS:

$$h_a = m_n \cdot (1 + x)$$

$$h_f = m_n \cdot (1,25 - x)$$

$$h = 2,25 \cdot m_n$$

$$d = z \cdot m_n \cdot (\cos \beta)^{-1}$$

$$r_b = r \cdot \cos \alpha$$

$$d_a = m_n \cdot [z \cdot (\cos \beta)^{-1} + 2 + 2x]$$

$$d_f = m_n \cdot [z \cdot (\cos \beta)^{-1} - 2,5 + 2x]$$

Valores Calculados	Simbología	Unid.	Rueda Dentada			
			Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
Altura de diente	h	mm	34,00	36,00	49,50	50,00
Módulo	m	mm	15,11	16,00	22,00	22,22
Altura de cabeza	h_a	mm	15,11	16,00	22,00	22,22
Altura de pie	h_f	mm	18,89	20,00	27,50	27,78
Diámetro Primitivo	d	mm	305,78	930,00	710,00	2831,56
Paso	p	mm	47,47	50,27	69,12	69,81

➤ RUEDAS DENTADAS:

Valores Normalizados	Simbología	Unid.	Rueda Dentada			
			Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
Módulo Normal	m	mm	16	16	22	22
	Serie		I	I	II	II

Valores Calculados Normalizados	Simbología	Unid.	Rueda Dentada			
			Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
Diámetro Primitivo	d	mm	304	912	704	2816
Coef. de Desplazamiento de Perfil cabeza	x_a	-	0,0000	0,5625	0,1364	0,3636
Coef. de Desplazamiento de Perfil pie	x_f	-	0,1250	0,5625	0,1364	0,3409
Coef. de Desplazamiento de Perfil	x	-	0,0625	0,5625	0,1364	0,3523
Altura de diente	h	mm	36,00	36,00	49,50	49,50
Altura de cabeza	h_a	mm	17,00	25,00	25,00	29,75
Altura de pie	h_f	mm	19,00	11,00	24,50	19,75
Paso	p	mm	50,27	50,27	69,12	69,12
Ángulo de Hélice en Círculo Primitivo	b	°	0	0	0	0
Radio circulo de base	r_b	mm	143	428	331	1323

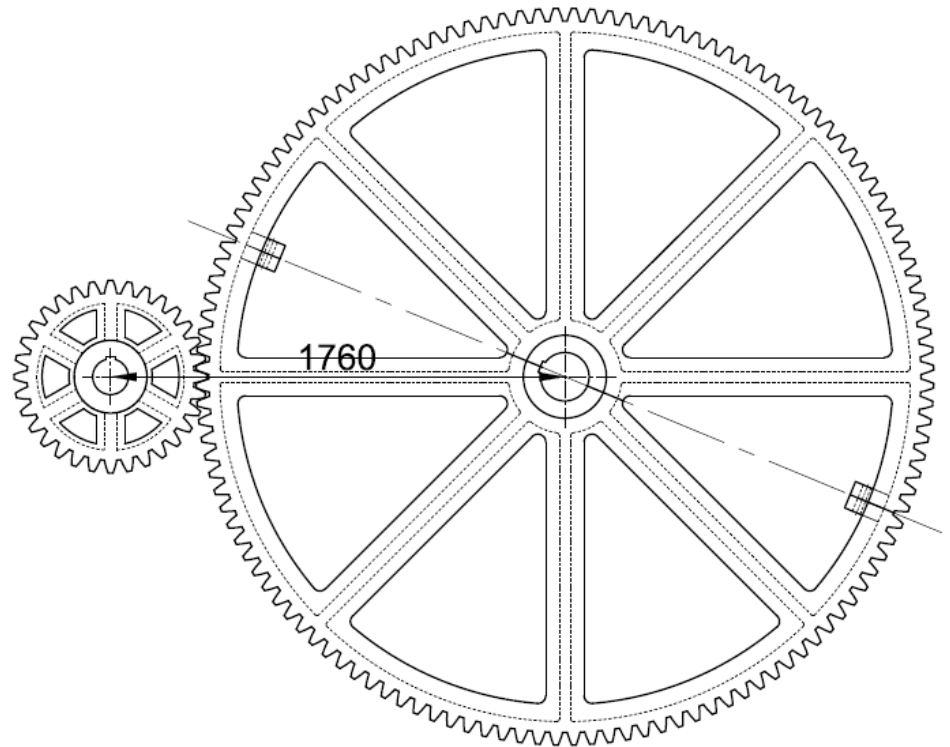
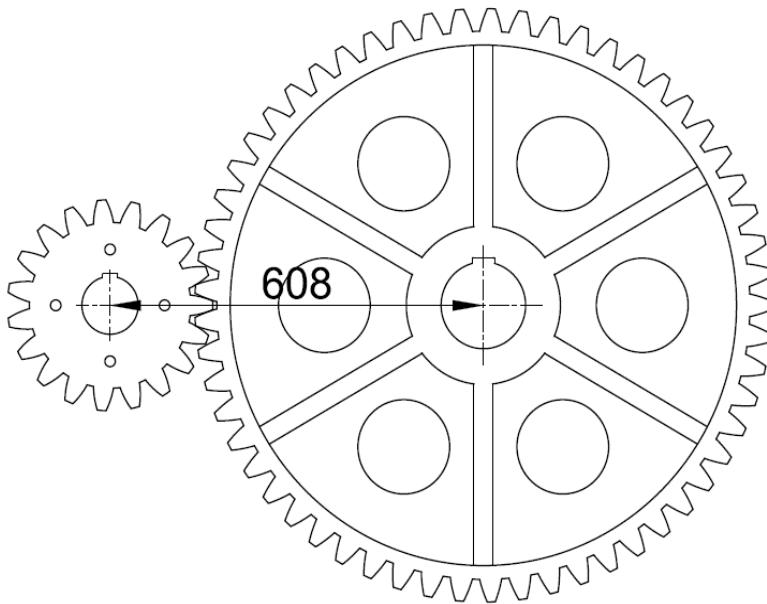
Nombre	Simbol.	Unid.	Rueda Dentada			
			Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
Ángulo Perfil Normal en Círc. Primitivo	a_n	°	20	20	20	20
Función Evolvente del Ángulo de Perfil Normal	$\text{inv } a_n$	rad	0,01490	0,01490	0,01490	0,01490
Ángulo Perfil Transversal	a_t	°	20	20	20	20
Función Evolvente del Ángulo Perfil Transversal	$\text{inv } a_t$	rad	0,01490	0,01490	0,01490	0,01490
Nº Dientes Equivalentes	z_n	Dientes	19	57	32	128
Altura Cordal Nominal	h_{an}	mm	17,5496	25,2751	25,4792	29,8934
	$h_{an} (*)$	mm	17,54	25,27	25,47	29,89
Espesor Cordal Nominal	s_n	mm	25,8295	31,6778	36,7246	40,1976
Dif. Sup. Espesor Diente	A_{sne}	mm	-0,075	-0,1	-0,1	-0,25
Tolerancia Espesor Diente	T_{sn}	mm	0,1	0,13	0,13	0,25
Dif. Inf. Espesor Diente	A_{sni}	mm	-0,175	-0,23	-0,23	-0,5
Espesor Cordal Máx.	$S_{nm\acute{a}x}$	mm	25,7545	31,5778	36,6246	39,9476
	$S_{nm\acute{a}x} (*)$	mm	25,75	31,58	36,62	39,95
Espesor Cordal Mín.	$S_{nm\acute{i}n}$	mm	25,6545	31,4478	36,4946	39,6976
	$S_{nm\acute{i}n} (*)$	mm	25,65	31,45	36,49	39,7

Nombre	Simbol.	Unid.	Rueda Dentada			
			Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
Ángulo de Engrane en Plano Frontal	a_{tx}	°	21,0047	22,8528	21,2904	20,8446
Ángulo de Hélice en Círculo Base	b_b	°	0	0	0	0
Nº Dientes Long. de Base	k	Dientes	2,7175	7,7458	4,2859	15,3245
	k (entero)	Dientes	3	8	4	15
Long. Tan. Base Nominal	W_n	mm	123,026	373,185	239,226	986,470
Dif. Sup. Long. Tan. Base	A_{wne}	mm	-0,075	-0,1	-0,1	-0,25
Tolerancia Long. Tan. Base	T_{wn}	mm	0,1	0,13	0,13	0,25
Dif. Inf. Long. Tan. Base	A_{wni}	mm	-0,175	-0,23	-0,23	-0,5
Long. Tan. Base Máx.	$W_{nm\acute{a}x}$	mm	122,95	373,09	239,13	986,22
	$W_{nm\acute{a}x}(**)$	mm	122,95	373,09	239,13	986,22
Long. Tan. Base Mín.	$W_{nm\acute{m}n}$	mm	122,85	372,96	238,99	985,97
	$W_{nm\acute{m}n}(**)$	mm	122,85	372,96	239,00	985,97

➤ RUEDAS DENTADAS:

- Distancia entre ejes: $Distancia\ entre\ centros = m_n \cdot \frac{z_1 + z_2}{2}$

Unidad	Ejes	
	Nº1 - Nº2	Nº 2 - Nº3
mm	608	1760



➤ REDUCTOR:

7.8 REDUCTOR DE VELOCIDAD

7.8.1 VELOCIDAD ANGULAR

7.8.2 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

7.8.3 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS

- Relación de transmisión:

$$i = \frac{Z_{mayor}}{Z_{menor}}$$

$$i_{4-3} = \frac{128}{32} = 4 [-] \quad i_{2-1} = \frac{57}{19} = 3 [-]$$

- Velocidad angular ejes:

$$w_2 = w_3 \cdot i_{4-3} = w_t \cdot i_{4-3} = 9,4 \cdot 4 = 37,7 [RPM]$$

$$w_1 = w_2 \cdot i_{2-1} = 37,7 \cdot 3 = 113,1 [RPM]$$

$$i_{reductor} = \frac{w_1}{w_{motor}} = \frac{113,1}{740} = 6,5 [-] \quad i_{global} = i_{reductor} \cdot i_{2-1} \cdot i_{4-3} = 78,5 [-]$$

- Velocidad angular:
 - Considera $v_t = 1,5 [m/s]$

$$w_t = \frac{v_t}{\left(\frac{D_t}{2}\right)} = 0,987 \left[\frac{rad}{s}\right] \text{ (tambor)}$$

$$RPM = w_t \cdot \frac{30}{\pi} = 9,4$$



➤ EJES:

7.9 EJE DE RODADO [34]

7.9.1 MATERIAL

7.9.2 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (DCL)

7.9.3 PAR DE TORSIÓN

7.9.4 DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR

7.9.5 ANÁLISIS EN EL CHAVETERO

➤ 7.9.6 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD EST...

