

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“DISEÑO DE UN WINCHE DE IZAJE DE UN TAMBOR PARA LA  
EXTRACCIÓN DE 20000 Tn/mes PARA LA MINERA SOTRAMI S.A. DE  
AYACUCHO – 2020”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

**ROMMEL SANTOS JUAN DE DIOS CHAVEZ**

**ASESOR. Mg. ILQUIMICHE MELLY JORGE LUIS**

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the left.

Callao, 2021

PERÚ

A handwritten signature in blue ink, featuring a large, stylized initial 'P' followed by a series of connected loops and a horizontal line at the bottom.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

N° 025-2023-UI-FIME

# CONSTANCIA DE AUTENTICIDAD

LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, quien suscribe;

**HACE CONSTAR:**

El(la) Señor(ita): **JUAN DE DIOS CHAVEZ ROMMEL SANTOS**, identificado(a) con DNI N° **10688538** y código de matrícula N° 042107-I, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, ha concluido su **INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, titulado: **“DISEÑO DE UN WINCHE DE IZAJE DE UN TAMBOR PARA LA EXTRACCIÓN DE 20000 Tn/mes PARA LA MINERA SOTRAMI S.A. DE AYACUCHO – 2020”**, para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Mecánico, cuyo reporte del sistema Urkund es 2% de similitud; por lo que en calidad de Director de la Unidad de Investigación y de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos (aprobado con Resolución N° 150-2023-CU del 15.06.23), se da constancia de la **AUTENTICIDAD DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**.

Se expide la presente, a solicitud del interesado(a) para los fines que estime pertinentes.

Bellavista, 23 de agosto del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva  
Director

N° Operación: 050.001.0157 UCN33 SCOTIABANK S/ 6.00 08/08/2023 16:16 p.m.

Carmen,  
c.c.: Archivo

(Resolución N°063-2021-C.F. del 14 de abril de 2021)

**LIBRO 001 FOLIO N° 059 ACTA N° 030 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

Siendo las 20:50 horas, del día 16 de julio del 2021 en el Aula Virtual (google meet), <https://meet.google.com/ftc-bvra-wuh>, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del Jurado de Exposición de los Informes Finales de Trabajo de Suficiencia Profesional del II Ciclo Taller para Titulación por Modalidad de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional conformado por los siguientes docentes:

➤ <b>PRESIDENTE</b>	:	Dr. José Hugo Tezén Campos
➤ <b>SECRETARIO</b>	:	Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci
➤ <b>VOCAL</b>	:	Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
➤ <b>SUPLENTE</b>	:	Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias

Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 066-2021-CF-FIME de fecha 15.07.2021, a fin de proceder al acto de evaluación del Informe titulado "DISEÑO DE UN WINCHE DE IZAJE DE UN TAMBOR PARA LA EXTRACCIÓN DE 20000 Tn/mes PARA LA MINERA SOTRAMISA DE AYACUCHO – 2020", presentado por el Señor Bachiller JUAN DE DIOS CHAVEZ, ROMMEL SANTOS.

Así mismo, contando con la presencia de Dr. AUGUSTO CARO ANCHAY (Supervisor General), Mg. TEDDDMIRO SANTOS FLORES (Supervisor de la FIME), y el ING. JOSÉ LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA, Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos).

A continuación, se dio inicio a la exposición del II Ciclo Taller de Titulación de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional 2021 de acuerdo a lo normado en los numerales del 10.1 al 10.4 del capítulo X de la Directiva para la Titulación Profesional por la modalidad de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional en la Universidad Nacional del Callao, aprobada por Resolución Rectoral N° 754-2013-R del 21 de agosto de 2013, modificada por la Resolución Rectoral N° 777-2013-R de fecha 29 de Agosto de 2013 y la Resolución Rectoral N° 281-2014-R del 14 de Abril de 2014 con la que se modifica el Art. 4.5 del capítulo IV de la organización del Ciclo Taller de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, así como lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30 de octubre de 2018.

Culminado el acto de sustentación, los señores miembros del Jurado de Sustentación Procedieron a formular las preguntas al indicado bachiller.

Luego de un acuerdo de intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, este jurado ACORDO: CALIFICAR el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, expuesto por el señor bachiller JUAN DE DIOS CHAVEZ, ROMMEL SANTOS, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico por la modalidad de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
<b>15</b>	<b>BUENO</b>

Con lo que se da por concluido el acto, siendo las 21:16hrs del día 16 de Julio del 2021.

En señal de conformidad con lo actuado, firman la presente acta.

Se dio por cerrada la Sesión a las 21:21 horas del día 16 de julio del 2021.

Dr. José Hugo Tezén Campos  
Presidente de Jurado

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez  
Vocal

Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci  
Secretario de Jurado

Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias  
Suplente

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA**  
**Jurado Evaluador en las Exposiciones de los Informes de Trabajo de Suficiencia**  
**Profesional**

## **I N F O R M E**

Visto el *Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional* titulado “DISEÑO DE UN WINCHE DE IZAJE DE UN TAMBOR PARA LA EXTRACCIÓN DE 20000 Tn/mes PARA LA MINERA SOTRAMISA DE AYACUCHO – 2020”, presentado por el(la) Bachiller de Ingeniería Mecánica JUAN DE DIOS CHAVEZ, Rommel Santos.

**A QUIEN CORRESPONDA:**

El *Presidente del Jurado Evaluador en las Exposiciones de los Informes de Trabajo de Suficiencia Profesional*, manifiesta que la exposición del Informe se realizó el día Viernes 16 de Julio del 2021 a las 20:50hrs., no habiendo observaciones ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado Evaluador, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 16 de Julio del 2021.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA  
II Ciclo Taller de Titulación por Modalidad de Exposición de  
Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JHT' followed by a stylized flourish.

Dr. JOSE HUGO TEZEN CAMPOS  
PRESIDENTE JURADO EVALUADOR

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	ii
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	v
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>I. ASPECTOS GENERALES</b> .....	1
1.1. Objetivos .....	1
1.1.1. Objetivo General .....	1
1.1.2. Objetivos Específicos .....	1
1.1.3. Justificación .....	1
1.2. Organización de la empresa o institución.....	1
1.2.1 Reseña Histórica.....	1
1.2.2 Declaraciones estratégicas.....	2
1.2.3. Organigrama Funcional y Estructural de la Empresa .....	3
1.2.4. Organigrama área de proyectos .....	3
1.2.5. Funciones del área Jefatura de Proyectos.....	4
<b>II. FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL</b> .....	4
2.1 Antecedentes .....	4
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	4
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	5
2.2 Marco teórico .....	6
2.2.1 Winches.....	7
2.2.2 Cables .....	8
2.2.3. Componentes del winche.....	11
2.2.3.1. Tambor del Winche .....	11
2.2.4.8. Motor Eléctrico .....	15
2.2.3.6. Reductores de velocidad.....	17
2.2.3.2.- Eje de winche .....	18
2.2.3.3.- Soportes de Rodamientos .....	20
2.2.3.4.- Rodamientos.....	21
2.2.3.5. Frenos.....	22
2.2.3.6 Acoplamientos.....	24
2.3 Bases Conceptuales .....	25
2.3.1. Diseño Mecánico .....	25
2.3.2. Capacidad de carga del cable.....	25

2.3.3. Par de Torsión.....	25
2.3.4. Potencia mecánica .....	26
2.3.5. Diseño de los componentes de un winche de izaje .....	26
2.4. Descripción de las actividades desarrolladas. ....	26
2.4.1 Fases del Proyecto .....	26
2.4.1.1 Fase I Requerimiento del proyecto .....	27
2.4.1.2 Fase II Calculo y selección de materiales y equipos .....	29
2.4.1.3 Fase 3 Elaboración de Ingeniería de detalle. ....	44
<b>III. APORTES REALIZADOS .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1. Sistema de mejora.....</b>	<b>47</b>
<b>IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
4.1. Discusiones .....	49
4.2. Conclusiones.....	50
<b>V. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>
ANEXO 1 Orden de Compra Winche de Izaje.....	57
ANEXO 2 Freno de Calipers Ringspann .....	58
ANEXO 3. Plano Motor eléctrico Tatung de 500 Hp.....	59
ANEXO 4 Características técnicas del motor de 500 Hp .....	60
ANEXO 5 Plano del reductor.....	61
ANEXO 6 Características técnicas del reductor.....	62
ANEXO 7 Nomenclatura del reductor .....	63
ANEXO 8 Características técnicas del variador .....	64
ANEXO 9. Características técnicas acero VCN .....	65
ANEXO 10. Características técnicas acero 1045.....	66
ANEXO 11 Características técnicas acero A-36 .....	67
ANEXO 12.Torques de pernos .....	68
ANEXO 13 Plano Vista isométrica componentes del winche .....	69
ANEXO 14 Plano de tambor de winche.....	70
ANEXO 15 Plano de Tapas laterales de winche .....	71
ANEXO 16 Plano triangulo pivot.....	72
ANEXO 17 Plano de Zapata de freno.....	73
ANEXO 18 Plano de bandas de freno .....	74
ANEXO 19 Plano de bocamaza.....	75

ANEXO 20 Plano de brazos de articulación .....	76
ANEXO 21 Plano de brazo inferior pivotante.....	77
ANEXO 22 Plano de base de freno.....	78
ANEXO 23 Plano de pines de banda.....	79
ANEXO 24 Plano ubicación de pines.....	80
ANEXO 25 Plano de eje de winche.....	81
ANEXO 26 Plano ensamble de eje y bocamaza .....	82
ANEXO 27 Plano soporte de chumaceras .....	83
ANEXO 28 Plano base metálica motor y reductor .....	84
ANEXO 29 Plano de acoplamiento de alta .....	85
ANEXO 30 Plano acoplamiento de baja.....	86
ANEXO 31 Plano de ensamble del winche .....	87
ANEXO 32 Certificado de trabajo.....	88
ANEXO 33 Winche de doble tambor.....	89
ANEXO 34 Winche de fricción .....	89
ANEXO 35 Winche Cir 96" x 56" .....	90
ANEXO 36 Winche de 100 Hp.....	91
ANEXO 37 Componentes eléctricos de un winche.....	92

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Parámetros de Izaje Pique Salvador .....	27
Tabla.2 Resumen de producción diaria de mineral Minera Sotrami S.A.....	28
Tabla 3 Resumen producción mensual de mineral Minera Sotrami S.A. ....	28
TABLA 4 Resumen ciclo de Izaje Minera Sotrami S.A. ....	28
Tabla 5. Tipos de cables para minería .....	29
<i>Tabla.6.</i> Resistencia a la ruptura según el diámetro del cable.....	30
Tabla 7. Propiedades mecánicas acero bohler VCN .....	35
Tabla 8. Soportes de pie y código de rodamientos rodillos a rotula.....	36
Tabla 9. Valores de medidas del soporte .....	36
Tabla.10. Valores de carga a soportar los pernos de la tapa de soporte .....	37
Tabla 11 Valores de presión máxima y coeficiente de fricción .....	39
Tabla.12 Valores factor de servicio de máquinas .....	40
Tabla13. Modelos de acoplamientos AGMA .....	41
Tabla14. Modelos de acoplamientos Reich Kupplunen .....	42
Tabla 15. Parámetros de diseño del winche.....	43

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ubicación de la empresa Benites Malpica Ingenieros SAC .....	2
FIGURA 2 Organigrama Funcional Benites Malpica Ingenieros. SAC .....	3
FIGURA 3. Organigrama área de proyectos .....	3
FIGURA 4. Diagrama de un sistema de extracción de mineral por piques .....	7
FIGURA 5. Winche de un solo tambor .....	8
FIGURA 6. Componentes de un cable .....	10
FIGURA 7. Angulo de ataque en winches .....	12
FIGURA 8 Valores de ángulo de ataque .....	13
FIGURA 9. Motor eléctrico Minera Croacia .....	16
FIGURA 10. Reductor de winche. ....	18
FIGURA 11. Eje de winche. ....	20
FIGURA 12. Soporte de rodamiento. ....	21
FIGURA 13. Rodamientos.....	22
FIGURA 14. Sistema de freno de contracción pivotante .....	23
FIGURA 15. Tipos de acoplamientos .....	25
FIGURA 16 Distancia del eje winche hasta eje de polea.....	31
FIGURA 17. Medidas del tambor del winche (mm) .....	31
FIGURA 18. Diagrama de cuerpo libre del tambor .....	32
FIGURA 19. Dirección de la carga total.....	34
FIGURA 20. Diagrama de cuerpo libre en el eje .....	34
FIGURA 21. Diagrama de la estructura de freno.....	38
FIGURA 22. Diseño general del winche. ....	45
FIGURA 23 Sistema de frenos de contracción externa .....	46
FIGURA 24. Sistema de pivot en la parte inferior .....	47
FIGURA 25. Sistema de mejora frenos de contracción externa pivotantes .....	48

## **I. ASPECTOS GENERALES**

### 1.1. Objetivos

#### 1.1.1. Objetivo General

Diseñar un winche de izaje de un tambor para la extracción de 20000 Tn/mes para la minera Sotramisa de Ayacucho – 2020.

#### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros de funcionamiento de un winche de izaje de un tambor para la extracción de 20000 Tn/mes para la minera Sotrami S.A.sa de Ayacucho – 2020.
- Seleccionar el motor, reductor, cable de acero y los soportes del eje del winche de izaje de un tambor para la extracción de 20000 Tn/mes para la minera Sotrami S.A. de Ayacucho – 2020.
- Diseñar el tambor, el eje y los frenos del winche de izaje de un tambor para la extracción de 20000 Tn/mes para la minera Sotrami S.A. de Ayacucho – 2020.

#### 1.1.3. Justificación

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad de explicar la metodología para el diseño de los componentes de un winche de izaje de un solo tambor, el cual permitirá garantizar la selección adecuada de los materiales y equipos para cumplir y satisfacer una necesidad determinada en el proceso de izaje y extracción de mineral, cumpliendo con normas y reglamentos que garanticen el correcto funcionamiento para la seguridad del personal y de los equipos.

### 1.2. Organización de la empresa o institución

#### 1.2.1 Reseña Histórica

La Empresa BENITES MALPICA INGENIEROS SAC, con Ruc 20289083775 es una empresa metal mecánica fundada en el año 1996 que en sus inicios se dedicó al alquiler de Scoops para la minería. En el año 2001 se trasladan al distrito de Puente Piedra Km 29, ubicándose en la Mz B lote 10 Asociación Soledad. Actualmente la empresa se dedica a Proyectos, Fabricaciones, Asesorías y Montajes Electro-Mecánicos de Plantas Concentradoras Industriales y de Equipos de Izaje incluyendo sus equipos complementarios (winches, skips, jaulas, placas de volteo)



**FIGURA 1.** Ubicación de la empresa Benites Malpica Ingenieros SAC

*Fuente: Propia*

### 1.2.2 Declaraciones estratégicas

#### Misión

Consolidarnos como una de las mejores empresas Nacionales y proyección Internacional en los servicios de fabricaron y montaje para equipos de minería y plantas concentradoras ofreciéndole a nuestros clientes la más alta calidad en nuestros productos.

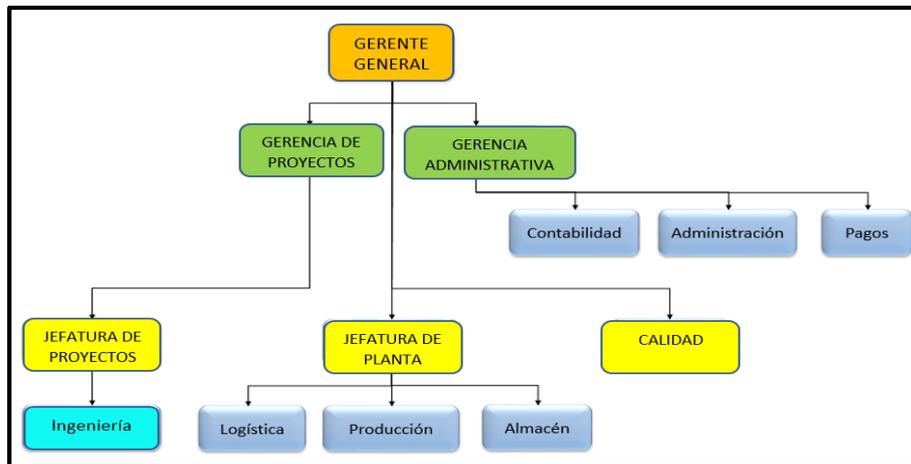
#### Visión

Ser una empresa que brinde calidad en sus servicios hasta la plena satisfacción de nuestros clientes, para ello el personal que de la empresa deberá estar plenamente calificado y aportar soluciones creativas y a los requerimientos de nuestros clientes.

Capacidad empresarial

Mejorar la capacidad de atención a nuestros clientes ofreciéndole productos de buena procedencia, así como sostener la tendencia creciente de la habilitación disciplinar y la productividad del personal de la empresa.

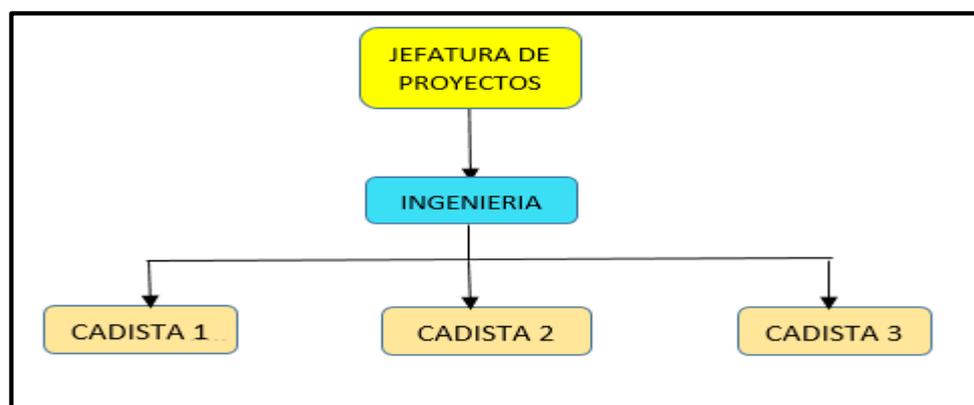
### 1.2.3. Organigrama Funcional y Estructural de la Empresa



**FIGURA 2** Organigrama Funcional Benites Malpica Ingenieros. SAC

Fuente: Manual de funciones de la empresa Benites Malpica Ingenieros SAC.

### 1.2.4. Organigrama área de proyectos



**FIGURA 3.** Organigrama área de proyectos

Fuente: Manual de funciones de la empresa Benites Malpica Ingenieros SAC

### 1.2.5. Funciones del área Jefatura de Proyectos

En mi calidad jefe de Proyectos de la empresa Benites Malpica Ingenieros SAC. Desempeño las siguientes funciones:

- Realizar los presupuestos que involucren proyectos de diseño, Fabricación y montaje de equipos mineros e industriales.
- Realizar las coordinaciones con la gerencia general para dar inicio a las órdenes de trabajo que tenga órdenes de compra.
- Realizar el diseño específico de componentes mecánicos según los requerimientos de funcionamiento de los equipos a fabricar
- Revisar y aprobar los planos de Ingeniería de detalle que llevaran al requerimiento de los materiales para la fabricación respectiva.
- Planificar las actividades y tareas que se ejecutaran cuando se realicen trabajos en mina en calidad de Ingeniero Residente

## II. FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

- Angarita (2019), Palacio (2019). En su trabajo de investigación formativa titulada "Diseño de un sistema de elevación para transporte de personal en la mina Providencia de la compañía Gran Colombia Gold". Señala diseñar el sistema de elevación para personal teniendo en cuenta los parámetros de operación, las cargas, las condiciones de seguridad, la selección de componentes estandarizados y el sistema de potencias las cuales garantice el correcto funcionamiento del equipo.