➤ 7.9.7 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD A L...

7.9.8 ANÁLISIS EN EL CAMBIO DE SECCIÓN

➤ 7.9.9 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD EST...

➤ 7.9.10 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD A...

Material:

Acero SAE 1045.

Resistencia a la fluencia:

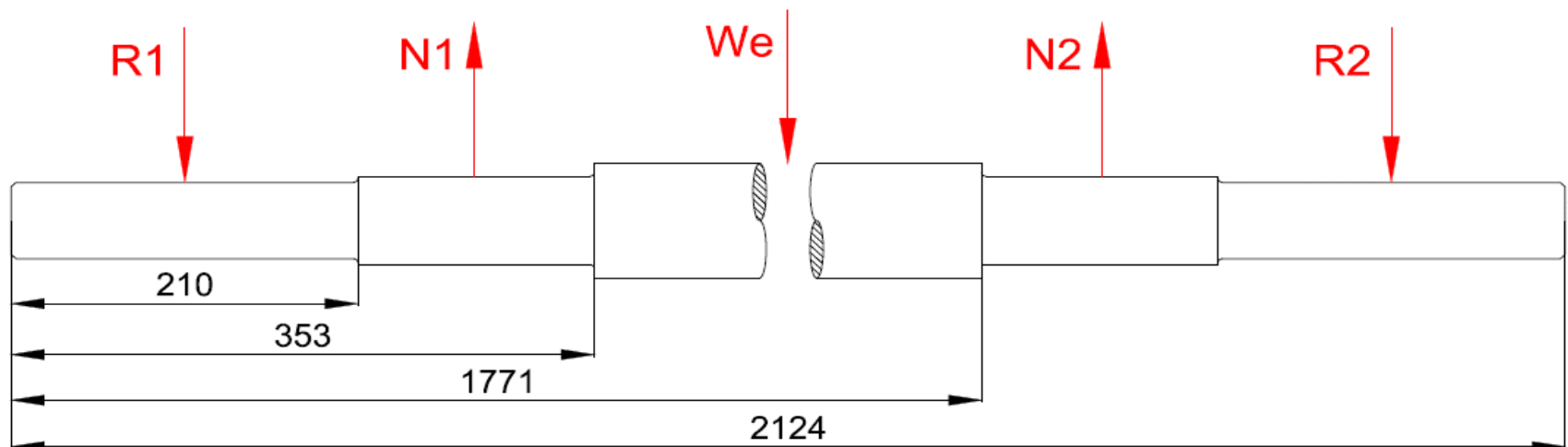
$S_y = 392$ [MPa]

Resistencia a la tensión:

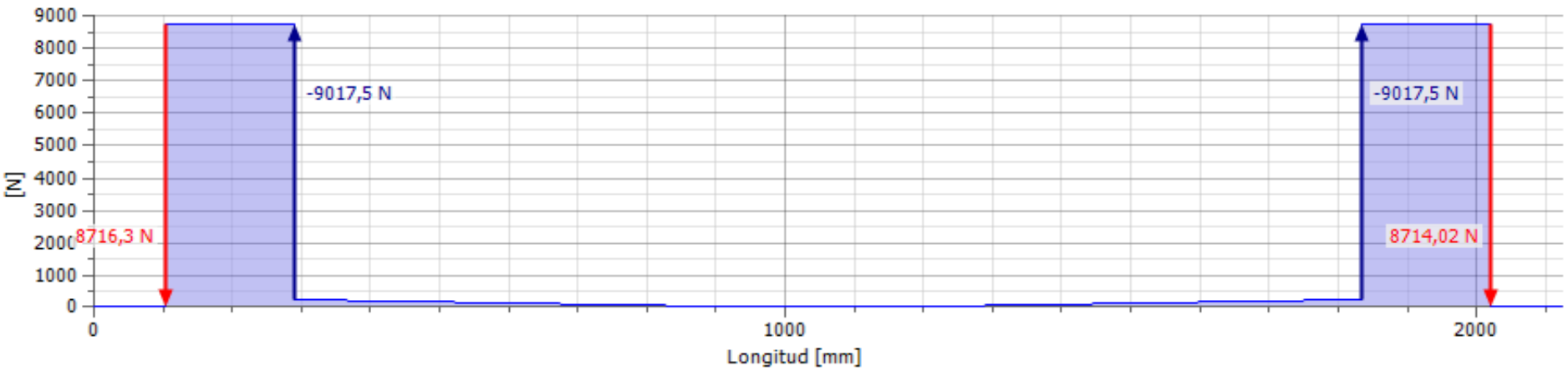
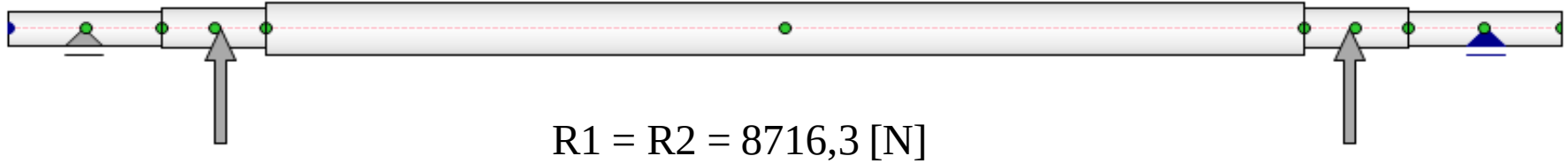
$S_u = 618$ [MPa]

$$N_1 = N_2 = \frac{Q_{\text{carro}}}{4} = \frac{36619}{4} = 9017,5 \text{ [N]}$$

(Peso del eje) $W_e = 62$ [kg]

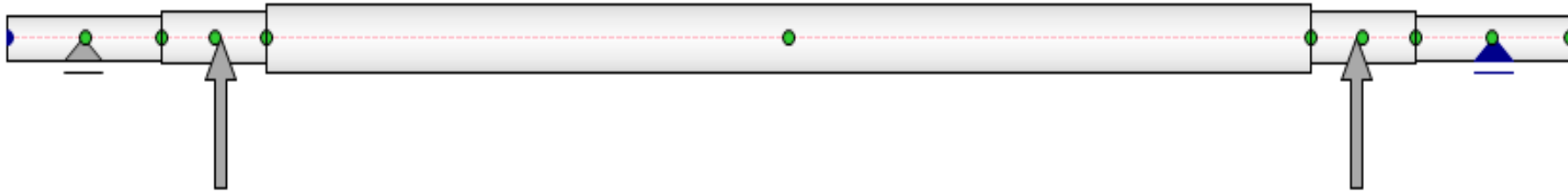


➤ EJES:

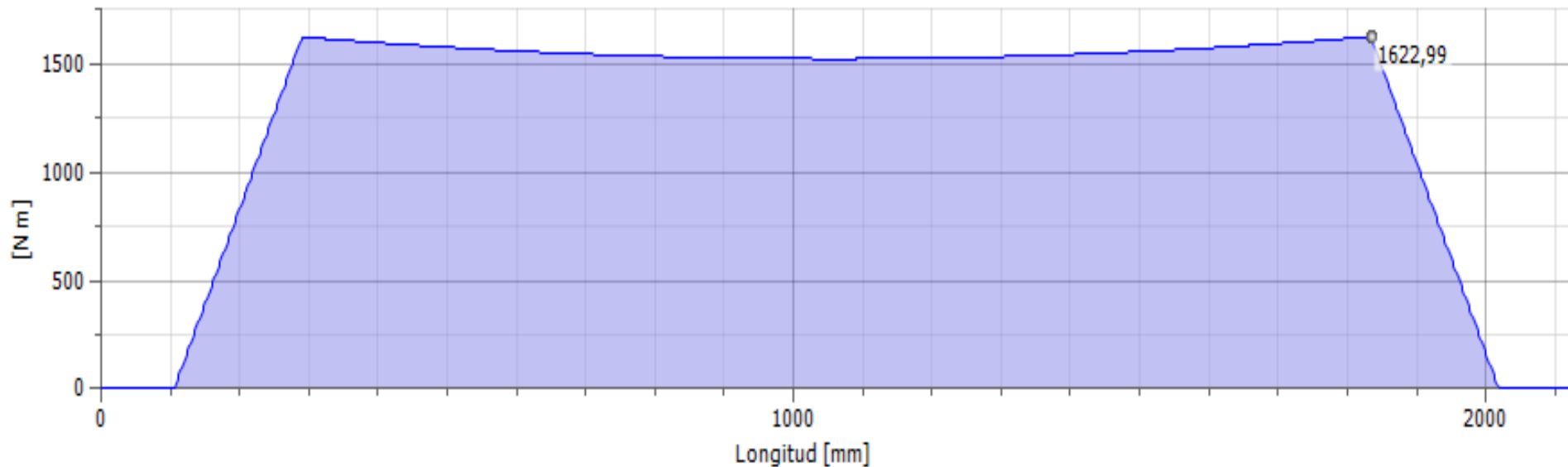


▪ Par de torsión: $T = 0 \text{ [Nmm]}$

➤ EJES:



- Momento flector máx. (M_f) tiene un valor de 1622,99 [Nm] o 1622990 [Nmm] en chavetero.
- También importante analizar cambio de sección (cerca de momento máximo).



- EJES:
- Análisis en chavetero:

7.9.6 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD EST...

7.9.6.1 TEORÍA DE VON MISSES

- 7.9.7 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD A L...
- 7.9.8 ANÁLISIS EN EL CAMBIO DE SECCIÓN
- 7.9.9 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD EST...
- 7.9.10 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD A...

- Chavetero: diámetro (d) es de 58 [mm].
- Teoría Von Mises:

$$d^3 = \frac{32n}{\pi S_y} \sqrt{\left(M_f + \frac{F_a d}{8}\right)^2 + 3\left(\frac{T}{2}\right)^2}$$

En este caso la fuerza axial $F_a = 0$

- Factor de seguridad estático:

$$n = \frac{d^3 \pi S_y}{32 \sqrt{(M_f)^2}} = \frac{58^3 \cdot \pi \cdot 392}{32 \sqrt{(1622990)^2}} = 4,63 [-]$$

- EJES:
- Análisis en chavetero:

7.9.7 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD A L...

7.9.7.1 FACTOR DE SUPERFICIE

7.9.7.2 FACTOR DE TAMAÑO

7.9.7.3 FACTOR DE CARGA

7.9.7.4 FACTOR DE TEMPERATURA

7.9.7.5 SENSIBILIDAD A LA MUESCA EN FLEXI...

7.9.7.6 FACTOR DE CONCENTRACIÓN DE ESF...

7.9.7.7 RESISTENCIA A LA FATIGA

7.9.7.8 ESFUERZO ALTERNO

7.9.7.9 ESFUERZO MEDIO

7.9.7.10 FORMULA ELÍPTICA DE ASME

7.9.7.11 FACTOR DE SEGURIDAD A LA FATIGA

7.9.8 ANÁLISIS EN EL CAMBIO DE SECCIÓN

- Factor de superficie: $k_a = aS_u^b$

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} , kpsi	S_{ut} , MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

$$k_a = 4,51 \cdot S_u^{-0,265} = 4,51 \cdot 618^{-0,265} = 0,8214$$

- Factor de tamaño:

$$k_b = 1,51 \cdot d^{-0,157} = 1,51 \cdot 58^{-0,157} = 0,798$$

- Factor de carga: $k_c = 1$ (flexión)

- Factor de temperatura:

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}}$$

- S_T es la resistencia a la tensión a temperatura de operación y S_{RT} la resistencia a la tensión a temperatura ambiente.

$$k_d = 1 (20^\circ\text{C})$$

- EJES:
- Análisis en chavetero:

7.9.7.5 SENSIBILIDAD A LA MUESCA EN FLEXI...

7.9.7.6 FACTOR DE CONCENTRACIÓN DE ESF...

7.9.7.7 RESISTENCIA A LA FATIGA

7.9.7.8 ESFUERZO ALTERNO

7.9.7.9 ESFUERZO MEDIO

7.9.7.10 FORMULA ELÍPTICA DE ASME

7.9.7.11 FACTOR DE SEGURIDAD A LA FATIGA

7.9.8 ANÁLISIS EN EL CAMBIO DE SECCIÓN

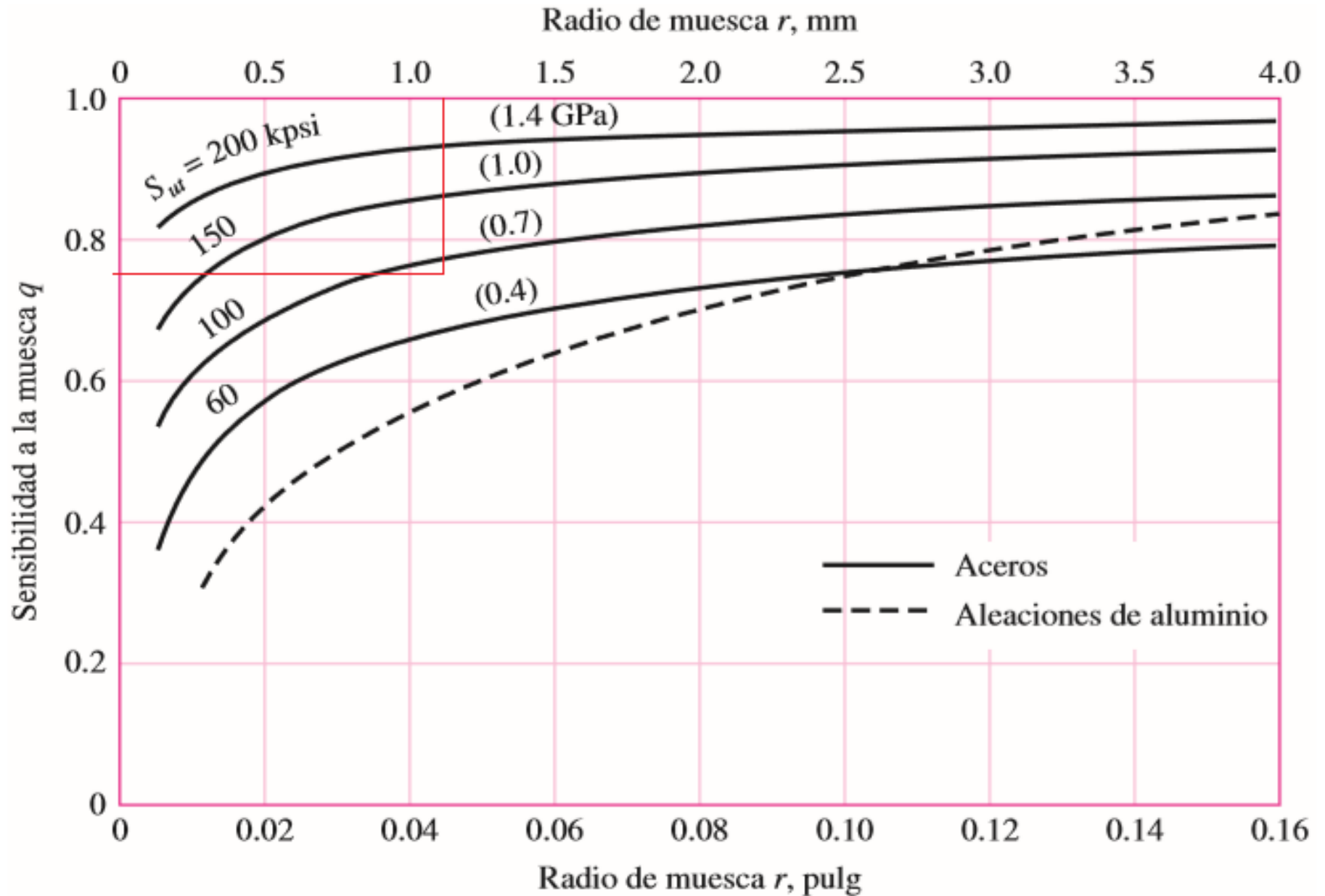
- Sensibilidad a la muesca:

$$\frac{r}{d} = 0,02$$

$$r = 0,02 \cdot d = 0,02 \cdot 58 = 1,16 \text{ [mm]}$$

	Flexión	Torsión	Axial
Filete de hombro: agudo ($r/d = 0.02$)	2.7	2.2	3.0
Filete de hombro: bien redondeado ($r/d = 0.1$)	1.7	1.5	1.9
Cuñero fresado ($r/d = 0.02$)	2.2	3.0	—
Cuñero de patín o trapezoidal	1.7	—	—
Ranura para anillo de retención	5.0	3.0	5.0

- EJES:
- Análisis en chavetero:



➤ EJES:

➤ Análisis en chavetero:

- Resistencia a la tensión correspondiente (0,618 GPa), en gráfico: $q = 0,75$

- Factor de concentración de esfuerzos: $K_f = 1 + q \cdot (K_t - 1)$

* Kt: factor teórico = 2,2

$$K_f = 1 + 0,75 \cdot (2,2 - 1) = 1,9$$

- Resistencia al a fatiga: $S_e = 0,504 \cdot S_{ut} \cdot k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d = 204,22 [MPa]$

- Esfuerzo alterno: $\sigma_a' = \frac{32M_f}{\pi d^3} \cdot K_f = 160,99 [MPa]$

- Esfuerzo medio: $\sigma_m' = \sqrt{3} \frac{16T}{\pi d^3} \cdot K_{ts} = 0 [MPa]$

- Formula elíptica ASME: $\left(n_f \cdot \frac{\sigma_a'}{S_e} \right)^2 + \left(n_f \cdot \frac{\sigma_m'}{S_y} \right)^2 = 1$

- Factor de seguridad a la fatiga: $n_f = 1,27$

➤ EJES:

➤ Análisis en cambio sección:

- cambio es de 58 [mm] a 75 [mm], en este punto el momento flector tiene un valor de $M_{f2} = 1603,25$ [Nm]

- Factor de seguridad estático:

- Von Mises:

$$n = \frac{d^3 \pi S_y}{32 \sqrt{(M_f)^2}} = \frac{58^3 \cdot \pi \cdot 392}{32 \sqrt{(1603250)^2}} = 4,68 [-]$$

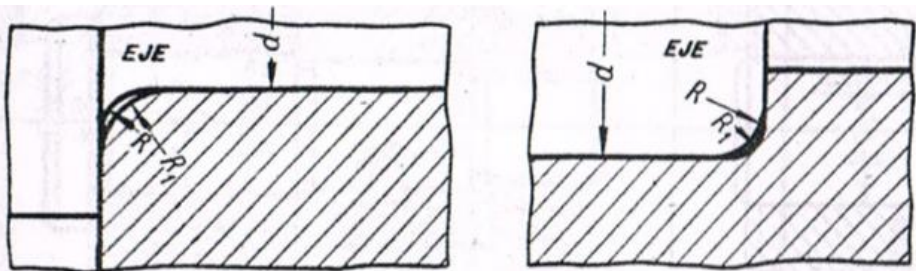
- Factor de seguridad a la fatiga:

- Sensibilidad a la muesca:

* Como el diámetro es de 58 [mm] el radio de muesca (r) en el cambio de sección es igual a 2,5 [mm].