- Gómez (2017), En su tesis titulada “Diseño y factibilidad de un cabrestante hidráulico para un barco pesquero”, en el que describe en forma detallada el diseño de un cabrestante hidráulico con capacidad de 4000 Kg de fuerza de tiro para izaje de carga de un barco pesquero.
- Herrera (2019) En su obra “Introducción a la minería subterránea Vol. II” publicado por la Universidad Politécnica de Madrid, en el capítulo 3 (p. 67) se refiere a la Construcción e instalación de máquinas de extracción, para determinar las dimensiones, capacidad, tamaño de los componentes mecánicos, potencia del motor eléctrico necesario para subir o bajar los pesos necesarios en los tiempos requeridos.

### 2.1.2 Antecedentes Nacionales

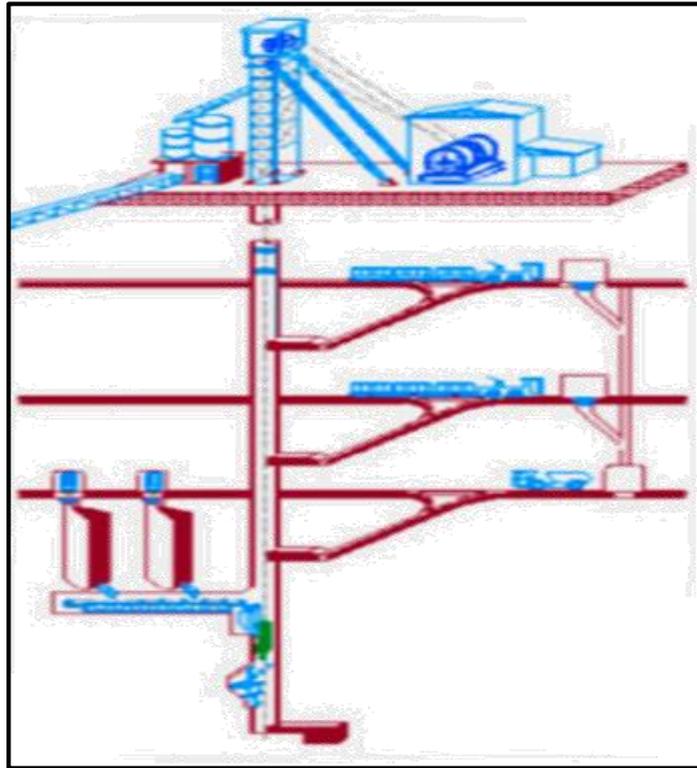
- Sandoval (2016), En su tesis titulada “Diseño de winche hidráulico de 8 ton para aplicaciones navales con tecnología CAD/ CAE”. Indica el cálculo, diseño y pautas para la fabricación de un winche hidráulico de 8 ton de capacidad nominal. El método usado es el de diseño de máquinas utilizando como soporte las herramientas CAD/CAE, para obtener los gráficos de análisis de esfuerzos, análisis de deformación y análisis de seguridad de los componentes y del equipo en conjunto, además de la elaboración de modelos en 3D, plano y la simulación del funcionamiento en video.
- Medina (2014), En su tesis titulada “Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de producción en la mina Calpa-Arequipa”. Cuyo Objetivo es implementar el sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje que permita el incremento de la producción en el menor tiempo. La investigación es de tipo descriptivo y aplicativo, pues se determinan y se describen los factores que influyen en la extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje.

- Huamani (2018), Inti (2018) En su tesis titulada " Ampliación del sistema de extracción por izaje e incremento de la producción y rentabilidad de la mina Santa Filomena de la Minera Sotrami S.A. Sancos". El objetivo principal es ampliar el sistema de extracción de material utilizando winche de izaje de 75 HP para incrementar la producción y reducir tiempos de izaje a través de los piques B-4 y B-5, del nivel 7, en la Mina Santa Filomena. La investigación es justificada porque permite y permitirá mejorar la ampliación del sistema de extracción de mineral en la Mina Santa Filomena.

## 2.2 Marco teórico

En la actualidad la extracción de mineral se realiza de diferentes maneras, una de ellas es el de sistema por piques, el cual consiste en extraer el mineral del subsuelo por medio de pozos verticales, donde las profundidades de extracción superan los 100 metros, son accesos rápidos a cuerpos mineralizados, eficiente a profundidades superiores a 500 metros, más barato por metro a medida que aumenta la profundidad y retorno anticipado de la inversión. Las maquinarias que hace posible el traslado del mineral desde una profundidad específica hacia la superficie como también el traslado de materiales, insumos, explosivos y personal desde la superficie hasta el interior de la mina son un conjunto de equipos conformados por los winches, skips y Jaulas. El presente proyecto abarca específicamente el diseño de un winche de izaje.

El diseño de un winche y de sus componentes se realiza en base a las características y requerimientos, para el mejoramiento del ciclo de izaje y la extracción de mineral. El diseño del winche se elabora con el fin de minimizar los esfuerzos físicos y generar un ahorro de tiempo. El diseño del winche nos lleva a determinar en primer lugar el tipo de cable y sus características de seguridad y operación, seguidamente el diseño del tambor del winche y sus componentes los cuales están relacionado con el tipo de cable a utilizar y la carga que se va a izar.



**FIGURA 4.** Diagrama de un sistema de extracción de mineral por piques

Fuente: Benites Malpica Ingenieros SAC

### 2.2.1 Winches

Medina Ayque (2014 p 23). Un winche es un dispositivo mecánico impulsado por un motor eléctrico destinado a levantar y desplazar grandes cargas por medio de un tambor donde se enrolla un cable provocando el movimiento en la carga que está sujeta al otro extremo. En la minería los winches proporcionan movimiento para izar las jaulas y skips a grandes longitudes. Existen los siguientes tipos de winches

- Winche de tambor.

Es aquel donde el cable de izaje es arrollado en su tambor o tambores, permite el izaje en balance (una carga sube mientras la otra baja), se emplea para distancias medianas y largas, alta producción de mineral y altas velocidades. Los winches modernos utilizan la corriente alterna para su funcionamiento, el giro del tambor está en constante cambio de dirección y de velocidad. Entre los winches de tambor destaca de un solo tambor y de dos tambores (anexo No 33) El presente informe desarrolla el diseño de un winche de un solo tambor y de los componentes que lo conforman.



**FIGURA 5.** Winche de un solo tambor

Fuente: Página web Hepburn Mining Solutions 2019

- Winche de Fricción

Es aquel que va montado en la base del pique o en la parte superior del castillo, lleva cables unidos a un contrapeso el cual permite transportar la carga sin necesidad de arrollar el cable en el tambor, ya que este es de paso para el cable (anexo No 34)

## 2.2.2 Cables

Goicolea (2012 p 2). Los cables son elementos metálicos que solo resisten tracción, y que sirven para izar las jaulas y skips desde la mina

subterránea hasta la superficie se arrolla en el tambor del winche pasando antes por las poleas del castillo o torre.

Los componentes básicos de los cables según Catálogo cables de acero Camesa (2008 p 7) son:

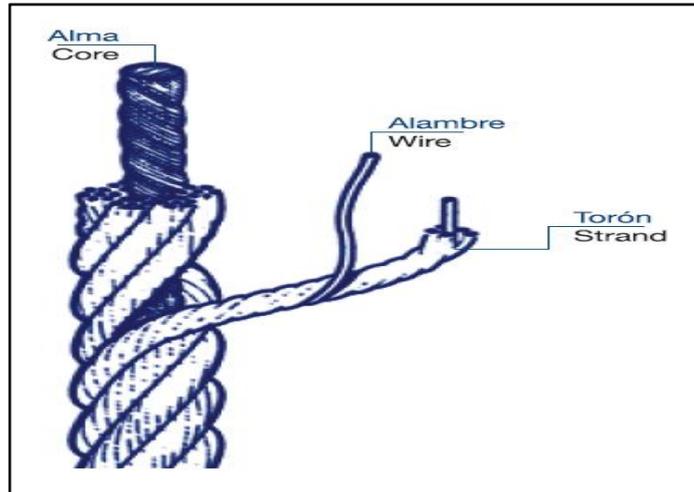
- Alambre de acero. La materia prima esencial en la fabricación del cable de acero es el alambre de acero. En la actualidad se produce cables negros y galvanizados en cuatro tipos diferentes de grados.
- Torones. El torón de un cable se forma por enrollamiento helicoidal de un número determinado de alambres alrededor de un elemento central. A cada número y disposición de los alambres se le conoce como construcción.
- Alma. El alma es el elemento central del cable de acero, que puede ser de fibra o acero, sobre el cual están torcidos helicoidalmente los torones y sirve como un soporte a los torones que están colocados a su alrededor.
- Factor de seguridad

Según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería  
DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM

CAPÍTULO VII TRANSPORTE, CARGA, ACARREO Y DESCARGA

Subcapítulo II El Pique y el Castillo inciso a y e

- a. Cinco (5) Cuando el cable se usa para el transporte de mineral o material



**FIGURA 6.** Componentes de un cable

Fuente: Catalogo cables de acero Gamesa (2008)

El factor de seguridad se determina con la siguiente ecuación

$$F_s = \frac{R_p}{P_t} > 5 \quad (1)$$

Donde.

$R_p$  = Resistencia a la ruptura del cable

$P_t$  = peso total a izar

El peso total a izar se calcula con la siguiente ecuación

$$P_t = P + P_s + P_c \quad (2)$$

Donde:

$P$  = peso de mineral

$P_s$  = peso del skip

$P_c$  = peso cable en toda su longitud

- Peso del mineral (P)

El peso del mineral se calcula mediante la siguiente formula

$$\text{Peso mineral } (P) = \frac{\text{produccion } \left(\frac{t}{h}\right) \times \text{ciclo } (s)}{3600 \left(\frac{s}{h}\right)} \quad (3)$$

$$\text{produccion } \left(\frac{t}{h}\right) = \frac{\text{produccion diaria}}{\text{horas por dia}} \quad (4)$$

- Peso del skip (Ps)

Herrera (2019 p 71). El peso muerto del skip se calcula con a la siguiente relación

$$Ps = (0.5 \times P) + 680 \text{ (kg)} \quad (5)$$

- Resistencia a la Ruptura del cable (Rp)

La resistencia a la ruptura se señala en el catálogo de fabricantes de cables y también indica el peso por metro lineal

### 2.2.3. Componentes del winche

#### 2.2.3.1. Tambor del Winche

El tambor o carrete del winche está en función del diámetro de cable, la capacidad de almacenamiento y el pull nominal. El tambor es un cilindro de metal que se fabrica de plancha estructural rolada o de fundición

Según el Decreto supremo No 023-2017-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, establece en el CAPÍTULO VII TRANSPORTE, CARGA, ACARREO Y DESCARGA, Subcapítulo II El Pique y el Castillo

Artículo 300 La relación del diámetro del tambor al diámetro del cable debe ser igual o mayor que:

- 60 a 1 cuando el diámetro nominal del cable es 25.4 mm o menos.
- 80 a 1 cuando el diámetro nominal del cable es más de 25.4 mm

d = Diametro de cable

D = Diametro de tambor

$D = 60d$  si es igual a 25.4 mm o menos

$D = 80d$  si es mayor de 25.4 mm

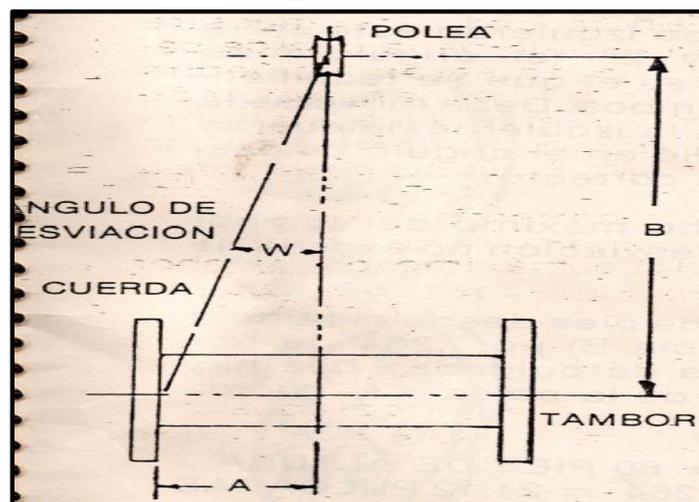
- Diámetro del tambor (D)

$$D = d \times 60 \quad (6)$$

- Generatriz o Ancho del tambor (G)

Angulo de ataque en poleas y tambores.

Camesa Manual de campo (1991 p10) No siempre puede evitarse la formación de un Angulo de desvió en el cable. Esto sucede en instalaciones integradas por un tambor y una polea fija, tal como indica la figura No 15, en las que este ángulo se forma necesariamente; si en ellas el cable toma una oblicuidad excesiva esta tendera a salirse de la polea produciéndose un enrollamiento irregular y rápido desgaste del cable por fricción La experiencia ha demostrado que el mejor servicio obtenido es cuando el ángulo de ataque no exceda de  $1^{\circ} 30'$  en los tambores



**FIGURA 7.**Angulo de ataque en winches

Fuente: Catalogo cables de acero Camesa (2008)

	RADIO DE DISTANCIA A/B TANG. W	ANGULO DE DESVIACION
RANGOS IDEALES	.004	1/4°
	.009	1/2°
	.013	3/4°
	.017	1°
	.022	1 1/4°
POSIBLE RANGO PARA UN DEVANADO CORRECTO	.026	1 1/2°
	.031	1 3/4°
	.035	2°
	.039	2 1/4°
	.043	2 1/2°
	.048	2 3/4°
	.052	3°

DIFICULTAD Y HACE IMPOSIBLE EL EMBOBINADO POR LA FALTA DE RIGIDEZ EN EL DISPOSITIVO CONTADOR Y COMPENSADOR DEL RANURADO

A = Distancia desde la línea central de la polea a la cuerda.  
 B = Distancia desde el eje de giro del tambor al eje de giro de la polea.

**FIGURA 8** Valores de ángulo de ataque

Fuente: Catalogo cables de acero Camesa (2008)

El cálculo del ancho máximo del tambor para que el ángulo de desviación no exceda de 1° 25' se obtiene con la siguiente relación

- Generatriz o Ancho del tambor (G)

$$A = B \times 0.264 \tag{7}$$

$$G = 2 \times A \tag{8}$$

- Factor de Seguridad Estático del tambor

El valor del factor seguridad estática del cilindro se calcula mediante la siguiente:

$$Fse = \frac{Sy}{\sigma} \tag{9}$$

Donde:

$Sy$  = resistencia a la fluencia del material

$\sigma$  = Esfuerzo maximo de flexion (Ecuación de Von Mises)

El tambor del winche está sometido a esfuerzos de flexión y a esfuerzos cortantes debido a la carga que debe izar el cual genera el par torsor en la superficie externa del cilindro.

El esfuerzo máximo de flexión se calcula con la siguiente ecuación

$$\sigma_x = \frac{Mc}{I} \quad (10)$$

Donde:

$\sigma_x$  = *esfuerzo maximo de flexion*

$M$  = *maximo momento flector*

$c$  = *distancia al punto neutro del cilindro*

$I$  = *Inercia del cilindro*

La inercia del tambor se calcula con la siguiente ecuación

$$I = \frac{Mc}{\frac{\pi}{64}(dext.^4 - dint.^4)} \quad (11)$$

Donde:

$dext$  = *diametro exterior del cilindro*

$dint.$  = *diametro interior del cilindro*

El esfuerzo máximo de cortante se calcula con la siguiente ecuación

$$\tau_x = \frac{Mc}{J} = \frac{Mc}{\frac{\pi}{32}(dext.^4 - dint.^4)} \quad (12)$$

Donde:

$\tau_x$  = *esfuerzo maximo cortante*

$J$  = *momento polar de inercia del cilindro*

Ecuación de Von Mises

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + 3(\tau_{yx})^2} \quad (13)$$

#### 2.2.4.8. Motor Eléctrico

Especificación de motores eléctricos Weg (2012 p 6). El motor eléctrico es la máquina destinada a transformar la energía eléctrica en energía mecánica. Es considerado como el corazón de las máquinas modernas por la utilización de la energía eléctrica, facilidad de transporte, simplicidad de comando, gran versatilidad de adaptación a las cargas de los más diversos tipos y mejores rendimientos. Los tipos más comunes de motores eléctricos son:

- Motores de corriente continúa

Son motores de costos muy elevados y además de eso precisan una fuente de corriente continua o de un dispositivo que convierta la corriente alterna en continua, su uso es restricto a casos especiales, alto costo de instalación y mantenimiento

- Motores de corriente Alterna

Son los más utilizados porque la distribución de energía eléctrica es hecha normalmente en corriente alterna. Existen 2 tipos:

Motor Síncrono. Funciona con velocidad fija, sin interferencia del Deslizamiento utilizado normalmente para grandes potencias

Motor de inducción. Funciona normalmente con una velocidad constante que varía ligeramente con la carga mecánica aplicada al eje. Debido a su gran simplicidad, robustez y bajo costo es el motor más utilizado en todos los tipos de máquinas accionadas

Mott (2006 p 798). Los factores de selección son:

- Potencia y velocidad nominal
- Torque de trabajo

- Potencia mecánica del motor

Especificación de motores eléctricos Weg (2012 p 11). La potencia es la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo, mide la velocidad con que la energía es aplicada o consumida. Cuando la energía mecánica es aplicada bajo la forma de movimiento rotativo, la potencia desarrollada depende del par y de la velocidad de rotación y se calcula con la siguiente relación

$$Pm = \frac{T \times rpm}{716} \times FSm \quad (14)$$

Donde:

*Pm = Potencia mecánica del motor*

*rpm = velocidad de rotación*

*FSm = factor de servicio por equipo*



**FIGURA 9.** Motor eléctrico Minera Croacia

Fuente: Propia

### 2.2.3.6. Reductores de velocidad

Villarroel (2010 p 1). Los Reductores de velocidad son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Datos necesarios para la selección de un reductor

- Tipo de reductor
- Potencia a la entrada del reductor o el par requerido
- Velocidades angulares a la entrada y salida del reductor
- Torque de trabajo

Delgado (2017 p39). Para calcular el torque de salida se utiliza la siguiente ecuación

$$T_s = \frac{9550 \times P_e}{N} \times n \quad (15)$$

Donde

$T_s$  = torque de salida del reductor

$P_e$  = potencia que recibe el reductor en Kw

$N$  = velocidad de salida del reductor en rpm

$n$  = eficiencia del reductor

La potencia mecánica de reductor se calcula con la siguiente formula

$$P_M = \frac{T_i \times N}{9550 \times n} \quad (16)$$

Donde

$T_i$  = torque del peso total

$P_M$  = Potencia mecanica reductor

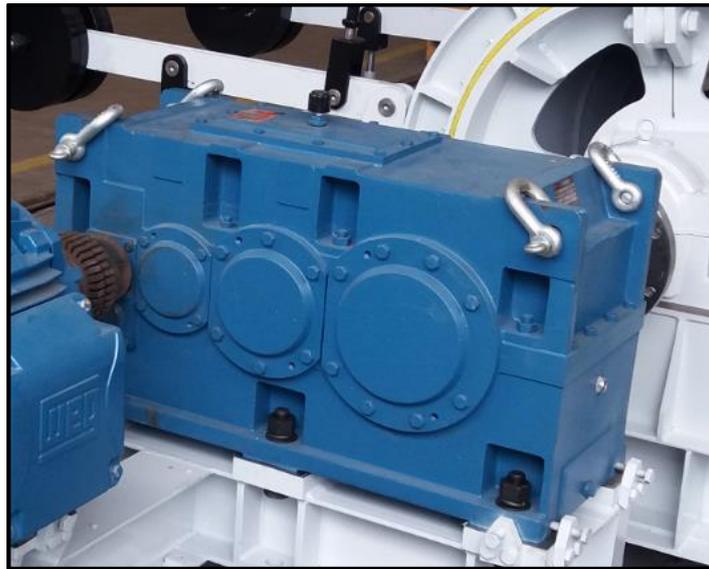
Seguidamente se calcula la potencia nominal del reductor con la siguiente ecuación.

$$P_R = P_M \times F_s \times F_{rev} \quad (17)$$

Donde.