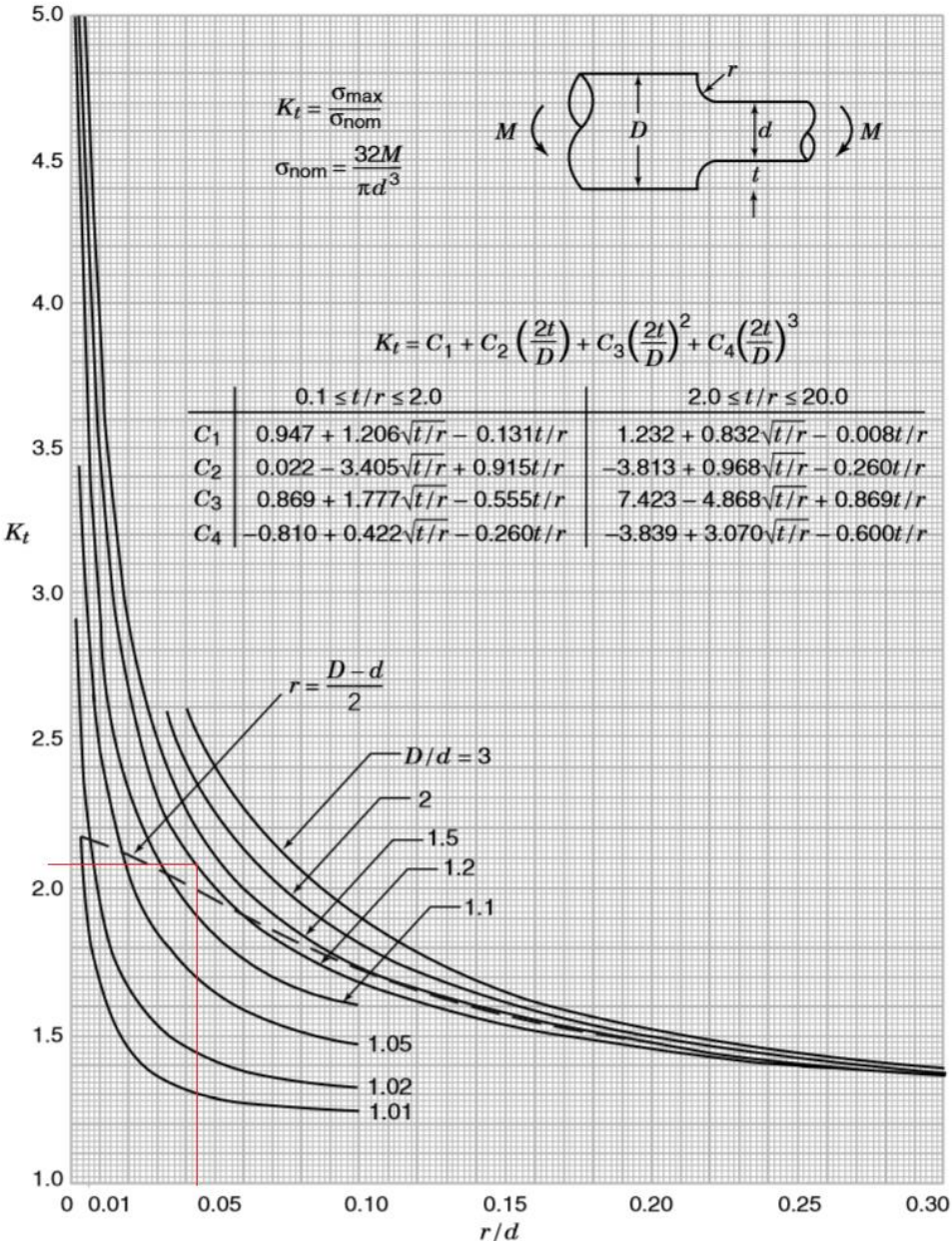
- Luego del gráfico, se obtiene:

$$q = 0,83$$



DIAMETRO DEL EJE d EN mm.		10-18	20-28	30-46	48-68	70-100	105-150	155-200	210-250
RADIO DE REDON- DEO EN mm.	R	0,6	1,5	2	2,5	3	4	5	6
	R ₁	1	2	2,5	3	4	5	6	8

- EJES:
- Análisis en cambio sección:



- Factor de concentración de esfuerzo (cambio sección):

- Con gráfico se obtiene:

$$D/d = 75/58 = 1,29$$

$$r/d = 2,5/58 = 0,043$$

$$K_t = 2,1$$

$$K_f = 1 + q \cdot (K_t - 1) = 1 + 0,83 \cdot (2,1 - 1) = 1,913$$

➤ EJES:

➤ Análisis en cambio sección:

▪ Esfuerzo alterno:
$$\sigma_a' = \frac{32M_f}{\pi d^3} \cdot K_f = \frac{32 \cdot 1603250}{\pi 58^3} \cdot 1,913 = 160,12 [MPa]$$

▪ Esfuerzo medio:
$$\sigma_m' = \sqrt{3} \frac{16T}{\pi d^3} \cdot K_{ts} = 0 [MPa]$$

▪ Formula elíptica ASME:

$$\left(n_f \frac{\sigma_a'}{S_e} \right)^2 + \left(n_f \frac{\sigma_m'}{S_y} \right)^2 = \left(n_f \cdot \frac{160,12}{204,22} \right)^2 + \left(n_f \cdot \frac{0}{392} \right)^2 = 1$$

▪ Factor de seguridad a la fatiga:

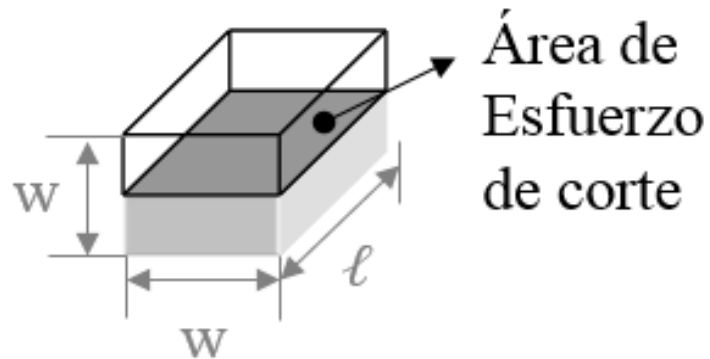
$$n_f = 1,28 [-]$$

✓ Ambos factores de seguridad sobrepasan la unidad.

➤ CHAVETAS:

▪ Corte:

- corte admisible (τ_{adm}) y calculado (τ)

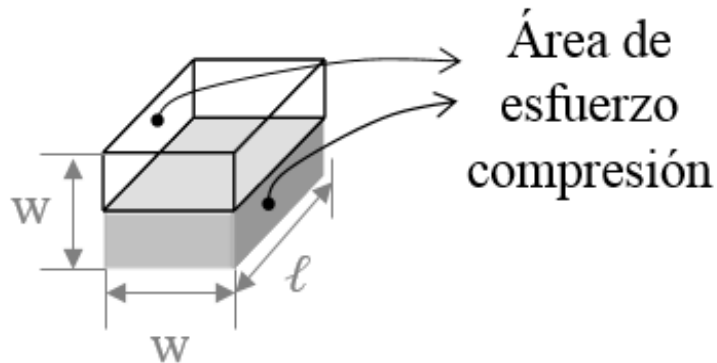


$$\tau = \frac{F}{wl} = \frac{2T}{dwl}$$

$$\tau_{adm} = \frac{S_{sy}}{n} = \frac{S_y \cdot 0,577}{n}$$

▪ Aplastamiento:

- compresión admisible (σ_{adm}) y calculada (σ)



$$\sigma = \frac{F}{A_c} = \frac{F}{l \cdot \frac{w}{2}} = \frac{4T}{dwl}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{0,9 \cdot S_y}{n}$$

➤ CHAVETAS:

▪ Corte:

$$\tau_{adm} = \frac{392 \cdot 0,577}{3} = 75,39 [MPa]$$

- corte admisible (τ_{adm}) y calculado (τ)

▪ Aplastamiento:

$$\sigma_{adm} = \frac{0,9 \cdot 392}{3} = 117,6 [MPa]$$

- compresión admisible (σ_{adm}) y calculada (σ)

✓ Valores calculados son menores que los admisibles, por ende el diseño de las chavetas es apropiado para el sistema.

✓ Ejes N°2 y N°3 existen dos largos diferentes debido a la existencia de dos chavetas. Se analiza el más crítico (menor largo).

	Cálculo chavetas			Normalizado	Tipo
EJE 1	Diámetro eje N°1	d	92,00 [mm]	125	DIN 6887 25x14
	Par torsión eje N°1	T	3.149.777,78 [Nmm]		
	Fuerza en la sup. del eje	F	68.473,43 [N]		
	Ancho chaveta	w	25,00 [mm]		
	largo chaveta	l	125,00 [mm]		
	Esfuerzo de fluencia	Sy	392,00 [Mpa]		
	Resistencia al cortante	Ssy	226,18 [Mpa]		
	Factor de seguridad	n	3,00 [-]		
	Esfuerzo de corte	t	21,91 [Mpa]		
	Esfuerzo de compresión	σ	43,82 [Mpa]		
EJE 2	Diámetro eje N°2	d	138,00 [mm]	125 / 180	DIN 6887 36x20
	Par torsión eje N°2	T	9.449.333,33 [Nmm]		
	Fuerza en la sup. del eje	F	136.946,86 [N]		
	Ancho chaveta	w	36,00 [mm]		
	largo chaveta	l	125,00 [mm]		
	Esfuerzo de fluencia	Sy	392,00 [Mpa]		
	Resistencia al cortante	Ssy	226,18 [Mpa]		
	Factor de seguridad	n	3,00 [-]		
	Esfuerzo de corte	t	30,43 [Mpa]		
	Esfuerzo de compresión	σ	60,87 [Mpa]		
EJE 3	Diámetro eje N°3	d	188,00 [mm]	220 / 250	DIN 6887 45x25
	Par torsión eje N°3	T	37.797.333,33 [Nmm]		
	Fuerza en la sup. del eje	F	402.099,29 [N]		
	Ancho chaveta	w	45,00 [mm]		
	largo chaveta	l	220,00 [mm]		
	Esfuerzo de fluencia	Sy	392,00 [Mpa]		
	Resistencia al cortante	Ssy	226,18 [Mpa]		
	Factor de seguridad	n	3,00 [-]		
	Esfuerzo de corte	t	40,62 [Mpa]		
	Esfuerzo de compresión	σ	81,23 [Mpa]		

➤ BUJES:

▪ Pérdida de potencia:

Fuerza normal máxima generada en el eje (N_y), coeficiente de roce (μ), radio del eje (R), velocidad angular (n), fuerza de roce (F_r) y el correspondiente par de torsión provocado por la fricción (T_f). Coef. roce 0,06.

$$F_r = N_y \cdot \mu \text{ [Nm]}$$

$$T_f = \frac{F_r \cdot R}{1000} \text{ [Nm]}$$

$$P_f = \frac{T_f \cdot n \cdot \pi}{746 \cdot 30} \text{ [HP]} \quad P_{ft} = P_f \cdot N^\circ \text{ Bujes [HP]}$$

▪ Capacidad de carga:

- Factor que relaciona la presión (P) y velocidad tangencial sobre el buje (V)
- Material: Bronce SAE 640, el cual posee un valor admisible de $2,625 \text{ [MPa} \cdot \text{m/s]}$.

$$P = \frac{N_y}{L \cdot 2R} \text{ [MPa]}$$

$$V = \frac{R \cdot \pi \cdot n}{1000 \cdot 30} \text{ [m/s]}$$

Buje	Ny	Fr	R	L	RPM
	[N]	[N]	[mm]	[mm]	[rpm]
Rodado	8.714,02	522,84	25,0	198	9,42
Polea reenvío	30.078,00	1804,68	64,0	156	9,42
Eje N°1	18.132,80	1087,97	42,5	127	113,08
Eje N°2	12.912,30	774,74	60,0	150	37,69
Eje N°3	79.147,50	4748,85	165,0	200	9,42

Buje	P	V	PV
	[Mpa]	[m/s]	[Mpa · m/s]
Rodado	0,88	0,02	0,02
Polea reenvío	1,51	0,06	0,10
Eje N°1	1,68	0,50	0,85
Eje N°2	0,72	0,24	0,17
Eje N°3	1,20	0,16	0,20

- ✓ Se aprecia fácilmente que todos los bujes del sistema cumplen con el criterio de no sobrepasar el límite admisible.

➤ MUELLE COMPRESIÓN:

7.14 MUELLE DE SUSPENSIÓN [34]

7.14.1 DATOS INICIALES

7.14.2 DIÁMETRO INTERIOR

7.14.3 FIJACIÓN A SISTEMA

7.14.4 ÍNDICE DEL RESORTE

7.14.5 DIÁMETRO MEDIO

7.14.6 FACTOR DE CORRECCI...

7.14.7 FACTOR DE BERGSTRÄ...

7.14.8 RESISTENCIA A LA TEN...

7.14.9 ESFUERZO DE FLUENCI...

7.14.10 MÓDULO DE RUPTUR...

7.14.11 CONSTANTE DE RIGID...

7.14.12 FUERZA EJERCIDA

7.14.13 DEFLEXIÓN MÁXIMA

7.14.14 NÚMERO DE ESPIRAS...

7.14.15 LONGITUD SÓLIDA

7.14.16 LONGITUD LIBRE

7.14.17 PASO

7.14.18 ESFUERZO CORTANTE...

7.14.19 FACTOR DE SEGURIDA...

- Datos iniciales: diámetro del cable (d) y diámetro exterior del resorte (D_o).

$$D_i = D_o - 2 \cdot d = 113 - 2 \cdot 18,5 = 76 \text{ [mm]}$$

$$\text{Holgura} = \frac{d}{10} = \frac{18,5}{10} = 1,9 \text{ [mm]}$$

$$D_{fi} = D_i - 2 \cdot \text{Holgura} = 76 - 2 \cdot 1,9 = 72 \text{ [mm]}$$

$$h_{fi} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 18,5 = 28 \text{ [mm]}$$

- Índice de resorte: rango límite entre 4 y 12.

$$C = \frac{D_o - d}{d} = \frac{113 - 18,5}{18,5} = 5 \text{ [-]}$$

$$D = C \cdot d = 5 \cdot 18,5 = 94,5 \text{ [mm]}$$

$$K_s = \frac{C + 0,5}{C} = \frac{5 + 0,5}{5} = 1,1 \text{ [-]}$$

$$K_B = \frac{4C + 2}{4C - 3} = \frac{4 \cdot 5 + 2}{4 \cdot 5 - 3} = 1,287 \text{ [-]}$$

7.14.8 RESISTENCIA A LA TEN...

7.14.9 ESFUERZO DE FLUENCI...

7.14.10 MÓDULO DE RUPTUR...

7.14.11 CONSTANTE DE RIGID...

7.14.12 FUERZA EJERCIDA

7.14.13 DEFLEXIÓN MÁXIMA

7.14.14 NÚMERO DE ESPIRAS...

7.14.15 LONGITUD SÓLIDA

7.14.16 LONGITUD LIBRE

7.14.17 PASO

7.14.18 ESFUERZO CORTANTE...

7.14.19 FACTOR DE SEGURIDA...

7.14.20 RESISTENCIA A LA FA...

7.14.21 FUERZA ALTERNA

7.14.22 FUERZA MEDIA

7.14.23 ESFUERZO CORTANTE...

7.14.24 ESFUERZO CORTANTE...

7.14.25 FACTOR DE SEGURIDA...

7.14.26 PARÁMETROS DE DISE...

Material	ASTM núm.	Exponente <i>m</i>	Diámetro, pulg	<i>A_t</i> , kpsi · pulg ^{<i>m</i>}	Diámetro, mm	<i>A_t</i> , MPa · mm ^{<i>m</i>}	Costo relativo del alambre
Alambre de piano*	A228	0.145	0.004-0.256	201	0.10-6.5	2 211	2.6
Alambre T y R en aceite†	A229	0.187	0.020-0.500	147	0.5-12.7	1 855	1.3
Alambre estirado duro‡	A227	0.190	0.028-0.500	140	0.7-12.7	1 783	1.0
Alambre al cromo vanadio§	A232	0.168	0.032-0.437	169	0.8-11.1	2 005	3.1

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} = \frac{1783}{18,5^{0,19}} = 1024,21 [MPa]$$

- Esfuerzo fluencia a la torsión:

Material	Límite elástico, porcentaje de <i>S_{utr}</i> tensión, torsión		Diámetro <i>d</i> , pulg	<i>E</i>		<i>G</i>	
				Mpsi	GPa	Mpsi	GPa
Alambre de piano A228	65-75	45-60	<0.032	29.5	203.4	12.0	82.7
			0.033-0.063	29.0	200	11.85	81.7
			0.064-0.125	28.5	196.5	11.75	81.0
			>0.125	28.0	193	11.6	80.0
Resorte estirado duro A227	60-70	45-55	<0.032	28.8	198.6	11.7	80.7
			0.033-0.063	28.7	197.9	11.6	80.0
			0.064-0.125	28.6	197.2	11.5	79.3
			>0.125	28.5	196.5	11.4	78.6

$$S_{sy} = 0,45 \cdot S_{ut} = 460,89 [MPa]$$

- Módulo ruptura por torsión:

$$S_{su} = 0,6 \cdot S_{ut} = 614,53 [MPa]$$

7.14.11 CONSTANTE DE RIGID...

7.14.12 FUERZA EJERCIDA

7.14.13 DEFLEXIÓN MÁXIMA

7.14.14 NÚMERO DE ESPIRAS...

7.14.15 LONGITUD SÓLIDA

7.14.16 LONGITUD LIBRE

7.14.17 PASO

7.14.18 ESFUERZO CORTANTE...

7.14.19 FACTOR DE SEGURIDA...

7.14.20 RESISTENCIA A LA FA...

7.14.21 FUERZA ALTERNA

7.14.22 FUERZA MEDIA

7.14.23 ESFUERZO CORTANTE...

7.14.24 ESFUERZO CORTANTE...

7.14.25 FACTOR DE SEGURIDA...

7.14.26 PARÁMETROS DE DISE...

- Constante rigidez:

$$k = \frac{G \cdot d^4}{8D^3 \cdot N_a} = \frac{78600 \cdot 18,5^4}{8 \cdot 94,5^3 \cdot 4} = 340,93 \text{ [N/mm]}$$

- Fuerza ejercida:

$$F_{m\acute{a}x} = \frac{37000}{8} = 4625 \text{ [N]}$$

- Deflexión máxima:

$$\Delta_{m\acute{a}x} = \frac{F_{m\acute{a}x}}{k} = \frac{4625}{340,93} = 13,6 \text{ [mm]}$$

- Numero de espiras totales:

$$N_t = N_a + 2 = 4 + 2 = 6$$

	Simple	Simple y rectificado	A escuadra o cerrado	A escuadra y rectificado
Espiras en extremos	0	1	2	2
Espiras totales	N_a	$N_a + 1$	$N_a + 2$	$N_a + 2$
Longitud libre, L_f	$d + pN_a$	$p(N_a + 1)$	$3d + pN_a$	$2d + pN_a$
Longitud sólida, L_s	$d(N_t + 1)$	dN_t	$d(N_t + 1)$	dN_t
Paso, p	$(L_f - d) / N_a$	$L_f / (N_a + 1)$	$(L_f - 3d) / N_a$	$(L_f - 2d) / N_a$

7.14.15 LONGITUD SÓLIDA
7.14.16 LONGITUD LIBRE
7.14.17 PASO
7.14.18 ESFUERZO CORTANTE...
7.14.19 FACTOR DE SEGURIDA...
7.14.20 RESISTENCIA A LA FA...
7.14.21 FUERZA ALTERNA
7.14.22 FUERZA MEDIA
7.14.23 ESFUERZO CORTANTE...
7.14.24 ESFUERZO CORTANTE...
7.14.25 FACTOR DE SEGURIDA...
7.14.26 PARÁMETROS DE DISE...