$F_s$  = Factor Seguridad winche

$F_{rev}$  = Factor reductor reversible



**FIGURA 10.** Reductor de winche.

Fuente: Propia

#### 2.2.3.2.- Eje de winche

V.M. Faires (cuarta edición p 337). Elemento giratorio que transmite la potencia mecánica, por lo que está sometido a esfuerzos de flexión y de torsión debido a la transmisión de un par de fuerzas y puede estar sometido a otros tipos de esfuerzos mecánicos al mismo tiempo.

Alva (2005 p 101) Formula de la ASME para cálculo de ejes

$$S_{sd} = \frac{16}{\pi d_0^3 (1-K^4)} \sqrt{\left[ K_m M + \frac{\alpha F d_0 (1+K^2)}{8} \right]^2 + (K_t T)^2} \quad (18)$$

Donde

$S_{sd}$  = Esfuerzo permisible de corte

$K$  = Relacion  $d_i/d_o$

$\alpha$  = Factor de carga axial

$K_m$  = Factor de carga de momento flector

$K_t$  = Factor de carga de torsion

$M$  = Momento flector

$T$  = Momento torsor

$d_i$  = Diametro interior del eje

$d_o$  = Diametro exterior del eje

$F$  = Carga Axial

El torque que genera la fuerza en la superficie del cilindro se calcula con la siguiente formula

$$T = F x R \quad (19)$$

Donde:

$R$  = radio del tambor

$F$  = fuerza aplicada

$T$  = torque generado por la fuerza

El esfuerzo permisible al corte, se acostumbra tomar el menor valor de:

$$S_{sd} = 0.3S_y \quad (20)$$

$$S_{sd} = 0.18S_u \quad (21)$$

Donde:

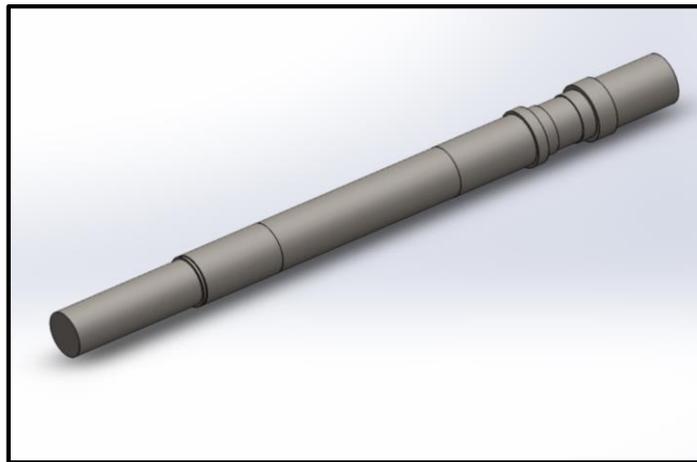
$S_y$ : *esfuerzo de fluencia*

$S_u$ : *esfuerzo de rotura*

Si el eje presenta canal chavetero se multiplica por 0.75

$$S_{sd1} = S_{sd} \times 0.75 \quad (22)$$

El factor de carga de torsión ( $K_t$ ) y el factor de carga por momento flector ( $K_m$ ) y la presión admisible de los materiales de frenos y embragues se muestran en la tabla No 9



**FIGURA 11.** Eje de winche.

Fuente: Propia

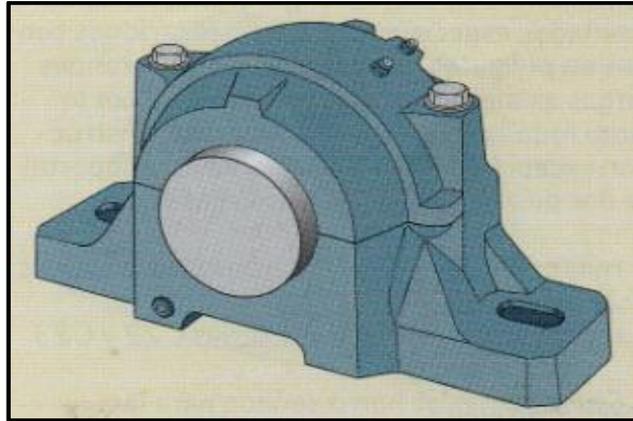
### 2.2.3.3.- Soportes de Rodamientos

Manual de rodamientos FAG (2009 p 1324). Los soportes para rodamientos junto con los rodamientos apropiados forman unidades de rodadura que han demostrado su eficacia en toda clase de máquinas e instalaciones.

Manual Schaeffler Technologies (2009 p TPI 229/25)

- Los soportes son fabricados en fundición gris, acero moldeado y fundición de grafito.
- Para la construcción general del soporte de rodamientos se aplica un factor de seguridad de 5 relativo a la carga de ruptura de la carcasa
- factor de 2 contra el rendimiento del perno de la tapa.

- La fabricación y las dimensiones de un soporte de pie cumple con la normativa ISO 113:1999 Catálogo general SKF (2006 p 1033-1063)



**FIGURA 12.** Soporte de rodamiento.

Fuente: Catálogo general SKF (2006 p 1061).

#### 2.2.3.4.- Rodamientos

Budynas-Nisbett (2012 p 546). Es un elemento que sirve como apoyo a un eje y sobre el cual esta gira, es donde se transfiere la carga principal mediante dispositivos que experimentan contacto rodante en vez de contacto deslizante.

La base para el cálculo de la duración de vida, es la teoría de la fatiga de Lundberg y Palmgren, que conduce siempre a la duración final de vida, para lo cual se tiene en consideración las siguientes influencias:

- La capacidad de carga
- Velocidad de funcionamiento
- Duración de vida
- Carga radial constante
- Carga axial constante, aplicada en el centro de los rodamientos

Selección de soportes y de Rodamientos

Manual Skf (2006 p 702). Los soportes de rodamiento es un sistema compacto, las unidades incluyen los rodamientos, el alojamiento, los manguitos y los laberintos las especificaciones de cada uno de los componentes se encuentran en los catálogos de los fabricantes de soportes y rodamientos



**FIGURA 13.** Rodamientos.

Catálogo general SKF (2006 p 1082)

#### 2.2.3.5. Frenos

Mott (2006 p 831). Es un dispositivo para detener un sistema en movimiento para disminuir su velocidad o controlar en cierto valor, bajo condiciones variables.

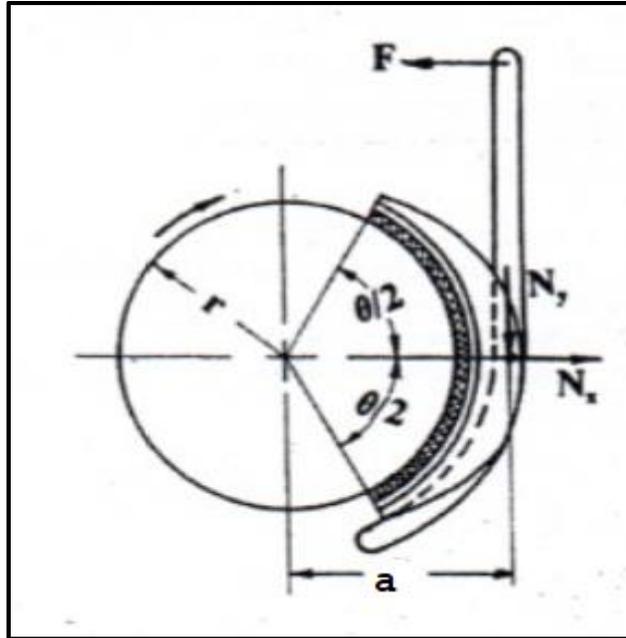
- Freno de zapata de contracción pivotante

Mott (2006 p 835). Son elementos curvos y rígidos y el material de fricción son oprimidas contra la superficie de la pista de freno, ejercen una fuerza tangencial que detiene la carga.

Según el Decreto supremo No 023-2017-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, establece en el CAPÍTULO VII TRANSPORTE, CARGA, ACARREO Y DESCARGA, Subcapítulo II El Pique y el Castillo

Artículo 299.- En relación con los sistemas de frenos y embragues:

- Todo winche debe estar provisto de un sistema de frenos.



**FIGURA 14.** Sistema de freno de contracción pivotante

Fuente: Alva Diseño de máquinas II

Single (2012 p 813). La distancia  $a$  hasta el pivote se elige cuando se determina el lugar en donde el momento de las fuerzas de fricción es cero, los cálculos que se realiza es para una banda de freno,

- Centro de presión

$$a = \frac{4r \operatorname{Sen} \frac{\theta}{2}}{\theta + \operatorname{Sen} \theta} \quad (22)$$

Alva (2005 p 223). Señala las ecuaciones para determinar los parámetros del freno

- Carga normal de la zapata

$$N_x = \frac{2Pa \times r^2 \times w}{a} \times \text{Sen} \frac{\theta}{2} \quad (23)$$

- Fuerza vertical en el centro de presión

$$N_y = f \times N_x \quad (24)$$

- Torque de frenado

$$T_{fr} = f \times a \times N_x \quad (25)$$

Donde

*a*: centro de presión

*r*: radio de la pista de freno

*θ*: ángulo de contacto

*Pa*: presión permisible

*N<sub>x</sub>*: carga normal de la zapata

*N<sub>y</sub>*: Fuerza vertical en el centro de presión

*f*: coeficiente de fricción

*w*: ancho de la banda de freno, asumimos

*T<sub>fr</sub>*: torque de frenado

#### 2.2.3.6 Acoplamientos

Los acoplamientos son sistemas de transmisión de movimientos entre dos ejes, Su misión es asegurar la transmisión del movimiento y absorber las vibraciones en la unión entre los dos elementos. Para seleccionar los acoplamientos se tiene que calcular el torque que soporta y debe ser mucho mayor que el torque de trabajo y se calcula con la siguiente ecuación

$$T_{acb} = \frac{P_M \times 63000}{N_r} \times Fac \quad (26)$$

Donde.

*T<sub>acb</sub>*: torque acoplamiento alta

*P<sub>M</sub>*: potencia motor eléctrico Hp

*Nr: rpm motor electrico*

*Fac: factor de servicio acople = 1.5*



**FIGURA 15.** Tipos de acoplamientos

Fuente: Pagina Web Ferrer-Dalmau Industrial

## 2.3 Bases Conceptuales

### 2.3.1. Diseño Mecánico

Díaz del Castillo (2011 p 1). El diseño mecánico es el proceso de aplicar las diversas técnicas y principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización el cual sea seguro y practico

### 2.3.2. Capacidad de carga del cable

Catálogo de cables Camesa (2008 p 11). Es la mínima resistencia a la ruptura por tensión que debe tener el cable seleccionado para soportar la carga de trabajo y con el factor de diseño predeterminado.

### 2.3.3. Par de Torsión

Aceijas (2005 p 193). El par de torsión o torque es un momento que tiende a hacer girar a un miembro con respecto a su eje longitudinal, originado esfuerzos y deformación de corte en el diseño de ejes o flechas que transmiten potencia

#### 2.3.4. Potencia mecánica

La potencia mecánica se evaluará teniendo en consideración los conceptos de transmisión de potencia en sistema de winches de izaje para la capacidad de carga a izar. El resultado se medirá en la unidad de caballos de fuerza (Hp) o kilowatts

#### 2.3.5. Diseño de los componentes de un winche de izaje

El diseño de los componentes un winche de izaje es el proceso de determinación, en cuanto a sus dimensiones, formas y la selección de equipos y materiales para el funcionamiento adecuado para satisfacer una necesidad y garantizar la seguridad.

### 2.4. Descripción de las actividades desarrolladas.

La empresa Minera Sotrami S.A. ubicada en el departamento de Ayacucho, en su proyecto Excavación de Chimenea RC 1256 para la construcción del sistema de izaje con winche “El Salvador” establece avizorar la estabilidad de su producción con un crecimiento tangiblemente viable luego de dar inicios a su funcionamiento, además permitirá dar inicio al incremento de excavaciones en exploración detallando las capacidades del nuevo sistema de extracción.

Para este fin la Empresa Minera Sotrami S.A. contrató los servicios de la Empresa Benites Malpica Ingenieros SAC. Para el diseño y selección de un winche de izaje y sus componentes para cumplir con los objetivos establecidos.

#### 2.4.1 Fases del Proyecto

El diseño del winche de izaje y sus componentes se realizó en 8 semanas desde el 20-08-2020 hasta el 23-10-20, durante este tiempo se establecieron las siguientes fases:

#### 2.4.1.1 Fase I Requerimiento del proyecto

- Esta primera etapa la Empresa minera Sotrami S. A. nos presenta sus objetivos que desean cumplir para lo cual se tiene que realizar el diseño de un winche de izaje y sus componentes.
- La empresa Minera Sotrami S.A. envía sus cuadros de producción de acuerdo a los niveles de extracción y la proyección de acuerdo a las horas de trabajo.
- Con los datos enviados por la empresa Minera Sotrami S.A. Identificaremos los parámetros de diseño y selección del winche de izaje

**TABLA 1. Parámetros de Izaje Pique Salvador**

<b>ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE IZAJE</b>		
Velocidad Ascenso	3.10	m/s
Velocidad Descenso	3.00	m/s
Tiempo Carga	20.00	s
Tiempo Descarga	7.00	s
Longitud de izaje	750	m
Capacidad del Balde	1.50	m <sup>3</sup>
Densidad Aparente	1.60	Ton/m <sup>3</sup>
Factor de llenado	92%	%
Gdia/Dia	2.00	Gdías
% mineral Izar	70%	
% Desmonte a Izar	30%	
Días Trabajados mes	25.00	Días

Fuente: Área planeamiento Minera Sotrami S.A

Tabla.2 Resumen de producción diaria de mineral Minera Sotrami S.A.

Resumen:	Produccion Diaria a Extraer					
	Extraccion del	7.5 Hr	8 Hr	9 Hr	10 Hr	11 Hr
Del Nivel 12		298.58	298.58	335.91	373.23	410.55
Del Nivel 13		273.33	273.33	307.49	341.66	375.83
Del Nivel 14		252.01	252.01	283.52	315.02	346.52
Del Nivel 15		233.78	233.78	263.01	292.23	321.45
Del Nivel 16		218.01	218.01	245.26	272.51	299.77
Del Nivel 17		204.23	204.23	229.76	255.29	280.82
<b>Promedio</b>		<b>246.66</b>	<b>246.66</b>	<b>277.49</b>	<b>308.32</b>	<b>339.16</b>

Fuente: Área planeamiento Minera Sotrami S.A

Tabla 3 Resumen producción mensual de mineral Minera Sotrami S.A.

Resumen:	Tonelaje mensual a Izar (Trabajando Hr/Gdia)					
	Extraccion del	7.5 Hr	8 Hr	9 Hr	10 Hr	11 Hr
Del Nivel 12		8,957.48	8,957.48	10,077.16	11,196.85	12,316.53
Del Nivel 13		8,199.87	8,199.87	9,224.85	10,249.83	11,274.82
Del Nivel 14		7,560.41	7,560.41	8,505.47	9,450.52	10,395.57
Del Nivel 15		7,013.48	7,013.48	7,890.17	8,766.85	9,643.54
Del Nivel 16		6,540.34	6,540.34	7,357.88	8,175.43	8,992.97
Del Nivel 17		6,127.00	6,127.00	6,892.88	7,658.76	8,424.63
<b>Promedio</b>		<b>7,399.76</b>	<b>7,399.76</b>	<b>8,324.73</b>	<b>9,249.71</b>	<b>10,174.68</b>

Fuente: Área planeamiento Minera Sotrami S.A

TABLA 4 Resumen ciclo de Izaje Minera Sotrami S.A.

Nivel	Longitud (m)	Ciclo por Viaje (seg)	Ton Izadas/dia	Ton-Min/Mes	Ton-Desm./Mes	Ton./Mes	Ton./Dia
12 - 0	500.00	354.96	492.66	8,621.57	3,694.96	12,316.53	410.55
13 - 0	550.00	387.75	450.99	7,892.37	3,382.44	11,274.82	375.83
14 - 0	600.00	420.55	415.82	7,276.90	3,118.67	10,395.57	346.52
15 - 0	650.00	453.34	385.74	6,750.48	2,893.06	9,643.54	321.45
16 - 0	700.00	486.14	359.72	6,295.08	2,697.89	8,992.97	299.77
17 - 0	750.00	518.94	336.99	5,897.24	2,527.39	8,424.63	280.82
						10,174.68	339.16

Fuente: Área planeamiento Minera Sotrami S.A

#### 2.4.1.2 Fase II Calculo y selección de materiales y equipos

En esta fase del proyecto se realizó los cálculos correspondientes para el diseño de los componentes del winche de izaje y la selección adecuada de los equipos que conforman el winche

El peso que total que debe levantar el winche de izaje en el ciclo se compone del peso del cable y el peso del skip o peso muerto y el peso del mineral cargado en el skip.

Con los datos señalados en la tabla No 1 se comienza a seleccionar los parámetros del winche y sus componentes con las ecuaciones mencionados en el marco teórico.

- Peso del mineral (P)

De (4) en (3) Peso del mineral (P)= 2220 kg

- Peso del skip (Ps)

De (5) Peso del skip (Ps) = 1790 Kg

Para determinar el tipo de cable seleccionamos de la tabla No 4 el cable que corresponde a la minería y de la tabla No 5 la resistencia a la ruptura

Tabla 5. *Tipos de cables para minería*

Sector Minero	Clasificación	Tabla	Página
Mining Ropes	Class	Table	Page
Guia Mina <sup>®</sup>	1x19	9	18
Escrepa <sup>®</sup>	3x19	10	19
Armadillo <sup>®</sup>	8x19 y 8x36	11	19
Jirafa <sup>®</sup>	6x7	12	10
Boa <sup>®</sup>	6x19	1	13
Cobra <sup>®</sup>	6x19	2	14
Cobra Mina <sup>®</sup>	6x19	13	20

Fuente. Catálogo de cables Camesa 2008

Tabla.6. Resistencia a la ruptura según el diámetro del cable

Diámetro		Peso Aproximado		Resistencia a la Ruptura					
Diameter		Approximate Weight		Minimum Breaking Force					
Pulgadas Inch	Milímetros mm	lb / ft	kg / m	Arado Mejorado / lb	IPS Ton*	Arado Extra Mejorado / lb	EIP Ton*	Arado Extra Mejorado / lb	EEP Ton*
1/4	6.35	0.12	0.18	5,890	2.7	6,790	3.1	-	-
5/16	7.94	0.18	0.27	9,150	4.1	10,540	4.8	-	-
3/8	9.53	0.26	0.39	13,120	6.0	15,100	6.9	16,590	7.5
7/16	11.1	0.35	0.50	17,780	8.1	20,380	9.2	22,380	10.2
1/2	13	0.46	0.68	23,000	10.4	26,600	12.1	29,200	13.2
9/16	14.5	0.59	0.88	29,000	13.2	33,600	15.2	37,000	16.8
5/8	16	0.72	1.07	35,800	16.2	41,200	18.7	45,400	20.6
3/4	19	1.04	1.55	51,200	23.2	58,800	26.7	64,800	29.4
7/8	22	1.42	2.11	69,200	31.4	79,600	36.1	87,600	39.7
1	26	1.85	2.75	89,800	40.7	103,400	46.9	113,800	51.6
1-1/8	29	2.34	3.48	113,000	51.3	130,000	59.0	143,000	64.9
1-1/4	32	2.89	4.30	138,800	63.0	159,800	72.5	175,800	79.8
1-3/8	35	3.50	5.21	167,000	75.7	192,000	87.1	-	-
1-1/2	38	4.16	6.19	197,800	89.7	228,000	103.0	-	-
1-5/8	42	4.88	7.26	230,000	104.0	264,000	120.0	-	-
1-3/4	45	5.67	8.44	266,000	121.0	306,000	139.0	-	-
1-7/8	48	6.50	9.67	304,000	138.0	348,000	158.0	-	-
2	52	7.39	11.0	344,000	156.0	396,000	180.0	-	-

Fuente. Catálogo de cables Camesa 2008

Pre selección

Según la tabla No 5. Se selecciona el cable de  $\phi 1''$  con resistencia a la ruptura de 40.7 ton.

*Peso del cable  $\phi 1''$  en 750 m ( $P_{cable}$ ).*

$$P_{cable} = 2.75 \times 750 = 2062.5 \text{ kg} = 2.062 \text{ tn.}$$

- Peso total a Izar (Pt)

Con el peso del cable se halla el peso total a izar

$$\text{De (2) Peso total a Izar (Pt) = } 6072 \text{ Kg} \times 9.8 = 59,505.6 \text{ N}$$

- Factor de seguridad el cable

$$\text{De (1) Factor de seguridad del cable} = 6.7 > 5 \text{ cumple la norma}$$

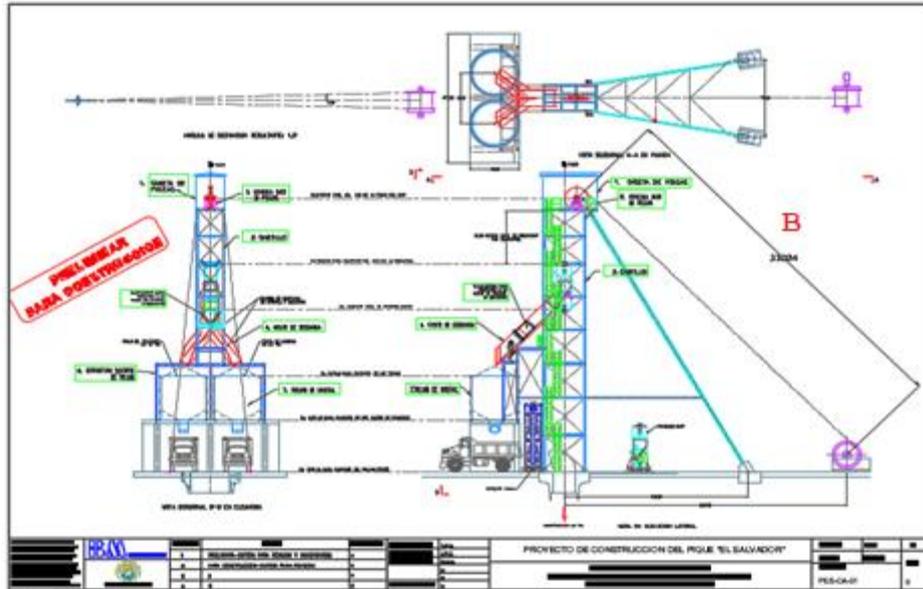
El cable seleccionado es Cable  $\phi 1''$  Clase 6 x 19 Tipo Boa

- Dimensiones del Tambor

$$\text{De (6) Diámetro del tambor (D) = } 1.524 \text{ m} = 1524 \text{ mm}$$

$$\text{De la figura No 17 se halla el valor de B = } 33024 \text{ mm} = 108''$$

$$\text{De (8) Generatriz o ancho tambor (G) = } 57.024''$$

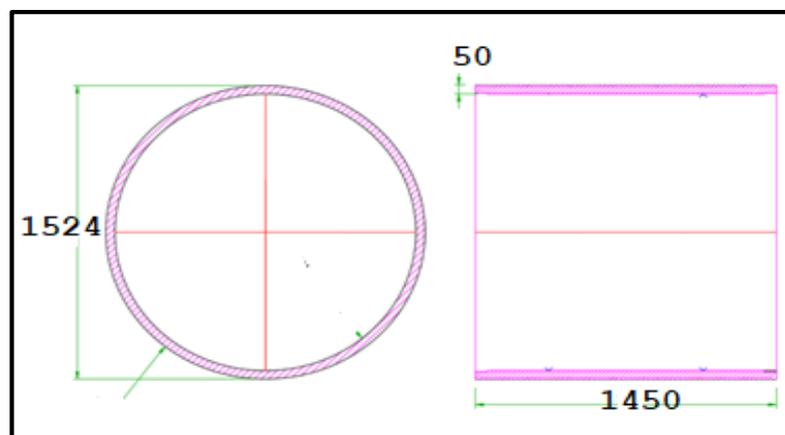


**FIGURA 16** Distancia del eje winche hasta eje de polea

Fuente: Benites Malpica Ingenieros SAC

- Selección del material para el tambor

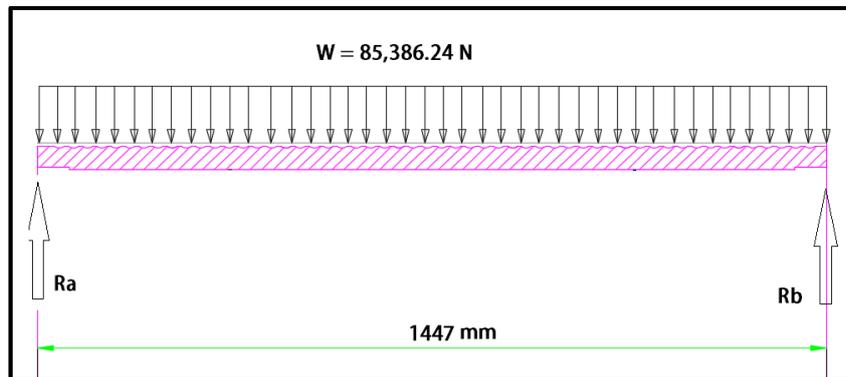
Para la fabricación o construcción del tambor del winche y por la disponibilidad en el mercado se selecciona el acero A-36. El peso propio del tambor influye para determinar el máximo momento flector, el máximo esfuerzo de flexión y cortante, de la figura No 16 se puede hallar el peso del tambor



**FIGURA 17.** Medidas del tambor del winche (mm)

Fuente: propia

- Peso tambor = 2632 Kg
- Peso total (Pw) = 8704 Kg = 85386.24 N



**FIGURA 18.** Diagrama de cuerpo libre del tambor

Fuente: propia

Valor de la fuerza cortante máximo ( $V$ ) = 60,792.00 N

Valor del momento flector máximo ( $M$ ) = 22,347.8 Nm

- El esfuerzo máximo de flexión

De (10) El esfuerzo máximo de flexión

$$\sigma_x = 274,661.96 \frac{N}{m^2}$$

- El esfuerzo máximo de cortante

De (12) El esfuerzo máximo de cortante

$$\tau_{xy} = 141,908.53 \frac{N}{m^2}$$

- ecuación de Von Mises

De (13) ecuación de Von Mises

$$\sigma = 348,927.73 \frac{N}{m^2}$$

- Manual Tradisa

$S_y = \text{Esfuerzo de fluencia } A - 36$

$$S_y = 25.3 \frac{Kg}{mm^2} = 248 \text{ Mpa}$$

- Factor de Seguridad Estático

De (9) Factor de Seguridad Estático

$$F_{se} = 712$$

- Cálculo de la potencia del motor

De la tabla No 1

$$Velocidad\ ascenso = 3.1\ m/s$$

Convirtiendo a rpm

$$rpm\ tambor = 37.6\ m/s$$

$$F_{Sm} = 1.7\ \text{Factor de servicio motor}$$

De (14) hallamos la potencia mecánica a nivel de mar

$$P_m = 412.9\ CV = 416.6\ Hp$$

Se sabe que por cada 1000 metros la potencia debe ser un 20% más.

La empresa Sotrami S.A. se encuentra a 2475.38 msnm

En tal sentido la potencia requerida será 416.6 HP, seleccionaremos el inmediato superior y haciendo la consulta a los proveedores de motores eléctricos, la potencia final del motor eléctrico será:

$$P_m = 500\ Hp$$

- Selección del reductor

De (15) hallamos el torque de salida del reductor

$$T_{s=} = 66,466.72\ Nm$$

De (16) calculamos la potencia mecánica del reductor

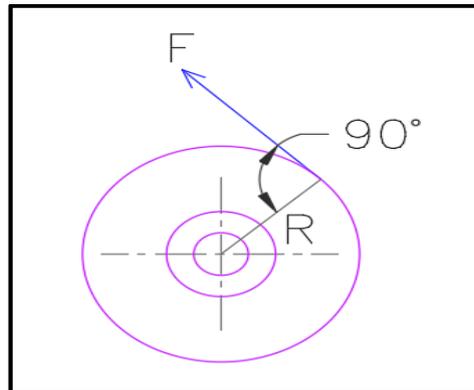
$$P_M = 187.24\ Kw = 251.09Hp$$

De (17) calculamos potencia la nominal del reductor.

$$P_R = 646.3\ Hp$$

- Calculo del eje de winche

Como se sabe la carga que debe izar es de  $P_t = 6072 \text{ Kg}$



**FIGURA 19.** Dirección de la carga total

Fuente: propia

De la figura No 20

$$F = 6072 \times 9.8 = 59,505.6 \text{ N}$$

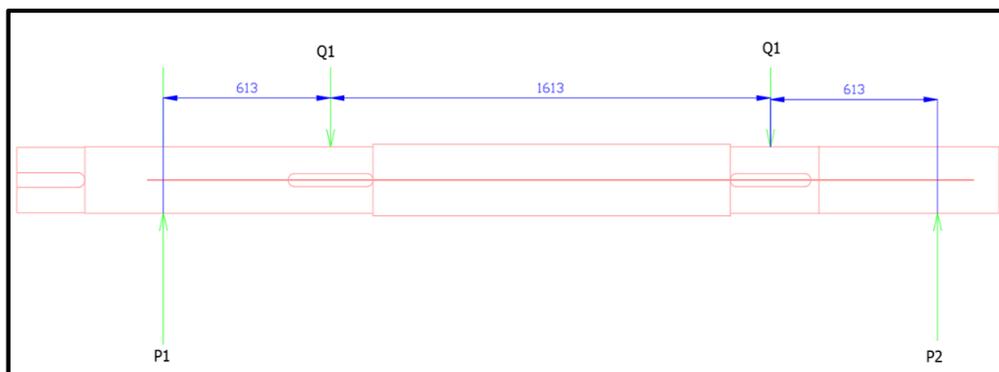
De (19) El torque que genera la fuerza es:

$$T = F \times R$$

$$T = 45,343.26 \text{ Nm.} = 4,626,863.3 \text{ Kgxmm}$$

- El maximo momento flector en el eje

$$M_e = 45,343.26 \text{ Nm.} = 4,626,863.3 \text{ Kgxmm}$$



**FIGURA 20.** Diagrama de cuerpo libre en el eje

Fuente: propia

La selección del material del eje se realiza de acuerdo al tipo de trabajo y por las propiedades mecánicas. Para winche seleccionamos el Acero VCN las cuales tiene las siguientes características que se muestra en la tabla No 7

Tabla 7. *Propiedades mecánicas acero bohler VCN*

Resistencia en estado Recocido		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO BONIFICADO						
máx. N/mm <sup>2</sup>	Dureza Brinell máx.	Diámetro mm.		Límite de fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Elongación (Lo = 5d) % mín.	Estricción % mín.	Resilencia según DVM Joule
		desde	hasta					
800	248	16	16	980	1180 - 1380	9	40	41
		40	40	885	1080 - 1280	10	45	48
		100	100	785	980 - 1180	11	50	48
		160	160	685	880 - 1080	12	55	48
		160	250	590	780 - 930	13	55	48

Fuente: Manual de Acero bohler (ver anexo No 9)

- Esfuerzo permisible al corte

De (21) Calculamos el esfuerzo permisible al corte

$$S_{sd} = 0.18 \times 780 = 140.4 \frac{N}{mm^2}$$

Como el eje presenta canal chavetero se multiplica por 0.75

$$S_{sd} = 140.4 \times 0.75 = 105.3 \frac{N}{mm^2}$$

- Diámetro del eje

De (18) Calculamos el diámetro del eje  $d_0 = 222.6 \text{ mm}$

- Selección de soportes y de Rodamientos

Con el cálculo el diámetro mínimo del eje

$$d_0 = 222.6 \text{ mm}$$

Se puede tener la alternativa de selección en pulgadas

$$d_0 = 8 \frac{15}{16} = 227 \text{ mm}$$

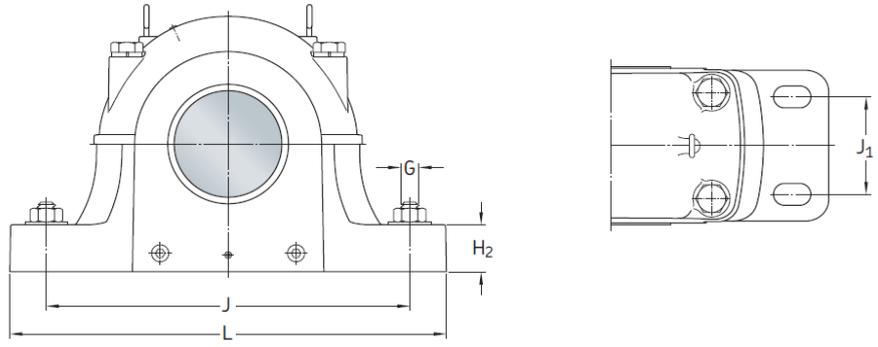
La selección de los soportes y rodamientos se presenta en la tabla No 7

Tabla 8. Soportes de pie y código de rodamientos rodillos a rotula

Shaft diameter Stand- ard $d_a$	Op- tional <sup>1)</sup>	Complete pillow block	Components Pillow block housing	Bearing <sup>2)</sup>	Adapter assembly	Stabilizing ring <sup>3)</sup> (2 req'd)	Laby- rinth ring (2 incl.)
in.	-	-	-	-	-	-	-
8 15/16	9	SDAF 23248 KA x 8 15/16	SDAF 3248 KA x 8 15/16	23248 CACK/W33	SNP 148 x 8 15/16	36053-114	ERF 914
9 7/16	9 1/2	SDAF 23152 KA x 9 7/16 SDAF 23252 KA x 9 7/16	SDAF 3152 KA x 9 7/16 SDAF 3252 KA x 9 7/16	23152 CACK/W33 23252 CACK/W33	SNP 3152 x 9 7/16 SNP 152 x 9 7/16	36053-114 A8968	ERF 891 ERF 891
10 7/16	10 1/2	SDAF 23156 KA x 10 7/16 SDAF 23256 KA x 10 7/16	SDAF 3156 KA x 10 7/16 SDAF 3256 KA x 10 7/16	23156 CACK/W33 23256 CACK/W33	SNP 3156 x 10 7/16 SNP 3256 x 10 7/16	A8967 36053-157	ERF 973 ERF 973
10 15/16	11	SDAF 23060 KA x 10 15/16 SDAF 23160 KA x 10 15/16	SDAF 3060 KA x 10 15/16 SDAF 3160 KA x 10 15/16	23060 CACK/W33 23160 CACK/W33	SNP 3060 x 10 15/16 SNP 3160 x 10 15/16	A8967 <sup>4)</sup> 36053-157	ERF 858 ERF 858
10 15/16	11	SDAF 23260 KA x 10 15/16	SDAF 3260 KA x 10 15/16	23260 CACK/W33	SNP 3260 x 10 15/16	36053-130	ERF 1002
11 7/16	11 1/2	SDAF 23064 KA x 11 7/16	SDAF 3064 KA x 11 7/16	23064 CCK/W33	SNP 3064 x 11 7/16	A8968 <sup>4)</sup>	ERF 861

Fuente catalogo Skf

Tabla 9. Valores de medidas del soporte



Complete pillow block Designation	Dimensions											Mass	
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	S	b <sub>a</sub>	H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	J <sub>min</sub>	J <sub>max</sub>	J <sub>1</sub>	L		G
-	in.											lb.	
SDAF 23248 KA x 8 15/16	13 1/8	13 3/4	0	4 7/8	20 7/8	10 1/4	3 3/4	29	30 1/2	8 3/4	35	1 5/8	1 100
SDAF 23152 KA x 9 7/16	13 1/8	13 3/4	0	4 5/8	20 7/8	10 1/4	3 3/4	29	30 1/2	8 3/4	35	1 5/8	1 050
SDAF 23252 KA x 9 7/16	14 3/4	15 1/2	0	5 7/32	23 7/16	12	4	32 3/4	33 1/2	38 1/4	1 5/8	1 350	

Fuente catalogo Skf

Tabla.10. Valores de carga a soportar los pernos de la tapa de soporte

Safe loads and cap bolt information for SDAF extended range cast iron housings

Housing Size	Recommended safe loads					Cap bolt information				
	P <sub>60°</sub>	P <sub>90°</sub>	P <sub>120°</sub>	P <sub>150°</sub>	P <sub>180°</sub>	Cap bolt size	Torque	SAE grade		
	lbf.						in.	ft.-lbs.		
	3152	3248	294 000	17 600	110 000	98 000	118 000	1.1/2-6	1950	5
3060	3156	3252	408 000	245 000	156 000	143 000	176 000	1.1/2-6	1950	5
3064	3160	3256	408 000	245 000	156 000	143 000	176 000	1.1/2-6	1950	5

Fuente catalogo Skf.