▪ Longitud sólida: $L_s = d \cdot N_t = 18,5 \cdot 6 = 111 \text{ [mm]}$

▪ Longitud libre:
$$L_0 < \frac{\pi D}{\alpha} \sqrt{\frac{2(E - G)}{(2G + E)}}$$

Condición de extremo	Constante α
Resorte apoyado entre superficies planas paralelas (extremos fijos)	0.5
Un extremo apoyado por una superficie plana perpendicular al eje del resorte (fijo); el otro extremo con pivote (articulado)	0.707
Ambos extremos con pivote (articulados)	1
Un extremo sujeto; el otro libre	2

$$L_0 < \frac{\pi \cdot 94,5}{0,5} \sqrt{\frac{2 \cdot (196,5 - 78,6) \cdot 1000}{(2 \cdot 78,6 + 196,5) \cdot 1000}} = 484,8 \text{ [mm]}$$

$$L_0 - \Delta_{m\acute{a}x} > L_s$$

$$L_0 > L_s + \Delta_{m\acute{a}x} = 111 + 13,6 = 124,6 \text{ [mm]}$$

$$124,6 < L_0 < 484,8 \text{ [mm]}$$

$$L_0 = 200 \text{ [mm]}$$

- 7.14.17 PASO
- 7.14.18 ESFUERZO CORTANTE...
- 7.14.19 FACTOR DE SEGURIDA...
- 7.14.20 RESISTENCIA A LA FA...
- 7.14.21 FUERZA ALTERNA
- 7.14.22 FUERZA MEDIA
- 7.14.23 ESFUERZO CORTANTE...
- 7.14.24 ESFUERZO CORTANTE...
- 7.14.25 FACTOR DE SEGURIDA...
- 7.14.26 PARÁMETROS DE DISE...

- Paso:
$$p = \frac{L_0 - 2d}{N_a} = \frac{200 - 2 \cdot 18,5}{4} = 40,75 [mm]$$

- Esfuerzo cortante máximo:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{8F_{m\acute{a}x}DK_s}{\pi d^3} = \frac{8 \cdot 4625 \cdot 94,5 \cdot 1,1}{\pi \cdot 18,5^3} = 192,99 [MPa]$$

- Factores de seguridad estático:

$$n = \frac{S_{sy}}{\tau_{m\acute{a}x}} = \frac{460,89}{192,99} = 2,39 [-]$$

- Resistencia a la fatiga:

$$S_{se} = \frac{S_{sa}}{1 - \left(\frac{S_{sm}}{S_{su}}\right)^2}$$

- Resorte **sin martillar**: $S_{sa} = 241 [MPa]$ y $S_{sm} = 379 [MPa]$

- Resorte **martillado**: $S_{sa} = 398 [MPa]$ y $S_{sm} = 534 [MPa]$

$$S_{se} = \frac{241}{1 - \left(\frac{379}{614,53}\right)^2} = 388,94 [MPa]$$

7.14.21 FUERZA ALTERNA

7.14.22 FUERZA MEDIA

7.14.23 ESFUERZO CORTANTE...

7.14.24 ESFUERZO CORTANTE...

7.14.25 FACTOR DE SEGURIDA...

7.14.26 PARÁMETROS DE DISE...

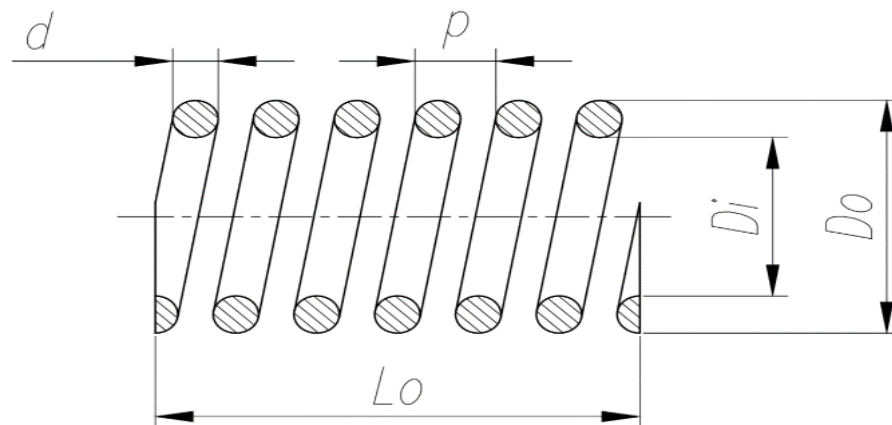
$$F_a = \frac{F_{m\acute{a}x} - F_{m\acute{i}n}}{2} = \frac{4625 - 3000}{2} = 812,5 [N]$$

$$F_m = \frac{F_{m\acute{a}x} + F_{m\acute{i}n}}{2} = \frac{4625 + 3000}{2} = 3812,5 [N]$$

$$\tau_a = \frac{8F_aDK_B}{\pi d^3} = \frac{8 \cdot 812,5 \cdot 94,5 \cdot 1,287}{\pi \cdot 18,5^3} = 39,74 [MPa] \text{ (alterno)}$$

$$\tau_m = \frac{8F_mDK_B}{\pi d^3} = \frac{8 \cdot 3812,5 \cdot 94,5 \cdot 1,287}{\pi \cdot 18,5^3} = 186,46 [MPa] \text{ (medio)}$$

$$n_f = \frac{1}{\frac{\tau_a}{S_{se}} + \frac{\tau_m}{S_{su}}} = \frac{1}{\frac{39,74}{388,94} + \frac{186,46}{614,53}} = 2,47 [-]$$



➤ FRENO DE BANDA:

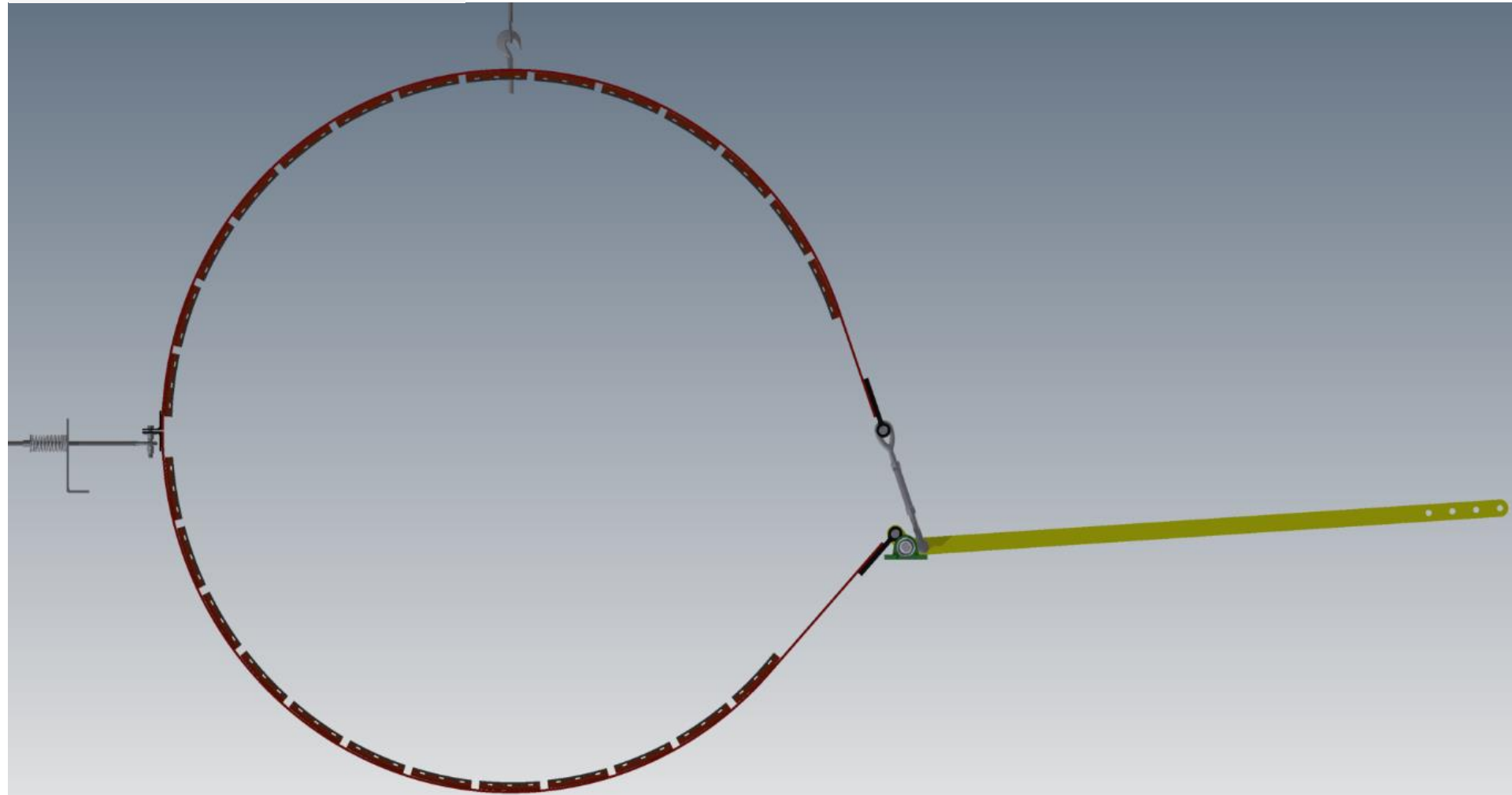
7.17 FRENO DE BANDA

7.17.1 FUNDAMENTO TEÓRIC...

7.17.2 NOMENCLATURA

7.17.3 DATOS

7.17.4 CÁLCULOS



➤ FRENO DE BANDA:

- La fuerza de accionamiento S_2 es menor que la reacción S_1 .
- Sumatoria de fuerzas en dirección vertical, se obtiene:

$$(S + dS) \sin \frac{d\varphi}{2} + S \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} - dP = 0$$

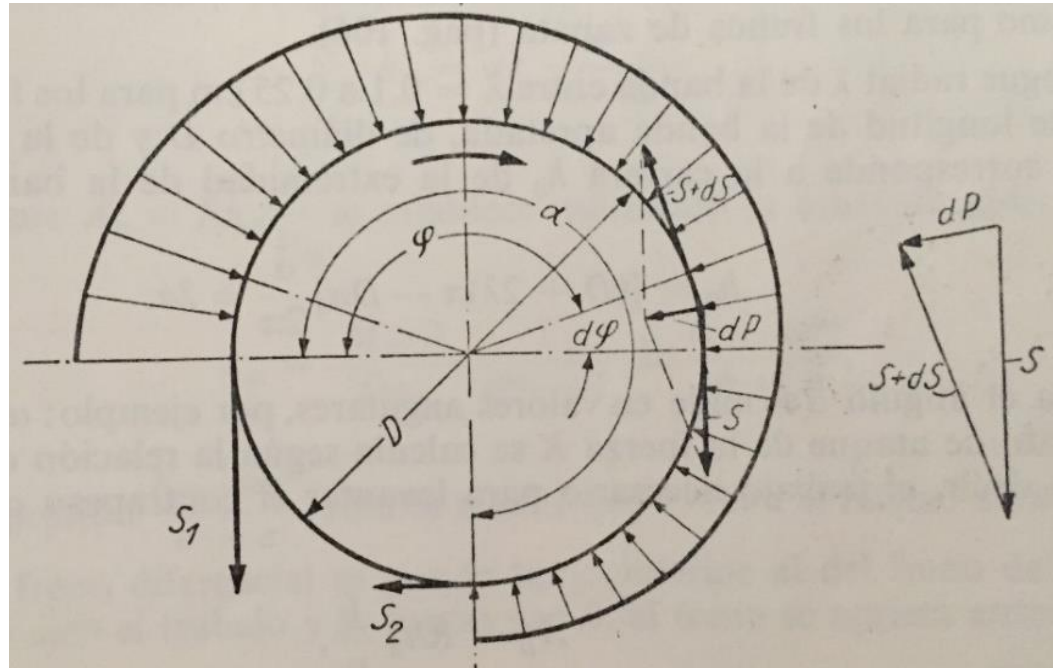
$$dP = S d\varphi \quad (a)$$

- Para ángulos pequeños $\sin d\varphi/2 = d\varphi/2$. Al sumar estas fuerzas en dirección horizontal, se tiene que:

$$(S + dS) \cos \frac{d\varphi}{2} - S \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} - f dP = 0$$

$$dS - f dP = 0 \quad (b)$$

- Para ángulos pequeños, $\cos \frac{d\varphi}{2} = 1$



➤ FRENO DE BANDA:

- Al sustituir el valor de dP de la ecuación “a” en “b” y luego de efectuar la integral se obtiene:

$$\int_{S2}^{S1} \frac{dS}{S} = f \int_0^{\alpha} d\varphi$$

$$\ln \frac{S1}{S2} = f \cdot \alpha$$

$$\frac{S1}{S2} = e^{f \cdot \alpha}$$

- El par de torsión puede obtenerse de la ecuación: $T = (S1 - S2) \frac{D}{2}$
- La fuerza normal dP que actúa sobre un elemento de área de anchura “b”, con una presión “p” y longitud $r d\varphi$ es: $dP = p b r d\varphi$ (d)
- “d” en “a”: $dP d\varphi = p b r d\varphi$

$$p = \frac{S}{b r} = \frac{2 S}{b D}$$

➤ FRENO DE BANDA:

$$P_a = \frac{2 S_1}{b D} \text{ (presión máxima)}$$

▪ Fuerza de frenado es la diferencia entre las tensiones: $U = S_1 - S_2$

▪ “c”, “e” y las tensiones S1 y S2, se obtiene:

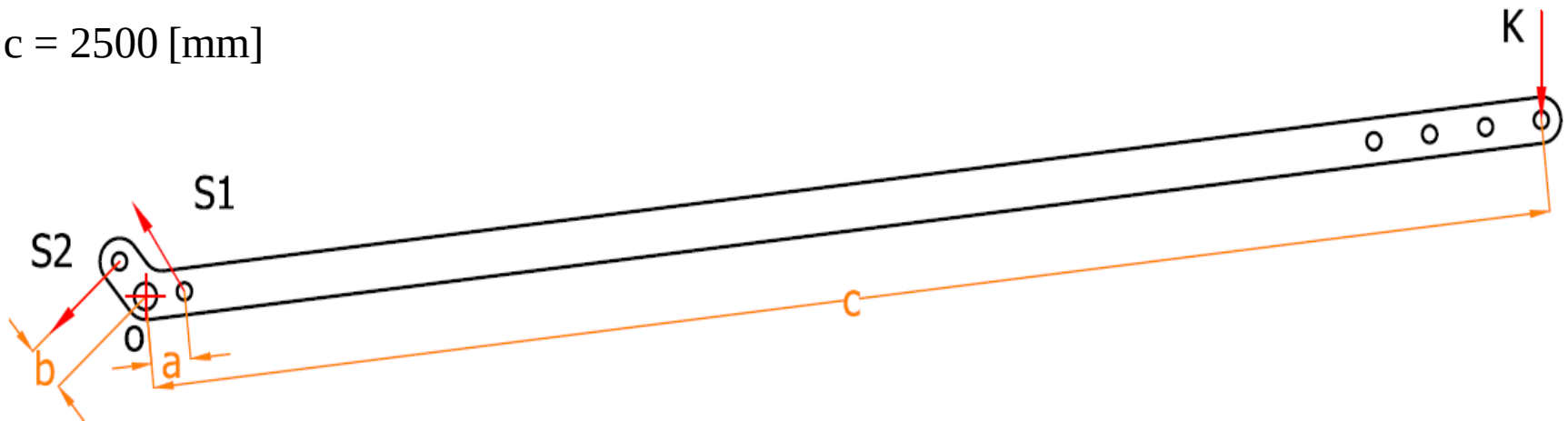
$$S_1 = U \cdot \frac{1}{(e^{f \cdot \alpha} - 1)}$$

$$a = 70 \text{ [mm]}$$

$$S_2 = U \cdot \frac{e^{f \cdot \alpha}}{(e^{f \cdot \alpha} - 1)}$$

$$b = 70 \text{ [mm]}$$

$$c = 2500 \text{ [mm]}$$



➤ FRENO DE BANDA:

▪ Cálculo:
$$M = \frac{71620 \cdot Pot}{rpm} = 385397 [Kgcm]$$

$$Mf = \frac{M \cdot \eta \cdot v^2}{100} = 3257 [Kgcm]$$

* $v = 3 [-]$ (Freno de Emergencia)

* $\alpha = 4,71 [\text{rad}] = 270 [^\circ]$

$$U = \frac{Mf \cdot 2}{\emptyset_{\text{freno}}} = 3257 [Kg]$$

* $\mu = 0,4 [-]$ (Tejido Industrial)

$$S1 = S2 \cdot e^{\mu \cdot \alpha} = 2710 [Kg]$$

$$S2 = \frac{U}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1} = 412 [Kg]$$

$$P = \frac{Mf}{(\emptyset_{\text{freno}} \cdot \mu)} = 2874 [Kg]$$

$$K = \frac{S2 \cdot b + S1 \cdot a}{c} = 88 [Kg]$$

$$K' = K = 88 [Kg]$$

➤ FRENO DE BANDA:

▪ Duración de la guarnición : $Z_{freno} = \frac{Q}{q \cdot A}$

$$A = M_f \cdot \pi \cdot \frac{rpm}{30} \cdot t_f \cdot 0,5$$

$$t_{f1} = \frac{\Sigma I \cdot w}{M_f + M_c} \quad , \text{ donde: } \Sigma I = 24219 [Kgm^2]$$

$$M_c = 0,3 \cdot M_f$$

$$t_{f1} = 5,7 [s] \quad t_{f2} = \frac{\Sigma I \cdot w}{M_f - M_c} = 10,5 [s]$$

$$t_f = \frac{t_{f1} + t_{f2}}{2} = 8,1 [s]$$

$$A = 0,05 [CV \cdot hr] \quad Q = 2 \cdot ancho \cdot largo \cdot espesor = 435 [cm^3]$$

$$Z_{freno} = 45286 [veces]$$

$$Vida = 50 [\text{años}].$$

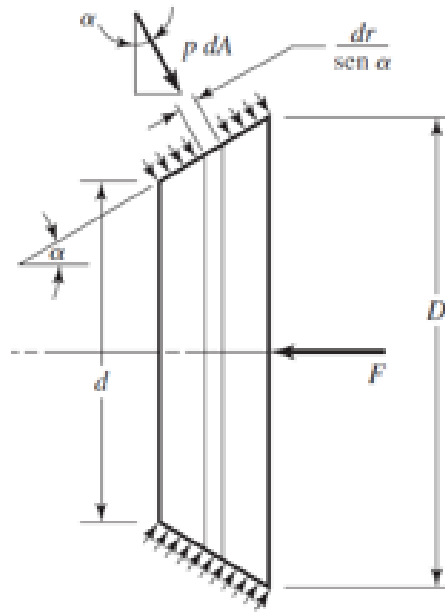
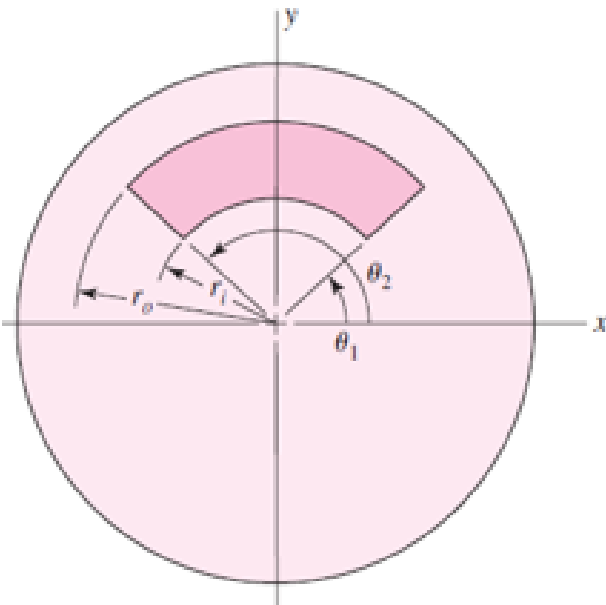
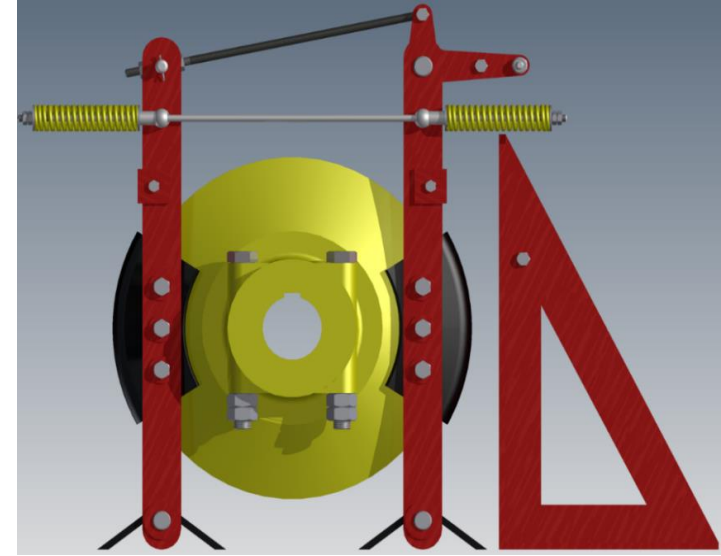
➤ FRENO DE DOBLE DISCO:

- El método empleado es de desgaste uniforme debido a que es el fenómeno más acertado a la realidad de nuestra situación.
- Fuerza de freno:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$F = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{r_i}^{r_o} P \, dA$$

$$dA = r \cdot \frac{dr}{\sin \alpha} \, d\theta$$



$$\text{desgaste axial} = f_1 \cdot f_2 \cdot K \cdot P \cdot V \cdot t$$

En donde “t” es tiempo, “f1” es el factor que varía según el tipo de movimiento, carga y velocidad. “f2” condiciones ambientales y “K” factor de desgaste según material. Sólo la presión total “P” y la velocidad tangencial “V” varían de un lugar a otro en la superficie de rozamiento.