Entonces establecemos la selección de los componentes

2 soporte SDAF 23248 KA 8 15/16"

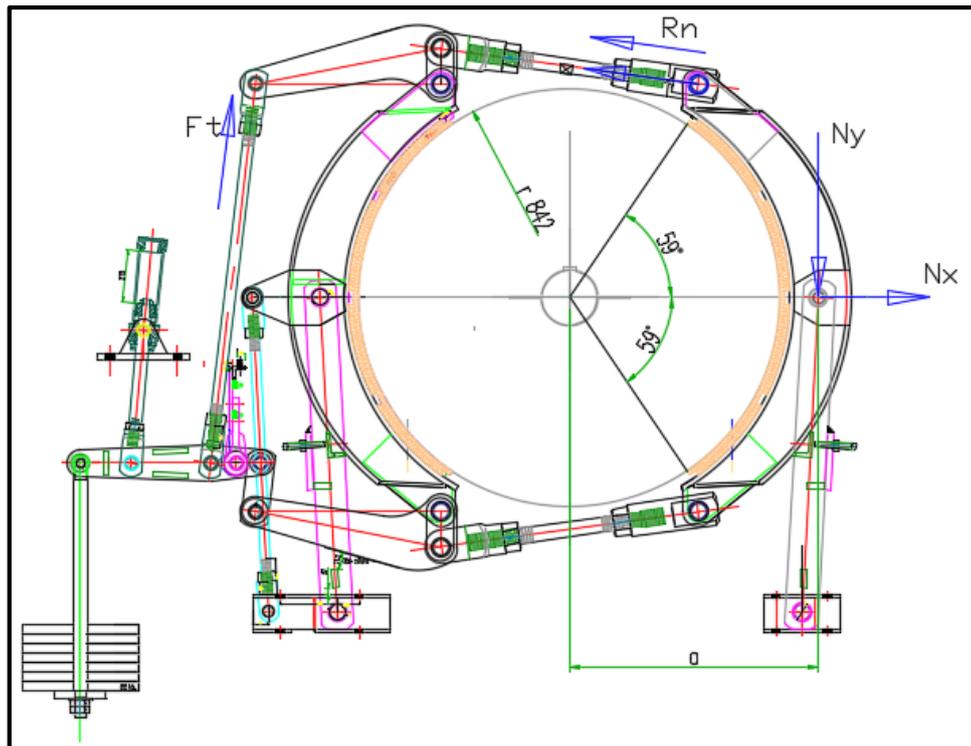
2 rodamientos 23248 cck/w33

2 manguito de fijación SNP 148 x 8 15/16"

2 laberintos ERF 914

- Calculo de los frenos

El tipo de freno a utilizar en el diseño del winche es el de tipo de contracción pivotante. El par de torsión que se transmite se va relacionar con la fuerza de accionamiento, el coeficiente de fricción del material y la geometría del freno, se emplea la condición de equilibrio estático para obtener la fuerza de frenado y el par de torsión para el frenado debe ser mayor que el generado por el par de torsión que entrega el reductor. El material adecuado para el frenado es la madera por el elevado coeficiente de fricción y mejor adherencia entre la zapata y la pista. A continuación, mostramos el diseño de los frenos.



**FIGURA 21.** Diagrama de la estructura de freno

Fuente: Benites Malpica Ingenieros SAC

- Centro de presión.

De (22) Centro de presión

$$a = 995 \text{ mm}$$

- Carga normal de la zapata

De (23) Calculamos carga normal de la zapata

$$N_x = 19137.8 \text{ kg}$$

- Fuerza vertical en el centro de presión

En la tabla No 11 se ven los valores del coeficiente de fricción de la madera

Tabla 11 Valores de presión máxima y coeficiente de fricción

MATERIALES	COEFICIENTE DE FRICCION		TEMPERATURA MÁXIMA °C	PRESION MÁXIMA kgs / cm <sup>2</sup>
	HUMEDO	SECO		
Bronce fundido con fierro fundido ó acero	0,05	---	150	5,6 - 8,4
Fierro fundido con fierro fundido	0,05	0,15 - 0,2	300	10,5 - 17,5
Fierro fundido con acero	0,06	---	260	8,4 - 14,0
Acero duro con acero duro	0,05	---	260	7,0
Acero duro con acero duro cromo - plata	0,03	---	260	14,0
Bronce fosforoso estirado en frío con acero duro cromo - plata	0,03	---	260	10,5
Metal sinterizado con fierro fundido ó acero	0,05 - 0,1	0,1 - 0,4	540	10,5
Metal sinterizado con acero duro cromoplata	0,05 - 0,1	0,1 - 0,3	540	21,0
Madera con fierro fundido ó acero	0,16	0,2 - 0,35	150	4,2 - 6,3
Cuero con fierro fundido ó acero	0,12 - 0,15	0,3 - 0,5	93	0,7 - 2,8
Corcho con fierro fundido ó acero	0,15 - 0,25	0,3 - 0,5	93	0,6 1,0
Fieltro con fierro fundido ó acero	0,18	0,22	138	0,4 - 0,7
Fibra vulvanizada con fierro fundido ó acero	---	0,3 - 0,5	93	0,7 - 2,8
Papel con fierro fundido ó acero				

Fuente: Alva. Diseño de máquinas II

De (24) Calculamos la Fuerza vertical en el centro de presión

$$N_y = 6,698.23 \text{ Kg}$$

- Torque de frenado

De (25) Calculamos Torque de frenado

$$T_{fr} = 61998.25 \text{ Nm}$$

Los resultados obtenidos son para una banda de freno. El torque total de frenado será el resultado multiplicado por 4 ya que el winche presenta esta cantidad de bandas

$$T_{tr} = 4 \times 61998.25 = 247,994.0 \text{ Nm}$$

- Factor se Seguridad de los frenos

$$FSf = \frac{247994}{45343.26} = 5.46$$

- Selección de los acoplamientos

Para la selección de los acoplamientos hay que tener en cuenta los factores de servicio los cuales están en tabla No 12

Tabla.12 Valores factor de servicio de máquinas

Alphabetical listing of applications		Alphabetical listing of industries	
Service Factor		Service Factor	
AERATOR	2.0	AGGREGATE PROCESSING	
AGITATORS		CEMENT, MINING KILNS	
Vertical and Horizontal		TUBE, ROD AND BALL MILLS	
Screw, Propeller, Paddle	1.0	Direct or on L.S. shaft of	
BARGE HAUL PULLER	1.5	Reducer, with final drive	
BLOWERS		Machined Spur Gears	2.0
Centrifugal	1.0	Single Helical or	
Lobe or Vane	1.25	Herringbone Gears	1.75
CAR DUMPERS	2.5	Conveyors, Feeders, Screens,	
CAR PULLERS	1.5	Elevators	
CLARIFIER OR CLASSIFIER	1.0	See General Listing	
COMPRESSORS		Dryer, Rotary	1.75
Centrifugal	1.0	Hammermill or Hog	1.75
Rotary, Lobe or Vane	1.25	Hammermill or Hog	1.75
Rotary, Screw	1.0	Reciprocating	1.75
Direct Connected	Refer to Falk		
Without Flywheel	Refer to Falk		
With Flywheel and Gear	Refer to Falk		
between Compressor			
2 cylinders, double acting	3.0		
3 cylinders, single acting	3.0		
3 cylinders, double acting	2.0		
4 or more cyl., single act.	1.75		
4 or more cyl., double act.	1.75		
▲ CONVEYORS			
Apron, Assembly, Belt, Chain,			
Flight, Screw	1.0		
Bucket	1.25		
Live Roll, Shaker and			
Reciprocating	3.0		
▲ CRANES AND HOIST			
Main Hoist	1.75		
Skip Hoist	1.75		
Slope	1.5		
Bridge, Travel or Trolley	1.75		
DYNAMOMETER	1.0		
ELEVATORS			
Bucket, Centrifugal Discharge	1.25		
Freight or Passenger	Not		
Approved			
Gravity Discharge	1.25		
ESCALATORS	Not Approved		
EXCITER, GENERATOR	1.0		
EXTRUDER, PLASTIC	1.5		
FANS			
Centrifugal	1.0		
Cooling Tower	2.0		
Forced Draft — Across the			
Line start	1.5		
Forced Draft Motor			
Driven thru fluid or			
electric slip clutch	1.0		
Gas Recirculating	1.5		
Induced Draft with damper			
control or blade cleaner	1.25		
Induced Draft without controls	2.0		
FEEDERS			
Apron, Belt, Disc, Screw	1.0		
Reciprocating	2.5		
GENERATORS			
Even Load	1.0		
Hoist or Railway Service	1.5		
Welder Load	2.0		
HAMMERMILL	1.75		
LAUNDRY WASHER OR			
TUMBLER	2.0		
LINE SHAFTS			
Any Processing Machinery	1.5		
MACHINE TOOLS			
Auxiliary and Traverse Drive	1.0		
Bending Roll, Notching Press,			
Punch Press, Planer, Plate			
Reversing	1.75		
Main Drive	1.5		
MAN LIFTS	Not Approved		
METAL FORMING MACHINES			
Continuous Cast	1.75		
Draw Bench Carriage and			
Main Drive	2.0		
Extruder	2.0		
Farming Machine and			
Coilers and Uncoilers	1.5		
MIXERS (see Agitators)			
Concrete	1.75		
Muller	1.5		
PRESS, PRINTING	1.5		
PUG MILL	1.75		
PULVERIZERS			
Hammermill and Hog	1.75		
Roller	1.5		
PUMPS			
Boiler Feed	1.5		
Centrifugal			
Constant Speed	1.0		
Frequent Speed Changes			
under Load	1.25		
Decoupling, with accumulators	1.25		
Gear, Rotary, or Vane	1.25		
Reciprocating, Plunger Piston	3.0		
2 cyl., single or double act.	1.5		
2 cyl., double acting	2.0		
3 or more cylinders	1.5		
Screw Pump, Progressing Cavity	1.25		
Vacuum Pump	1.25		
SCREENS			
Air Washing	1.0		
Grizzly	2.0		
Rotary Coal or Sand	1.5		
Vibrating	2.5		
Water	1.0		
SKI TOWS & LIFTS	Not Approved		
STEERING GEAR	1.0		
STOKER	1.0		
TIRE SHREDDER	1.50		
TUMBLING BARREL	1.75		
WINCH, MANEUVERING	1.5		
Dredge, Marine			
WINDLASS	1.5		
WOODWORKING			
MACHINERY	1.0		
Slitters, Steel Mill only	1.75		
Soaking Pit Cover Drives			
Lift	1.0		
Travel	2.0		
Straighteners	2.0		
Unscramblers (Billet Bundle			
Busters)	2.0		
Wire Drawing Machinery	1.75		
OIL INDUSTRY			
Chiller	1.25		
Oilwell Pumping (not over			
150% peak torque)	2.0		
Paraffin Filter Press	1.5		
Rotary Kiln	2.0		
PAPER MILLS			
Barker Auxiliary, Hydraulic	2.0		
Barker, Mechanical	2.0		
Barking Drum			
L.S. shaft of reducer with			
final drive - Helical			
Bleachers, Coaters	1.0		
Calender & Super Calender	1.75		
Chopper	2.5		
Converting Machine	1.25		
Couch	1.75		
Cutter, Felt Whipper	2.0		
Cylinder	1.75		
Dryer	1.75		
Felt Stretcher	1.25		
Fourdrinier	1.75		
Jordan	2.0		
Log Haul	2.0		
Line Shaft	1.5		
Press	1.75		
Pulp Grinder	1.75		
Reel, Rewinder, Winder	1.5		
Stock Chest, Washer,			
Thickener	1.5		
Stock Pumps, Centrifugal			
Constant Speed	1.0		
Frequent Speed Changes			
Under Load	1.25		
Suction Roll	1.75		
Vacuum Pumps	1.25		
RUBBER INDUSTRY			
Calender	2.0		
Cracker, Plasticator	2.5		
Extruder	1.75		
Intensive or Banbury Mixer	2.5		
Mixing Mill, Refiner or Sheeter			
One or two in line	2.5		
Three or four in line	2.0		
Five or more in line	1.75		
Tire Building Machine	2.5		
Tire & Tube Press Opener			
(Peak Torque)	1.0		
Tuber, Strainer, Pelletizer	1.75		
Warming Mill			
One or two Mills in line	2.0		
Three or more Mills in line	1.75		
Washer	2.5		
SWAGE DISPOSAL EQUIPMENT			
Bar Screen, Chemical Feeders,			

Fuente: Catalogo acoplamientos Falk

Selección acoplamiento de baja (reductor y winche)

De (24) Calculamos del torque el acoplamiento de baja

$$T_{ac} = 1380661.712 \text{ Kg cm} = 135,396.6 \text{ Nm}$$

Con este resultado seleccionamos el acoplamiento de la tabla No 13

Tabla13. Modelos de acoplamientos AGMA

**Dimensions**

AGMA STANDARD

- PG20/PGL20(G20 Type)

SIZE	MAX SPEED (RPM)	BASIC TORQUE (Nm)	BORE DIA (mm)		DIMENSIONS (mm)								CPLG Weight (Kg)	LUBE WT (Kg)
			MAX	MIN	A	B	C	H	I	L	G			
1010PG20	8,000	859	48	13	115.9	89	69	43	83.8	39	3		4.5	0.04
1015PG20	6,500	1,918	60	19	152.4	101	86	49	105.2	48	3		9.1	0.07
1020PG20	5,600	4,187	73	25	177.8	127	105	62	126.5	59	3		15.9	0.11

SIZE	MAX SPEED (RPM)	BASIC TORQUE (Nm)	BORE DIA (mm)		DIMENSIONS (mm)								CPLG Weight (Kg)	LUBE WT (Kg)
			MAX	MIN	A	B	C	H	I	L	PH	G		
1080PGL20	1,750	149,033	279	102	590.6	507.5	356	249	571.5	243	368	9.5	703.1	9.53
1090PGL20	1,550	201,469	305	114	660.4	565	394	276	641.4	265	419	13	984.3	12.25
1000PGL20	1,450	281,749	343	127	711.2	623	445	305	698.5	294	470	13	1302.0	14.97
1100PGL20	1,330	386,957	387	140	774.7	679	495	333	749.3	322	521	13	1678.3	17.69
1200PGL20	1,200	493,773	425	152	838.2	719	546	353	825.5	341	572	13	2113.8	20.87

Fuente. Catálogo de acoplamientos AGMA

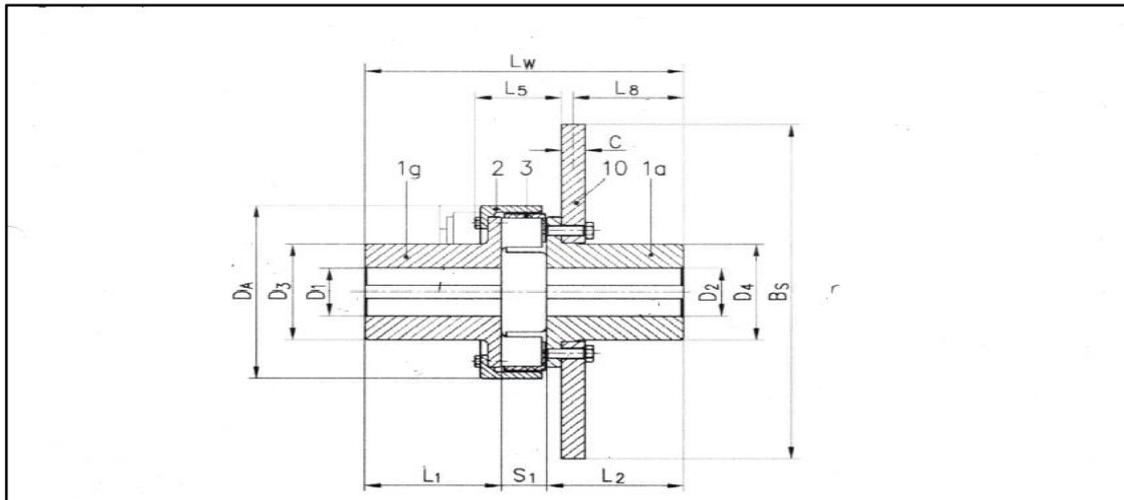
Selección acoplamiento de alta.

De (24) Calculamos el torque del acoplamiento de alta (motor y reductor)

$$T_{acb} = 209,942.3 \text{ Nm}$$

Con este resultado seleccionamos el acoplamiento de la tabla No 14

Tabla14. Modelos de acoplamientos Reich Kupplunen



Coupling size	BS	C	DA	D <sub>1</sub> / D <sub>2</sub>		D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	L <sub>1</sub>		L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>w</sub>		S <sub>1</sub>
				pilot	max.			norm.	long				norm.	long	
MMS 40 WBS	315	30	155		65	96	94	61	110	110	60	85,5	197	246	26
MMS 63 WBS	355	30	175		75	110	110	67	110	110	65	84,5	207	250	30
MMS 63 WBS	400	30	175		75	110	110	67	110	110	65	84,5	207	250	30
MMS 100 WBS	450	30	196		80	120	120	75	140	140	79	110,5	250	315	35
MMS 100 WBS	500	30	196		80	120	120	75	140	140	79	110,5	250	315	35
MMS 160 WBS	450	30	223		85	130	130	82	140	140	90	110,5	263	321	41
MMS 160 WBS	500	30	223		85	130	130	82	140	140	90	110,5	263	321	41
MMS 160 WBS	560	30	223		85	130	130	82	140	140	90	110,5	263	321	41
MMS 250 WBS	500	30	252		100	145	145	89	170	170	101	138,5	306	387	47
MMS 250 WBS	560	30	252		100	145	145	89	170	170	101	138,5	306	387	47
MMS 250 WBS	630	30	252		100	145	145	89	170	170	101	138,5	306	387	47
MMS 400 WBS	560	30	290		105	160	160	97	170	170	115	136,5	323	396	56
MMS 400 WBS	630	30	290		105	160	160	97	170	170	115	136,5	323	396	56
MMS 400 WBS	710	30	290		105	160	160	97	170	170	115	136,5	323	396	56
MMS 630 WBS	630	30	330	56	130	200	192	116	210	210	121	175,5	390	484	64
MMS 630 WBS	710	30	330	56	130	200	192	116	210	210	121	175,5	390	484	64
MMS 630 WBS	800	30	330	56	130	200	192	116	210	210	121	175,5	390	484	64
MMS 1000 WBS	710	30	378	68	150	225	225	140 <sup>1)</sup>	210 <sup>1)</sup>	210 <sup>1)</sup>	139	162,0	405	475	75

Coupling size	Technical details for standard rubber elements SN										Max. shaft displacement		
	Nominal torque T <sub>KN</sub> [Nm]	Maximum torque T <sub>Kmax</sub> [Nm]	Continuous vibratory torque T <sub>KW</sub> (10 Hz) [Nm]	Dynamic torsional stiffness C <sub>Tdyn</sub> [10 <sup>3</sup> Nm/rad]				Rel. damping ψ [-]	Max. *) speed n <sub>max</sub> [rpm]	ΔK <sub>r</sub> [mm]	ΔK <sub>a</sub> [mm]	ΔK <sub>u</sub> [mm]	
				0.25 T <sub>KN</sub>	0.5 T <sub>KN</sub>	0.75 T <sub>KN</sub>	1.0 T <sub>KN</sub>						
MMS-A 4	40	120	20	0.5	0.7	2	4	1.8	5000	0.5	1.0	1.0	
MMS-A 6,3	63	189	30	0.8	1	3	6	1.8	4000	0.5	1.0	1.0	
MMS 10	100	300	50	1.5	2	4.5	10	1.8	7100	0.6	1.0	1.2	
MMS 250	3000	7500	1300	35	55	130	280	1.8	3000	1.2	1.5	2.0	
MMS 400	5000	12000	2100	50	70	200	500	1.8	2700	1.4	1.5	2.2	
MMS 630	7500	18900	3300	120	170	380	700	1.8	2300	1.5	1.5	2.4	
MMS 1000	12500	30000	5000	230	280	600	1100	1.8	2000	1.6	2.0	2.6	
MMS 1600	20000	48000	8400	290	410	950	1900	1.8	1760	1.8	2.0	2.8	
MMS 2500	30000	75000	12000	460	600	1400	2800	1.8	1900	1.8	2.0	2.8	

Fuente: Catalogo de acoplamiento Reich Kupplunen

Tabla 15. *Parámetros de diseño del winche*

ITEM	PARAMETROS	No ECUACION	RESULTADOS	UNIDAD	DETALLE
1	Producción (t/h)	4	15.4 t/h	t/h	Tabla No 4
2	Peso mineral a izar por viaje	3	2.220 ton	ton.	
3	Peso skip	5	1.79 Kg	ton-	
4	peso de cable 1" en 750 m		2.062	ton	Tabla No 5
5	Tipo de cable		6x19		Lan derecho
6	Peso total a izar	2	6.072	ton	
7	Factor de Seguridad del cable	1	6.5		
8	Diámetro del tambor	6	1.524	m	
9	ancho del tambor	8	1.448	m	
10	Factor de Seguridad del tambor	9	712		
11	Potencia del motor	16	500	Hp	
12	Velocidad de izaje		3	m/s	
13	RPM izaje		37.6	rpm	
14	Factor de Servicio del motor		1.7		
15	Potencia del reductor	17	646.3	HP	
16	Diámetro del eje del winche	18	227	mm	
17	Soporte de Rodamientos		SDAF-23248		
18	Rodamiento		23152 CACK/W33		
19	Manguito		SNP 148 x 8 15/16"		
20	Laberinto		ERF 914		
21	Torque de frenado	25	61998.25	Nm	
22	Factor de seguridad freno		5.46		
23	Torque de acoplamiento de alta	24	135.396	KNm	PGL20 (G20)
24	Torque de acoplamiento de baja	24	209.943	KNm	MMS 630 WBS 710
25	Material componentes del winche		Acero estructural A-36		
26	Material del eje del winche		Acero bonificado VCN		

#### 2.4.1.3 Fase 3 Elaboración de Ingeniería de detalle.

En esta fase del proyecto se selecciona los sistemas de complemento para el funcionamiento del winche como es el sistema eléctrico, sistema hidráulico para lo cual se contrata los servicios de empresas especializadas como socios estraticos que van a son el soporte del proyecto. Mencionaremos las actividades que se realizó en esta etapa.

- Designo al personal que va a realizar la elaboración de los planos
- Verifico, los parámetros obtenidos en el diseño
- Suministro la información técnica necesaria para la construcción
- Elaboro los planos de detalles constructivos de cada uno de los componentes y subcomponentes del winche
- Diseño de las formas, materiales y características fundamentales de los componentes del winche
- El estudio y cálculo de los elementos de unión y piezas auxiliares de control y montaje
- Elaborar los planos de conjunto y detalles de ensamble
- Seleccionar los proveedores de los equipos como son el motor, reductor, variador de velocidad, soportes, rodamientos, acoplamientos, pistones, unidad hidráulica
- Elaboración de los planos eléctricos del winche
- Elaboración de los planos hidráulicos del winche
- Elaboración del plano de cimentación del winche
- Realizar el metrado de los materiales de planchas de acero
- Realizar el metrado de los ejes

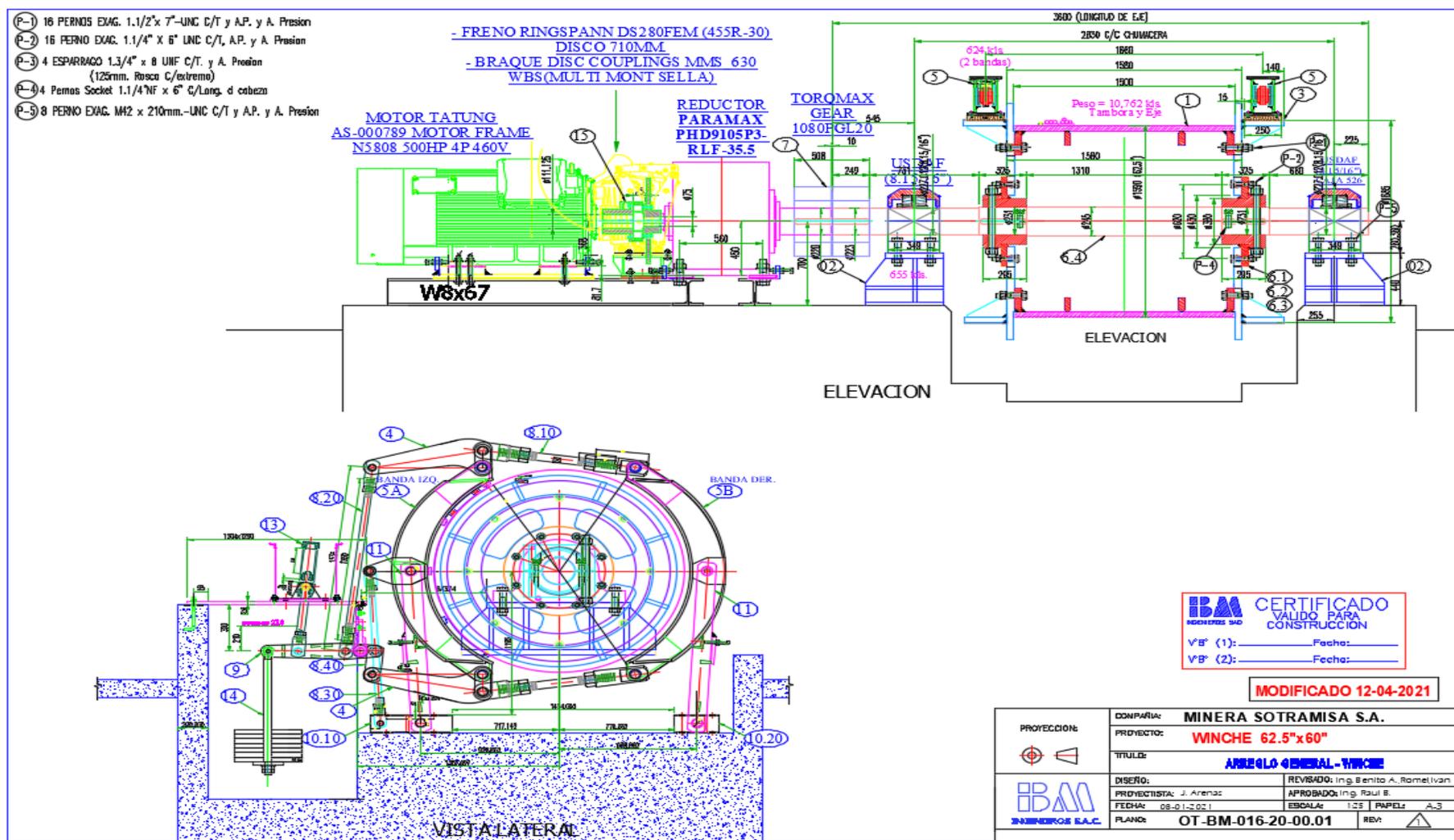


FIGURA 22. Diseño general del winche.

Fuente: Propia

### III. APORTES REALIZADOS

El aporte realizado en el presente informe que se realizó en la empresa Benites Malpica Ingenieros SAC. Básicamente se refiere al mejoramiento del sistema de frenado en el tambor del winche.

Sistema convencional de frenos de los winches fabricados por la empresa Benites Malpica. El sistema de freno que se fabricaba en los winches es del tipo contracción externa, en la cual el punto de pivot se ubica en la parte inferior de la banda de freno.

- Este sistema en algunas ocasiones presentaba el problema de no cubrir toda el área superficial de la pista con la zapata de freno
- En este tipo de freno la presión máxima ocurre cuando el ángulo de contacto de las zapatas es  $90^\circ$  y si es mayor disminuye la magnitud de la presión.
- Este tipo de freno cuando se realiza el cambio de los pines inferiores no se realiza con facilidad porque el espacio es muy reducido han sido observaciones de los clientes



**FIGURA 23** Sistema de frenos de contracción externa  
Fuente: Propia



**FIGURA 24.** Sistema de pivot en la parte inferior

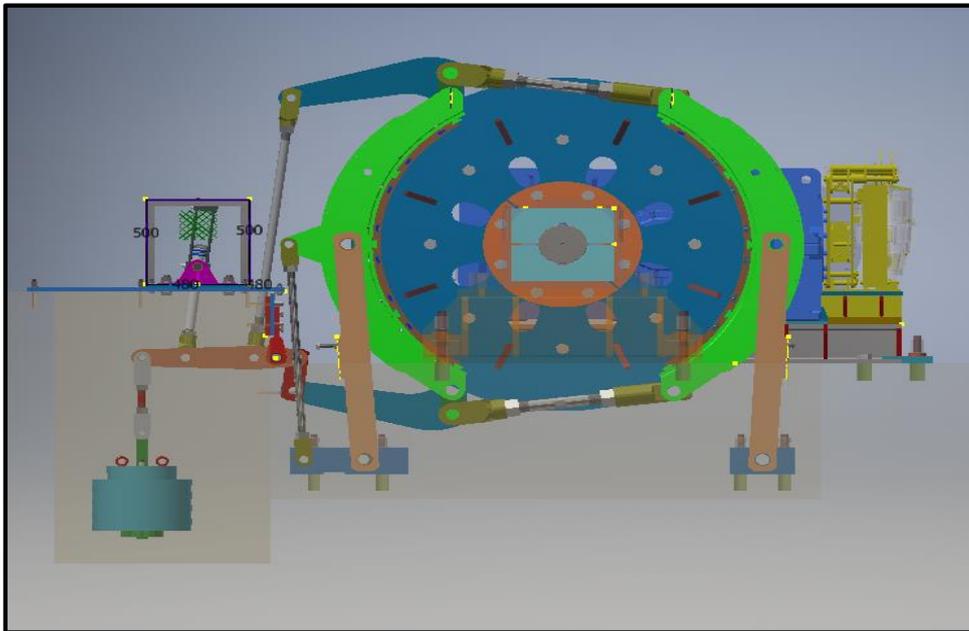
Fuente: Propia

### **3.1. Sistema de mejora.**

El diseño del freno que se realizó en el presente informe es el de tipo contracción externa con la articulación pivotante en el centro de la banda de forma simétrica.

- En este tipo de freno la distancia desde el centro del tambor hasta el pivot, se elige de tal manera que el momento de fricción resultante que actúa sobre la zapata del freno es cero.
- En este tipo de freno la máxima presión ocurre cuando el ángulo de contacto de las zapatas es cero ( $\theta$ )
- Los componentes de la fuerza de fricción vertical de la mitad superior de la zapata son iguales y tienen la misma dirección que las componentes de la fuerza de fricción vertical de la mitad inferior de la zapata

- El contacto en el área de frenado es más uniforme y en su totalidad ya que la presión sobre la pista de freno se realiza en la parte superior y en la parte inferior al mismo tiempo debido a que tiene más los brazos de articulación que hacen este trabajo.



*FIGURA 25.* Sistema de mejora frenos de contracción externa pivotantes

Fuente: Propia

## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusiones

- Según Angarita (2019), Palacio (2019) señala que el peso total que va a izar es de 43752.6 N para la cual diseña el eje del winche con un diámetro mínimo de 193.98mm. En nuestro diseño en el presente informe hemos seleccionado, un eje de un diámetro mínimo de 227 mm el cual va a soportar una carga de 59,505.6 N. comparando con los diseños se puede establecer una relación de directamente proporcional que cuando aumenta la carga a izar también va a aumentar el diámetro del eje del winche para garantizar el funcionamiento adecuado.
- Según Inti y Huamán dentro de los parámetros de izaje del cable consideran un factor de seguridad de 6 al utilizar un cable de 5/8" de diámetro. En el presente informe se seleccionó un cable que tiene un factor de seguridad de 6.7 más elevado para el trabajo de izaje de esta manera la selección del cable cumple con los requerimientos establecidos por el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería DS. 024-16.
- Según Sandoval el diseño de un winche para levantar 8 tm en aplicaciones navales, señala que el accionamiento se realiza por medio de un motor hidráulico y pistones hidráulicos con presión de 2500 psi. Sin embargo, el winche seleccionado será accionado por un motor eléctrico de 500 hp de 1780 rpm acoplado a un reductor el cual garantiza la velocidad de izaje de 3 m/s el cual será aplicado para la extracción de mineral. Con esta comparación se puede ver que no solamente podemos usar la energía eléctrica para izar cargas altas, sino que se puede utilizar otros tipos de energía los cuales van a cumplir los requerimientos solicitados.

- Según Medina señala las diferencias del rendimiento de izaje manual vs el sistema de izaje mecanizado por medio de winches al utilizar un winche de 10 hp de potencia su producción mensual aumenta en 5 veces más alrededor de 2200 toneladas de mineral al mes. Con el diseño y la selección del winche por la empresa Benites Malpica Ingenieros la empresa minera Sotrami S.A. realizará una producción de 20000 toneladas de mineral al mes ya que es un equipo diseñado para soportar grandes cargas y trabajos constantes
- Según Sandoval, utiliza en el diseño de freno utiliza un material llamado woven crisolito cuyo componente es la fibra orgánica, semiflexible cuyas medidas de espesor y ancho son limitadas. Para nuestro diseño del freno del winche se utilizó madera moheña amarilla siendo un material donde se puede conseguir espesores y anchos requeridos. Sin duda ambos materiales se usan en frenos.

#### 4.2. Conclusiones

- En los sistema de izaje por piques el diseño y selección de los componentes del winche cumplen una función principal ya que estos equipos en sincronización con otros equipos de izaje van a realizar el trabajo de extraer el mineral de las diferentes profundidades del sub suelo, trasladar materiales y maquinaria desde la superficie; de igual manera también cumplen la función del transporte de personal para los cuales los componentes del winche se seleccionan considerando factores de seguridad más elevados que los de minería.
- Con la selección del winche y sus componentes se va aumentar el nivel de producción de la empresa minera Sotrami S.A. ya que los parámetros de velocidad, carga y potencia del winche son altos y fundamentales para cumplir con esta necesidad establecida en el proyecto Excavación

de Chimenea RC 1256 para la construcción del sistema de izaje con winche “El Salvador”

- Los materiales que se han seleccionado para la fabricación de los componentes del winche tales como el tambor, tapas de tambor, brazos de articulaciones, sistema de contrapesas, bandas de freno, bases metálicas es el acero A-36 por ser el más comercial en el mercado peruano y de fácil operación.
- Es importante indicar que el winche y sus componentes seleccionados es para izar mineral y trasladar materiales, pero no para personal.
- En la minería la extracción de mineral por el sistema de piques es un sistema muy eficaz no solo por las cualidades que tiene el sistema sino también porque el medio ambiente o la zona donde se encuentra los minerales se van a mantener de igual manera ya que todas las maquinarias, los equipos y los trabajos se realizan en el subsuelo

## V. RECOMENDACIONES

- Para la fabricación de los componentes del winche se recomienda utilizar materiales de buena calidad los cuales cumplan con las propiedades mecánicas de acuerdo al tipo de trabajo que va a realizar y garantizar la durabilidad y eficacia.
- Se recomienda seleccionar un control de indicador de nivel mecánico para el winche diseñado con la finalidad de señalar la posición o la distancia que se encuentre el skip con respecto al nivel de la superficie y que los componentes electrónicos no emiten la señal en profundidades grandes.
- Con la finalidad de mantener refrigerado el motor o el reductor se recomienda instalar un sistema de enfriamiento forzado, que consiste en acondicionar un sistema de paletas en los ejes del equipo para aumentar la velocidad de aire y enfriar al equipo ya que la empresa minera Sotrami S.A se encuentra en un clima cálido
- Es muy importante mantener en buenas condiciones los equipos del winche es por eso que se recomienda realizar un plan de mantenimiento preventivo a fin de tener los repuestos en obra y no tener paradas imprevista
- Se recomienda izar el peso adecuado para el cual ha sido diseñado el winche a fin de que los componentes seleccionados trabajen adecuadamente para no forzarlos y evitar que los equipos fallen.
- Se recomienda el uso de winches de izaje para extraer mineral a fin de garantizar la seguridad de las personas, aumentar su producción, reducir tiempos y disminuir sus costos de operación.

## VI. BIBLIOGRAFIA

1. Alva, Fortunato. Diseño de elementos de máquinas II. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2005. 505 pp  
ISBN 9972-50-029-2
2. ANIXER. Catálogo de Cables de acero y soluciones de izaje.  
Disponible en [www.anixter.com/www.jorvex.com](http://www.anixter.com/www.jorvex.com)
3. CAMESA. Catálogo de Acero. Steel Wire Rope. Camesa.  
Disponible en [www.camesawire.com/www.wirecoworldgroup.com](http://www.camesawire.com/www.wirecoworldgroup.com)
4. Decreto Supremo 024-16 Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, Lima. Perú, 2016.
5. Espinoza, Ciro. Metodología de investigación tecnológica Pensando en sistemas. Segunda edición. Editorial Ciro Espinoza Montes 2014  
ISBN 978-612-00-0222-3
6. FIRES V.M. Diseño de elementos de Maquinas. cuarta edición. editorial Montaner y Simón. S.A. Barcelona. 802 pp
7. GOMEZ, Ernesto. Diseño y factibilidad de un cabrestante hidráulico para un barco pesquero. Trabajo final de Graduación (Titulo Ingeniero Mecánico). Guayaquil (Ecuador): Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2017. 54 pp  
Disponible  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/130387/DC88683.pdf>
8. G. BUDYNAS, Richard y NISBETT, Keith. Diseño en Ingeniería mecánica de Shiley. novena edición. editorial McGraw Hill México 2009. pp 1039  
ISBN: 978-607-15-0771-6
9. HERRERA, Herbert. Introducción a la minería subterránea Vol. II Construcción de acceso. Madrid: Universidad Técnica de Madrid, 2019.  
Disponible: [Http://oa.upm.es/62724/](http://oa.upm.es/62724/)

10. LOPEZ, Leonid. Diseño y selección de elementos de un sistema de izaje en una mina subterránea de 1200 TM/DIA. Informe de Suficiencia (Titulo Ingeniero Mecánico). Lima (Perú). Universidad Nacional de Ingeniería, 2010 pp. 88
11. MARTINEZ, Esteban. Rediseño de un cabrestante eléctrico destinado a su uso en todoterreno para adaptarlo a la función de tirar de grandes longitudes de cable en el sector eléctrico. Trabajo final de grado (Grado en Ingeniería Mecánica). Castellón de la Plana (España): Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales. 2018 296 pp.  
  
Disponible <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/10234/176237/1/TFG+Esteban+Garc%C3%ADa+Mart%C3%ADnez.pdf>
12. MEDINA, Albert. Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de producción en la mina Calpa – Arequipa. Tesis (Titulo Ingeniero de Minas). Puno (Perú): Universidad Nacional del Altiplano 2014. pp 74  
  
Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2266>
13. MINISTERIO de Energía y Minas (Perú). Decreto supremo No 023-2017-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Capítulo VII transporte, carga, acarreo y descarga. Subcapítulo II. El Pique y el Castillo. Artículo 299. Artículo 300
14. MOTT, Robert L. Diseño de elementos de máquinas, cuarta edición Editorial Pearson 2006, 872 pp.  
  