➤ FRENO DE DOBLE DISCO:

$$P \cdot V = \text{Constante1}$$

$$P \cdot r \cdot w = \text{Constante2}$$

$$P \cdot r = \text{Constante3} = P_{\text{máx}} \cdot r_i = P_a \cdot r_i = P_a \cdot \frac{d}{2}$$

$$P = P_a \cdot \frac{r_i}{r} \text{ (presión total)}$$

$$F_x = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{r_i}^{r_0} P \cdot \sin \alpha \cdot r \cdot \frac{dr}{\sin \alpha} d\theta$$

$$F_x = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{r_i}^{r_0} P_a \cdot r_i dr d\theta$$

$$F_x = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{r_i}^{r_0} P_a \cdot r_i dr d\theta$$

$$F_y = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{r_i}^{r_0} P \cdot \cos \alpha \cdot r \cdot \frac{dr}{\sin \alpha} d\theta$$

$$F_y = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{r_i}^{r_0} P_a \cdot r_i \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} dr d\theta$$

$$F_y = (\theta_2 - \theta_1) \cdot P_a \cdot r_i \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot (r_0 - r_i)$$

$$T = F_{\mu} \cdot \text{distancia}$$

➤ FRENO DE DOBLE DISCO:

$$T = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{r_i}^{r_o} \mu \cdot P \cdot r \, dA$$

$$T = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{r_i}^{r_o} \mu \cdot \left(Pa \cdot \frac{r_i}{r} \right) \cdot r \cdot \frac{r}{\sin \alpha} \, dr d\theta$$

$$T = (\theta_2 - \theta_1) \cdot Pa \cdot r_i \cdot \frac{\mu}{\sin \alpha} \cdot \left(\frac{r_o^2 - r_i^2}{2} \right)$$

$$Pa = \frac{T}{(\theta_2 - \theta_1) \cdot r_i} \cdot \frac{\sin \alpha}{\mu} \cdot \left(\frac{2}{r_o^2 - r_i^2} \right)$$

$$F_x = T \cdot \frac{\sin \alpha}{\mu} \cdot \frac{2}{(r_o + r_i)}$$

$$F_y = T \cdot \frac{\cos \alpha}{\mu} \cdot \frac{2}{(r_o + r_i)}$$

$$F_y = F_x \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

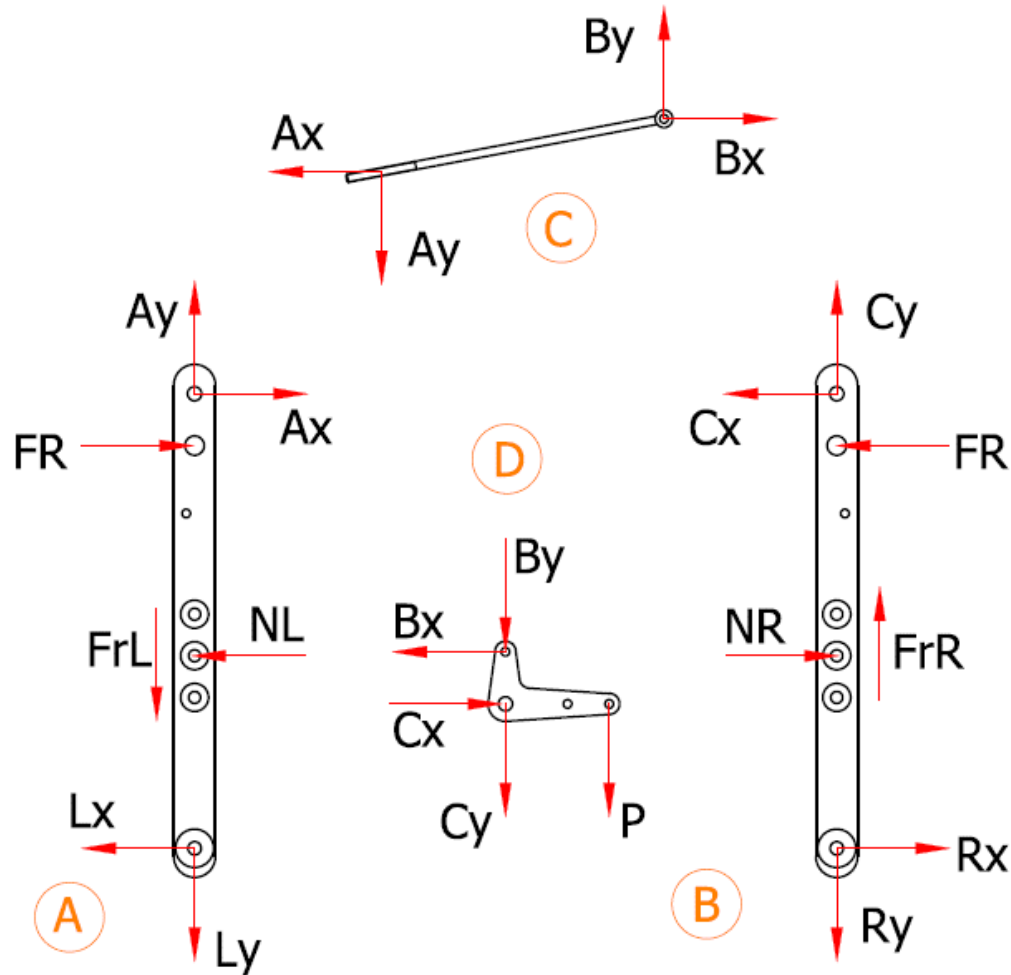
▪ Cálculo:

$$T_n = \frac{71620 \cdot Pot[CV]}{rpm}$$

- Considerando en el primer eje 113 [RPM], se obtiene: $T_n = 32116,42 \text{ [Kg cm]}$

$$M_f = T_n \cdot \eta \cdot v = 318,84 \text{ [kg m]}$$

➤ FRENO DE DOBLE DISCO:



$$T = 9,81 \cdot \frac{M_f}{8} = 391 [Nm] \quad (8 \text{ balatas})$$

$$Pa = 286,3 \text{ [Kpa]}$$

$$P_{\min} = 199 \text{ [Kpa]}$$

$$Fx = 3950 \text{ [N]}$$

$$Fy = 1284 \text{ [N]}$$

$$F = 4154 \text{ [N]}$$

$$T = \mu \cdot (N_L + N_R) \cdot \left(\frac{4R \cdot \sin \frac{\theta}{2}}{\theta + \sin \theta} \right)$$

Radio del disco de hierro fundido igual a $r_0 = 247 \text{ [mm]}$.

$$(N_L + N_R) = 3360 \text{ [N]}$$

$$N_L = N_R = 1680 \text{ [N]}$$

➤ FRENO DE DOBLE DISCO:

$$\sum M_L = 278 \cdot N_L - 581 \cdot FR - 656 \cdot Ax = 0$$

$$FR = N_L \cdot \frac{278}{581} = 803 [N]$$

Pieza “A”:

$$\sum F_x = Ax + FR - NL - Lx = 0$$
$$\sum F_y = Ay - F_{rL} - Ly = 0$$

Pieza “B”:

$$\sum M_R = -278 * N_R + 581 * FR + 656 * Cx = 0$$
$$\sum F_x = Rx + NR - FR - CX = 0$$
$$\sum F_y = Ry - F_{rR} - Cy = 0$$

➤ FRENO DE DOBLE DISCO:

Pieza “C”:

$$\sum M_A = By * 404 - Bx * 75 = 0$$
$$\sum F_x = Ax - Bx = 0$$
$$\sum F_y = Ay - By = 0$$

Pieza “D”:

$$\sum M_c = Bx * 75 - P * 150 = 0$$
$$\sum F_x = Cx - Bx = 0$$
$$\sum F_y = P + Cy + By = 0$$

$$Ax = Bx = Cx = \frac{N_L \cdot 278 - FR \cdot 581}{656} = 0$$

➤ FRENO DE DOBLE DISCO:

$$Ax = Bx = Cx = -711 \text{ [N]}$$

$$Lx = Ax + FR - N_L = 92 \text{ [N]}$$

$$Rx = Cx + FR - N_R = 92 \text{ [N]}$$

✓ Por lo tanto, considerando las componentes de las fuerzas en la estructura se obtiene una fuerza “P” de magnitud 356 [N] equivalente a 36,25 [Kg].

$$Ay = By = Bx \cdot \frac{75}{404} = -132 \text{ [N]}$$

$$P = Bx \cdot \frac{75}{150} = -356 \text{ [N]}$$

$$Cy = -By - P = 488 \text{ [N]}$$

$$F_{rR} = F_{rL} = \mu \cdot N_L = 756 \text{ [N]}$$

$$Ry = Cy + F_{rR} = 1244 \text{ [N]}$$

$$Ly = By - F_{rL} = -888 \text{ [N]}$$