ISBN: 970-26-812-0
15. SANDOVAL, Gerardo. Diseño de winche hidráulico de 8 TM para aplicaciones navales con tecnología CAD/CAE, Tesis (Titulo en Ingeniería Mecánico Eléctrico). Piura (Perú). Universidad de Piura. 2016 pp 142  
  
Disponible en [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/IME\\_20](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/IME_20)
16. SKF, Catalogo general de Rodamientos, 2006 pp 1129

17. TORRES, C, Orientaciones básicas de Metodología de la investigación científica, novena edición Libros y publicaciones 2007, pp 70
18. TULLUME, Johnny y LLONTOP, Robert, Automatización e implementación de un Sistema scada para mejorar el desempeño del Sistema de izaje por winches en minería subterránea de la Compañía Minera Casapalca S. A. Tesis (Titulo Ingeniero Electrónico). Lambayeque (Perú): Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016 pp 190

Disponible: <https://repositorio.unprg.edu.pe>

# **ANEXOS**

ANEXO 1 Orden de Compra Winche de Izaje

00-00 MINERA SOTRAMI S.A. RUC: 20258699239  
 Parapadora Industrial 147-Urb.Residencial Monterrico

Fecha 20-8-2020 15:35:06

Página 1 de 1

**Orden de Compra # 0000021260**

REQUERIMIENTO : 0000171164

Proveedor: **BENITES MALPICA INGENIEROS S.A.C.**

UC: 20289083775

Dirección: MZA. B LOTE. 10 ASOCIACION SOLEDAD LIMA - LIMA - PUENTE PIED

Teléfono:

Celular:

Código:

Activaciones: ACTIVÓS MINA

# Interno/Cotizacion: 0000021590

Fecha Preparación: 20-08-2020

Clasificación: Orden de Compra Local

Forma de Pago: Contado

Estado: **Aprobada**

Moneda : Dólares

Tipo Cambio : 3.5640

Fecha Entrega : 20-08-2020

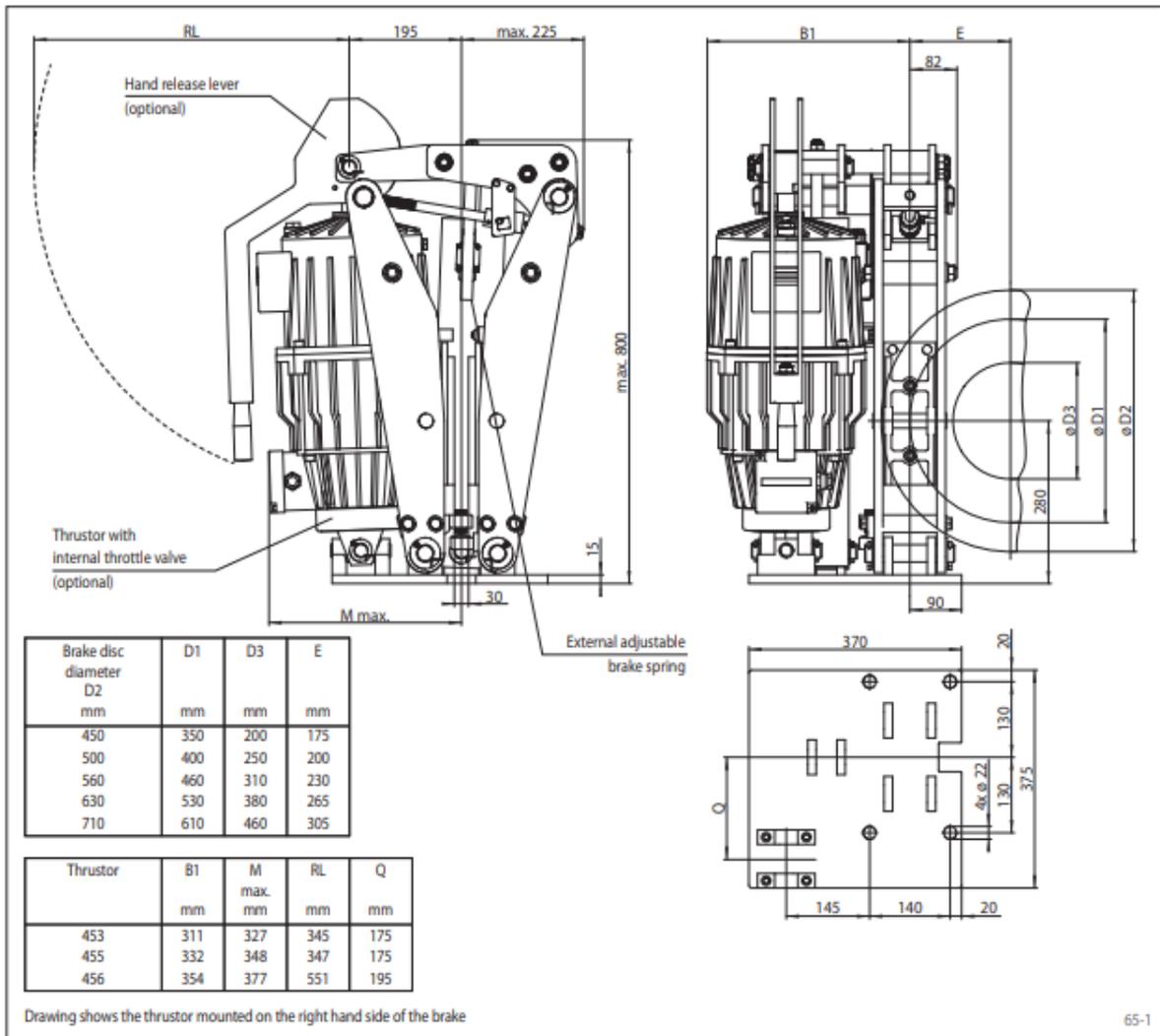
Commodity	Cnd	Descripción	Unidad	Cantidad
03114	0	EQUIPOS DE IZAJE - WINCHE ELECTRICO DE 500 HP-440 V C/TABL/VARIA.VEL •Winche de izaje de 01 solo tambor de acero estructural. •Tambor roscado para cable de f1". •Caja reductora de engranajes de ejes paralelos. •Motor de 500 HP, 440 volt, trifásico; preparado para uso con variador de frecuencia. •Acoplamiento para lado de alta velocidad •Acoplamiento para lado de baja velocidad. •Variador de Velocidad aplicación Winche de Izaje, con sus respectivos Accesorios de funcionamiento. •02 frenos de servicio con accionamiento hidráulico •02 frenos de emergencia hidráulico con calipers •01 disco de freno de emergencia •01 unidad hidráulica para el accionamiento de freno de emergencia y de servicio. •Bases metálicas de tambor, freno de emergencia, motor y reductor. •Consola de operador. •Tablero eléctrico de Fuerza y variador frecuencia. •Ø60"x60" Marca BM •Capacidad de Izaje 2.5 Tn •Velocidad de izaje 3.5 m/s	UNI	1.0000

## ANEXO 2 Freno de Calipers Ringspann

### Brake Caliper DS 280 FEA

**RINGSPANN®**

spring activated – electrohydraulically released



#### Options

- Micro-switch wear control
- Micro-switch status control
- Hand release lever
- Thruster with internal throttle valve
- Thruster in heat resistant design
- Corrosion protected design
- Friction lining of sintered metal

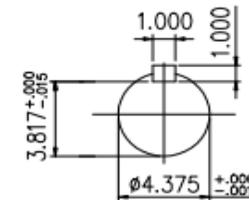
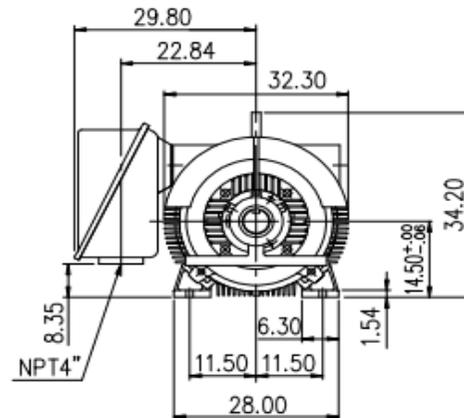
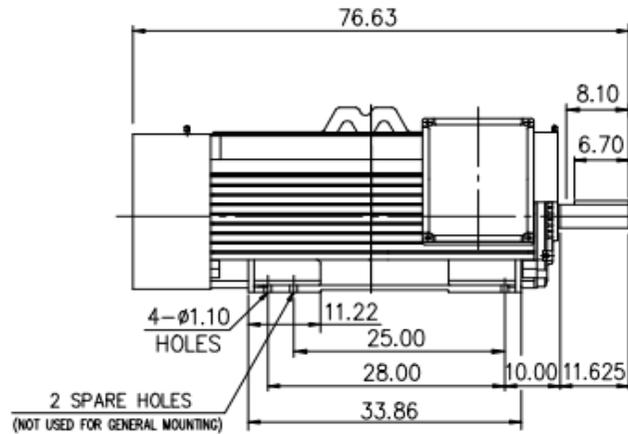
ANEXO 3. Plano Motor eléctrico Tatum de 500 Hp

**EXTRA-MAX ALTERNATING CURRENT MOTORS**  
SQUIRREL-CAGE INDUCTION

ENCLOSURE: TOTALLY ENCLOSED  
MOUNTING: FOOT

CAST IRON FRAME  
FRAME N5808UZ

COOLING: FAN COOLED



- (1) DIMENSIONS ARE IN INCHES.
- (2) APPROXIMATE WEIGHT = 5400 LBS.
- (3) DRIVE END BEARING 6224C3  
OPPOSITE DRIVE END BEARING 6224C3

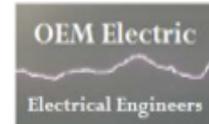
Preliminary Drawing for Reference Only

OUTPUT	POLE	SYN. SPEED	VOLT	FREQ.	CERTIFIED BY L.J. LEE DATE	
500HP	4P	1800	460	60		
				DR. BY M. B. HED		<b>DIMENSION SHEET</b>
				CX. BY L. J. LEE		
				APP. BY C. L. WONG		
				DATE AUG. 11, 1951		

ANEXO 4 Características técnicas del motor de 500 Hp



COMPANY - COMPAÑIA: **BM INGENIEROS SAC**



**DISTRIBUIDOR AUTORIZADO  
PERU & CHILE & BRAZIL**

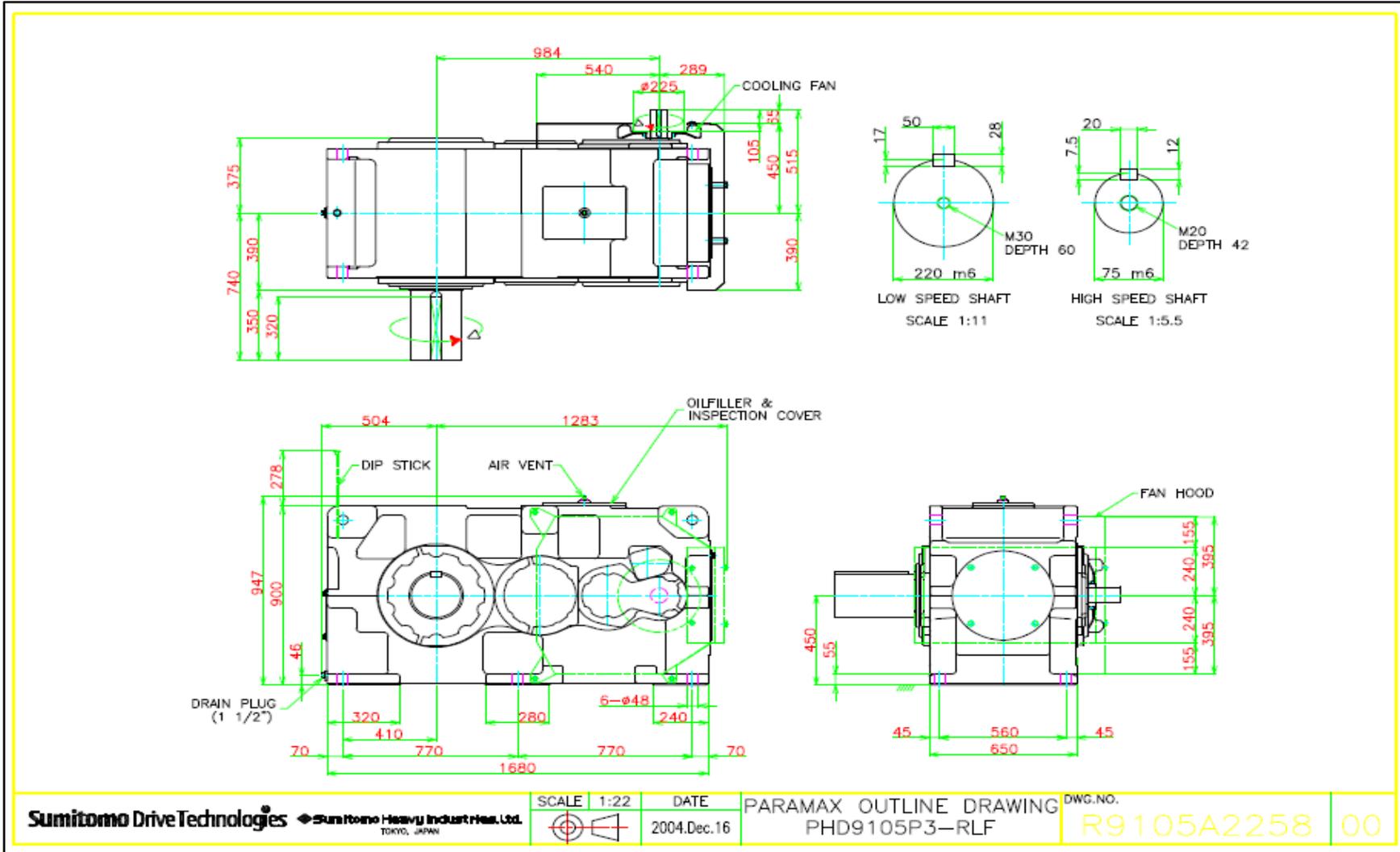
**MOTORES PREMIUM SEVERE DUTY  
THREE PHASE, NEMA PREMIUM® EFFICIENCY® / IEEE 45  
LOW VOLTAGE**



**RESUMEN DE MOTORES TATUNG / DOS AÑOS DE GARANTIA**

Item	Qty	Catalog	Manuf.	Frame	HP	RPM	Volts	Hz	Weight lbs	Enclosure	Efficiency	S.F.	Unit Price	Total Price
1	1	SPL	TATUNG	N5808UZ	500	1800	460	60	5400	TEFC	95.8 %	1.15	\$25,453.67	\$25,453.67
		INCLUYE	Nema MG 1 and IEEE 112 NEMA PREMIUM® EFFICIENCY IEEE45 USCG Marine Duty, Meets NEMA MG1 - 1.26.6 Waterproof specification VFD 10% - 100% speed, Ratio 10:1 - Inverter Duty Motor Design 4,000 meters above sea level Max. Rise 80°C by RM at 1.0 Service Factor at 4,000 meters altitude @ -15 a 40°C ambient temperature Fabricated Heavy Duty Die Cast Rotor L-10 life of 150,000 hours direct coupling Class F Insulation system Montaje HORIZONTAL Variación of voltage ± 10% <b>DATA PERFORMANCE:</b> F/L Amps @ 460V: 546 Amps LRT (% FLT): 152 % BDT (% FLT): 292 % LRC (% FLC): 700% (o 3953 Amps) RPM 1788 EFF. (%): 4/4 Load: 95.8 3/4 Load: 95.4 2/4 Load: 94.5 P.F. (%): 4/4 Load: 89.5 3/4 Load: 88.0 2/4 Load: 83.0											
			NEMA B TORQUE KVA CODE G <b>CARACTERISTICAS INCLUIDAS:</b> (a) Fabricated Heavy Duty Die Cast Rotor (b) Suitable for VFD or DOL - across line start or Soft Starter VFD 10% - 100% speed Variable Torque, Ratio 10:1 - Inverter Duty Motor VFD 50% - 100% speed Constant Torque, Ratio 2:1 - Inverter Duty Motor Inverter application meets NEMA MG-1 Part 31 (c) (06) RTD's Stator PT-100 - 2/phase (d) (02) RTD's Bearing PT-100 - 1/bearing (DE&ODE)											

# ANEXO 5 Plano del reductor



**Sumitomo Drive Technologies** Sumitomo Heavy Industries Ltd. TOKYO, JAPAN

SCALE 1:22 DATE 2004.Dec.16

PARAMAX OUTLINE DRAWING PHD9105P3-RLF

DWG.NO. R9105A2258 00

ANEXO 6 Características técnicas del reductor

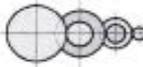
Description							
<b>REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO EJES PARALELOS CON EJE DE ENTRADA</b>							
<b>Y UN EJE DE SALIDA, SOLIDOS DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:</b>							
	Marca: SUMITOMO						
	Fabricacion: JAPON						
	Aplicación: WINCHES						
	Caja : PARTIDA						
	Model : PHD9105P3-RLF-35.5						
	Potencia Aplicación: 500 HP efectivos a 3,000 metros s.n.m.						
	Potencia Mecánica: 1045 HP a 1,750 RPM						
	Capacidad Térmica: 805HP @ A 30°C efectivos a 2,500 msnm						
	Velocidad de entrada: 1,750 RPM						
	Factor de Servicio Mecánico: 2.09						
	Factor de Servicio Termico: 1.85						
	Ratio : 35.5:1						
	Ratio Exacto: 35.1: 1						
	Velocidad de Salida: 49.8 RPM						
	Número de etapas: TRES						
	Peso Aproximado: 3,340 KG.						
	Torque de Salida del Reductor: 67725 N-m						
	Torque nominal del Reductor: 145,442 N-m						
	Diametro de entrada: 75 mm						
	Diametro de salida: 220 mm						
INCLUYE:	Válvula de drenaje						
	Ventilador						
	Retén en eje de entrada						
	Retén en eje de salida						
	Tapon de Drenaje Magnetico						
	Pintura Epóxica						
	Embalaje Maritimo						

## ANEXO 7 Nomenclatura del reductor

PARAMAX® 9000

### Reducer Nomenclature

P
H
D
9075
R
3

Series	Mounting	Housing	Size	Torque kNm	Shaft Position	Number of Gear Stages
<b>P</b> Paramax	<b>H</b>  Horizontal	<b>A</b> Monoblock	9015	2.6	<b>R</b>  Right Angle	<b>2</b>  Double Reduction
			9025	4.2		
			9030	6.4		
			9035	8.5		
			9040	10.1		
			9045	13.2		
			9050	15.3		
			9055	19.9		
	<b>V</b>  Vertical	<b>D</b> Split	9060	24.4	<b>P</b>  Parallel	<b>3</b>  Triple Reduction
			9065	31.1		
			9070	38.2		
			9075	47.8		
			9080	58.5		
			9085	73.1		
			9090	85.9		<b>4</b>  Quadruple Reduction
			9095	101		
			9100	122		
			9105	144		
			9110	174		
			9115	207		
<b>W</b>  Upright	<b>D</b> Split	9118	260	<b>P</b> Parallel		
		9121	301			
		9126	351			
		9128	420			
		9131	473			
		9136	552			

1. For shaft arrangement, refer to the dimension sheets.
2. Consult us for reduction ratios smaller than 6.3.

Speed Reducer  
Selection Tables  
Dimension Tables

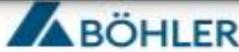
ANEXO 8 Características técnicas del variador

SISTEMA DE VARIADOR INTEGRADO CON BANCO DE RESISTENCIA DE FRENADO			
5	1	VFD	TABLERO CON VARIADOR 500Hp @ 3,000 meters a.s.l., NEMA componentes
			Encerramiento NEMA 3R/4
			- VARIADOR ALTIVAR APM 6 PULSOS ATV90A0C50T4
			-RELE MULTIFUNCION MPS3000
			-ENCODER INTERFACE MODULE
			- UNIDAD DE FRENADO IGARD (CANADA)
		INCLUYE	ASISTENCIA TECNICA EN SITIO
	1	1SET	* Start-Up & Commissioning en Sitio:
			- Máximo de 03 días
			- Hasta un máximo de 01 Viaje
			* Capacitación en Sitio:
			- Charlas de Operación, Mantenimiento y Deteccion de fallas
			- Lectura de Planos de Arrancadores por VFD
			- Procedimiento de configuración de Variador
			* No Incluye
			- Alojamiento
			- Alimentacion
			- Traslado lima -sitio (garita) -lima
			- Traslado interno

## ANEXO 9. Características técnicas acero VCN

# VCN

AISI : ~ 4340 H  
DIN : 34 Cr Ni Mo 6  
W N°: 1.6582



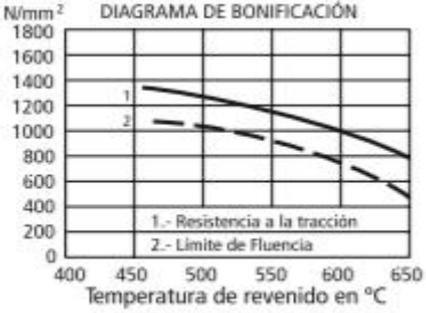
Tipo de aleación promedio : C 0,34 Cr 1,5 Ni 1,5 Mo 0,2 Si 0,30 Mn 0,50%  
 Color de identificación : Verde  
 Estado de suministro : Bonificado 240-380 HB Típico. Ver tabla inf.  
 Largo estándar : 3,5 - 6 metros.

**Acero especial de bonificación al cromo níquel molibdeno, altamente resistente a la tracción, a la torsión y a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a fragilidad de revenido. Por su estado de suministro permite en la mayoría de los casos su aplicación, sin necesidad de tratamiento térmico adicional.**

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de mayores dimensiones, sometidas a muy altos esfuerzos dinámicos y otras altas exigencias mecánicas. Cigüeñales, ejes de leva, árboles de transmisión, barras de torsión, ejes cardán, ejes para bombas, ejes para hélice de aviones, pernos y tuercas de alta tensión, rodillos de transportadora, vástagos y pines, muñones; brazos de dirección, ciertos engranajes, discos de embrague, etc.

### INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

<b>Forjado:</b>	1050 - 850 °C
<b>Recocido:</b>	650 - 700 °C
Enfriamiento lento en el horno	
<b>Temple:</b> al aceite	830 - 860 °C
<b>Dureza obtenible:</b>	52 - 56 HRC
<b>Revenid :</b>	540 - 680 °C
<b>Normalizado:</b>	850 - 880 °C
<b>Nitrurar:</b>	580 °C



**DIAGRAMA DE BONIFICACIÓN**

1.- Resistencia a la tracción  
2.- Límite de Fluencia

Resistencia en estado Recocido		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO BONIFICADO						
máx. N/mm <sup>2</sup>	Dureza Brinell máx.	Diámetro mm.		Límite de fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Elongación (Lo = 5d) % mín.	Estricción % mín.	Resiliencia según DVM Joule
		desde	hasta					
800	248	16	16	980	1180 - 1380	9	40	41
		40	40	885	1080 - 1280	10	45	48
		100	100	785	980 - 1180	11	50	48
		160	160	685	880 - 1080	12	55	48
		160	250	590	780 - 930	13	55	48

Soldadura: Consultar con nuestro Departamento Técnico

[www.voestalpine.com/highperformancemetals/peru](http://www.voestalpine.com/highperformancemetals/peru)  
[www.bohlerperu.com](http://www.bohlerperu.com)

  
ONE STEP AHEAD.

ANEXO 10. Características técnicas acero 1045

H



AISI : 1045      WN°: 1.1191  
DIN : CK 45

Tipo de aleación promedio : C 0,45 Si 0,3 Mn 0,7 %  
Color de identificación : Rojo - Blanco - Rojo  
Estado de suministro : Dureza natural 193 HB máx.

**ACERO FINO AL CARBONO DE ALTA CALIDAD**

**Gran pureza de fabricación y estricto control de calidad.**

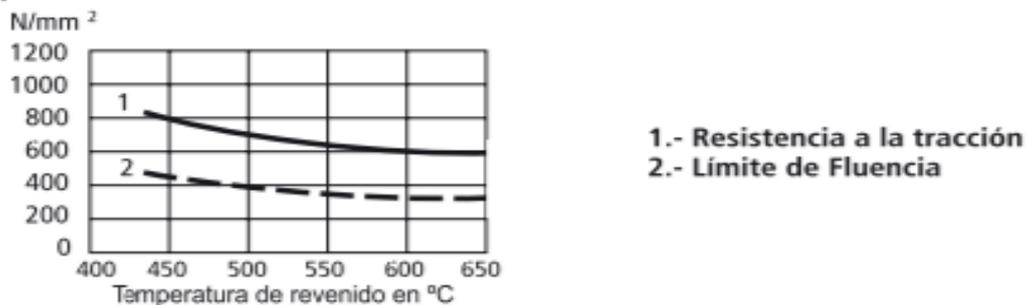
**APLICACIONES:** Partes de maquinaria y repuestos sometidos a esfuerzos normales. Árboles de transmisión, ejes, pernos, tuercas, ganchos, pines de sujeción, pasadores, cuñas, chavetas, etc. También para herramientas de mano, portamatrices, etc.

**INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO**

<b>Forjar:</b>	1100	-	850 °C
<b>Normalizar:</b>	840	-	870 °C
<b>Recocer:</b>	650	-	700 °C
Enfriamiento lento en el horno			
<b>Temple: al agua (*)</b>	820	-	850 °C
<b>Dimensiones menores: al aceite</b>	830	-	860 °C
<b>Revenido: Según el uso</b>	100	-	300 °C
<b>Nitrurado: en baño de sal</b>			580 °C

**SOLDADURA:** Con soldadura especial de alta resistencia.

Según tamaño y complejidad del trabajo, se recomienda un precalentamiento entre 200-300°C. Electrodo BÖHLER UTP 76/ UTP 6020



Estado	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS				
	Diámetro mm.	Límite de fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento (Lo = 5d) mín. %	Contracción mín. %
Natural	-	370	650	15	35
Recocido	16 - 100	340	650 - 750	17	35
	100 - 250	330	580 - 700	18	-

(\*) Soldadura y Tratamiento Térmico: Consultar con Departamento Técnico.

[www.voestalpine.com/highperformancemetals/peru](http://www.voestalpine.com/highperformancemetals/peru)  
[www.bohlerperu.com](http://www.bohlerperu.com)



20

## ANEXO 11 Características técnicas acero A-36

### PLANCHAS Y BOBINAS ESTRUCTURALES A36 LAMINADAS EN CALIENTE (LAC)



#### PROPIEDADES MECÁNICAS

NORMA TÉCNICA DEL PRODUCTO	GRADO	TIPO	LÍMITE DE FLUENCIA MPa ≥	CARGA DE ROTURA MPa	ELONGACIÓN % ≥
ASTM A 36/A 36M	-	-	250	400 - 550	23 (2") 20 (8")
ASTM A1011/A1011M	36	2	250	400 - 550	21 (2") 16 (8")
ASTM A1018/A1018M	36	2	250	400 - 550	21 (2") 18 (8")

( ) Tamaño de probeta.

**NORMAS EQUIVALENTES ó APROXIMADAS:** ASTM A 570 Grado 36, JIS G 3101 S5400, DIN 17100 St 37-2, DIN 17100 St44-2, EN 10025 S275JO

#### DIMENSIONES ESTÁNDAR

DIMENSIONES mm	PESO TEÓRICO EN kg/plancha		TOLERANCIA EN EL ESPESOR mm ±	ESPESOR EQUIVALENTE ó APROXIMADO
	1,500 x 6,000 mm	2,400 x 6,000 mm		
3.00*	211.95		0.24	1/8"
4.00*	282.60		0.45	5/32"
4.50*	317.93		0.45	3/16"
4.80*	339.12		0.45	3/16"
6.00	423.90		0,8/0,3	1/4"
6.40	452.16	723.46	0,8/0,3	1/4"
8.00	565.20	904.32	0,8/0,3	5/16"
9.00	635.85	1,017.36	0,8/0,3	3/8"
9.50	671.18	1,073.88	0,8/0,3	3/8"
12.00	847.80	1,356.48	0,8/0,3	1/2"
12.50	883.13	1,413.00	0,8/0,3	1/2"
16.00	1,130.40	1,808.64	0,8/0,3	5/8"
19.00	1,342.35	2,147.76	0,8/0,3	3/4"
22.00	1,554.30	2,486.88	0,9/0,3	7/8"
25.00	1,766.25	2,826.00	1,0/0,3	1"
32.00	2,260.80	3,617.28	1,3/0,3	1 1/4"
38.00	2,684.70	4,295.52	1,5/0,3	1 1/2"
50.00	3,532.50	5,652.00	1,8/0,3	2"
63.00	4,450.95	7,121.52	2,4/0,3	2 1/2"
75.00	5,298.75	8,478.00	2,8/0,3	3"
100.00	7,065.00	11,304.00	3,5/0,3	4"
125.00	8,831.25	14,130.00	3,5/0,3	5"
150.00	10,597.50	16,956.00	3,5/0,3	6"

**TOLERANCIAS:** \*De acuerdo al JIS G 3193; las demás de acuerdo al ASTM A6/A 6M

**BOBINAS:** Hasta 16,0 mm de espesor, se suministran completas.

**LONGITUDES DIFERENTES:** Previa coordinación.

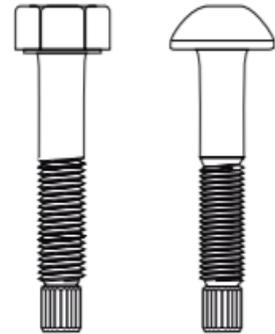
**USOS:** Fabricación de estructuras, tanques, tolvas, cascos de molinos, perfiles conformados en frío, vigas soldadas, tubos, edificios, ciclones, puentes, autopartes, secadores, etc.

## ANEXO 12. Torques de pernos

### TORQUE TENSION PARA PERNOS ESTRUCTURALES

ASTM A325 - ASTM F1852 (Con recubrimiento Dacromet y Galvanizado mecánico)

ASTM A490 - ASTM F2280

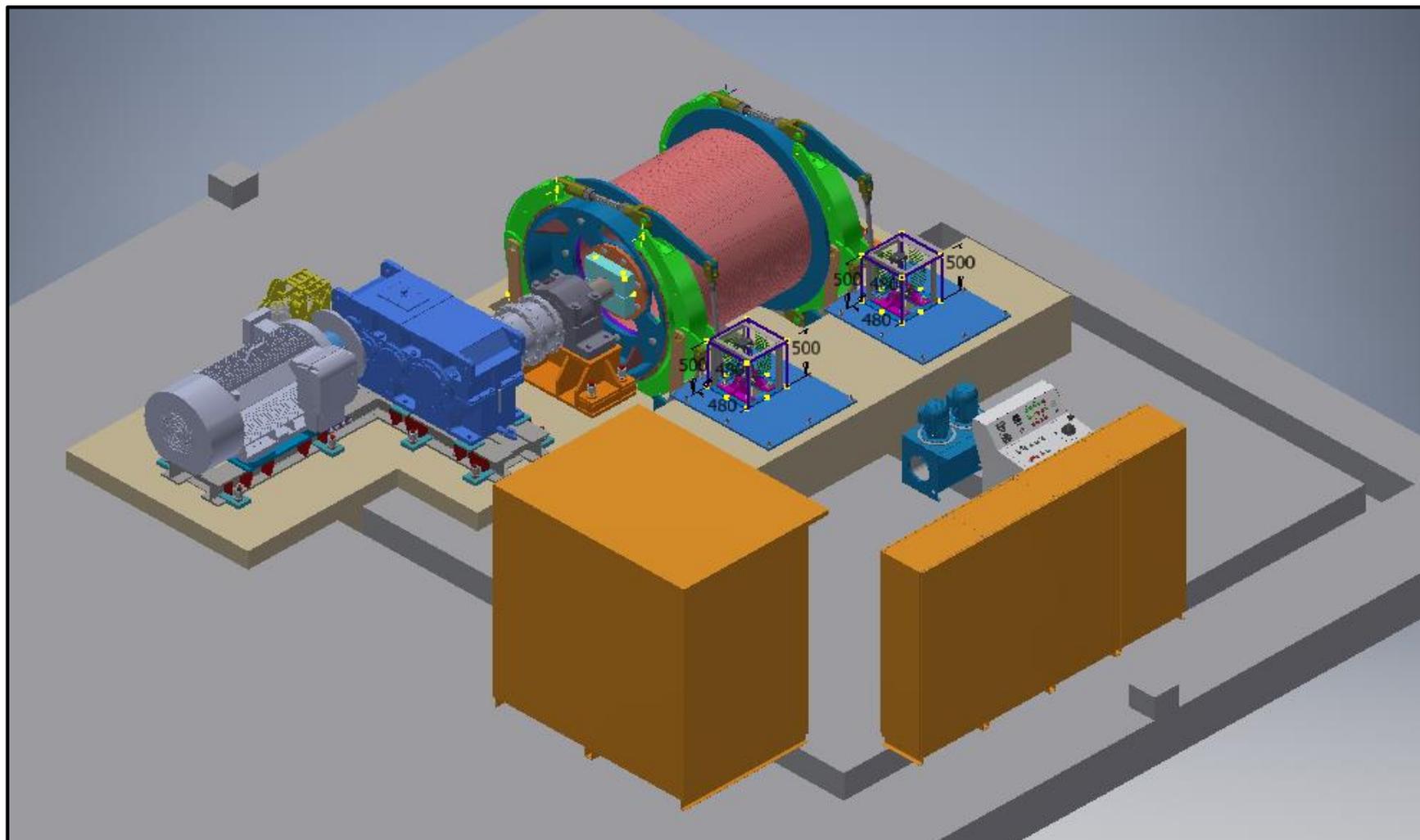


#### TENSIÓN MÍNIMA RECOMENDADA

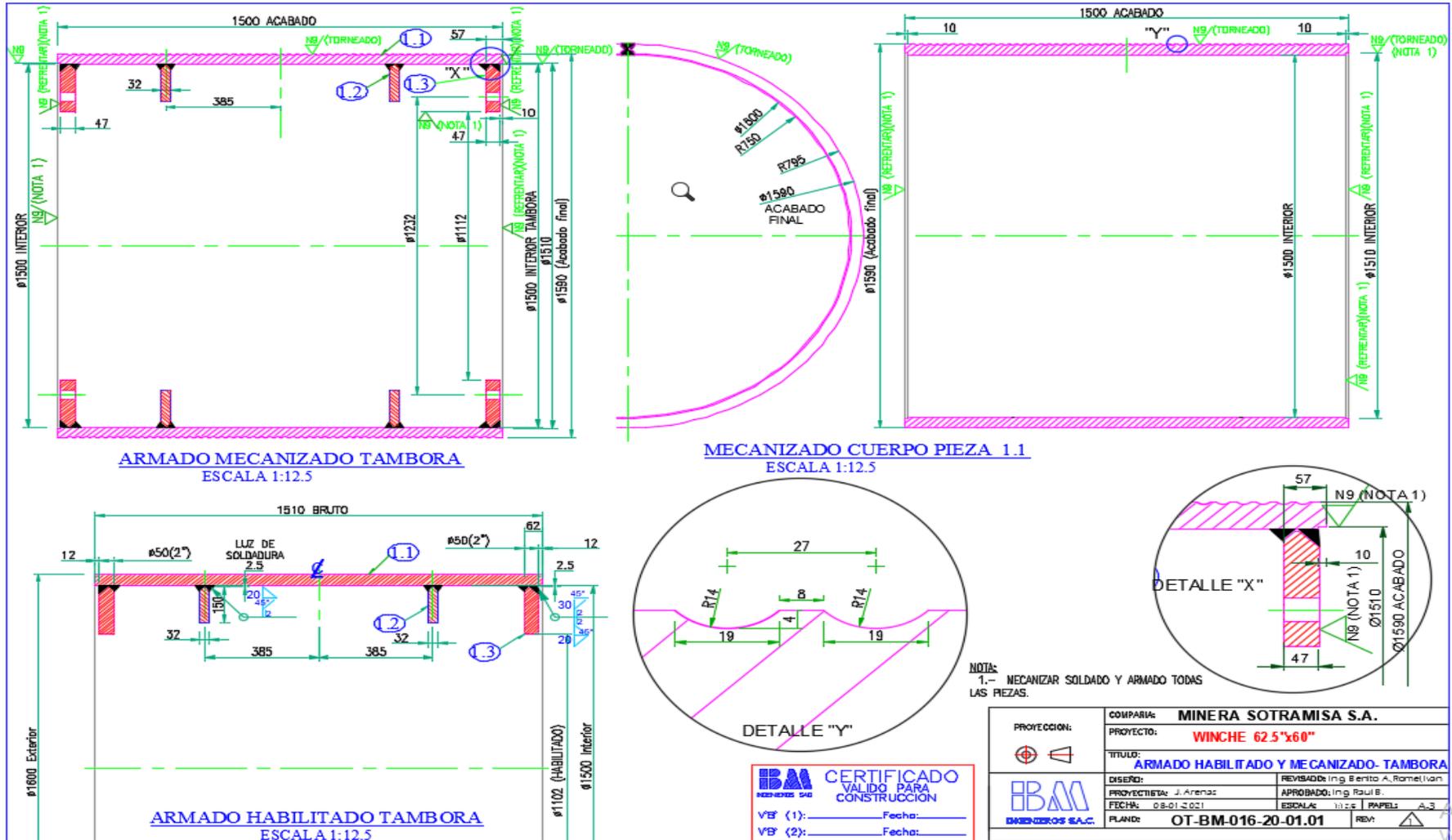
LOS VALORES SON 1.05 VECES QUE EL DISEÑO MIN. DE LA ASIC (American institute of steel construction)

	PERNOS ASTM A325 - PTC F1852	PERNOS ASTM A490 - PTC F2280
DIAMETROS PERNO	Libras	Libras
1/2"	13,000	16,000
5/8"	20,000	25,000
3/4"	29,000	37,000
7/8"	41,000	51,000
1"	54,000	67,000
1-1/8"	59,000	84,000
1-1/4"	75,000	107,000
1-3/8"	89,000	127,000
1-1/2"	108,000	155,000

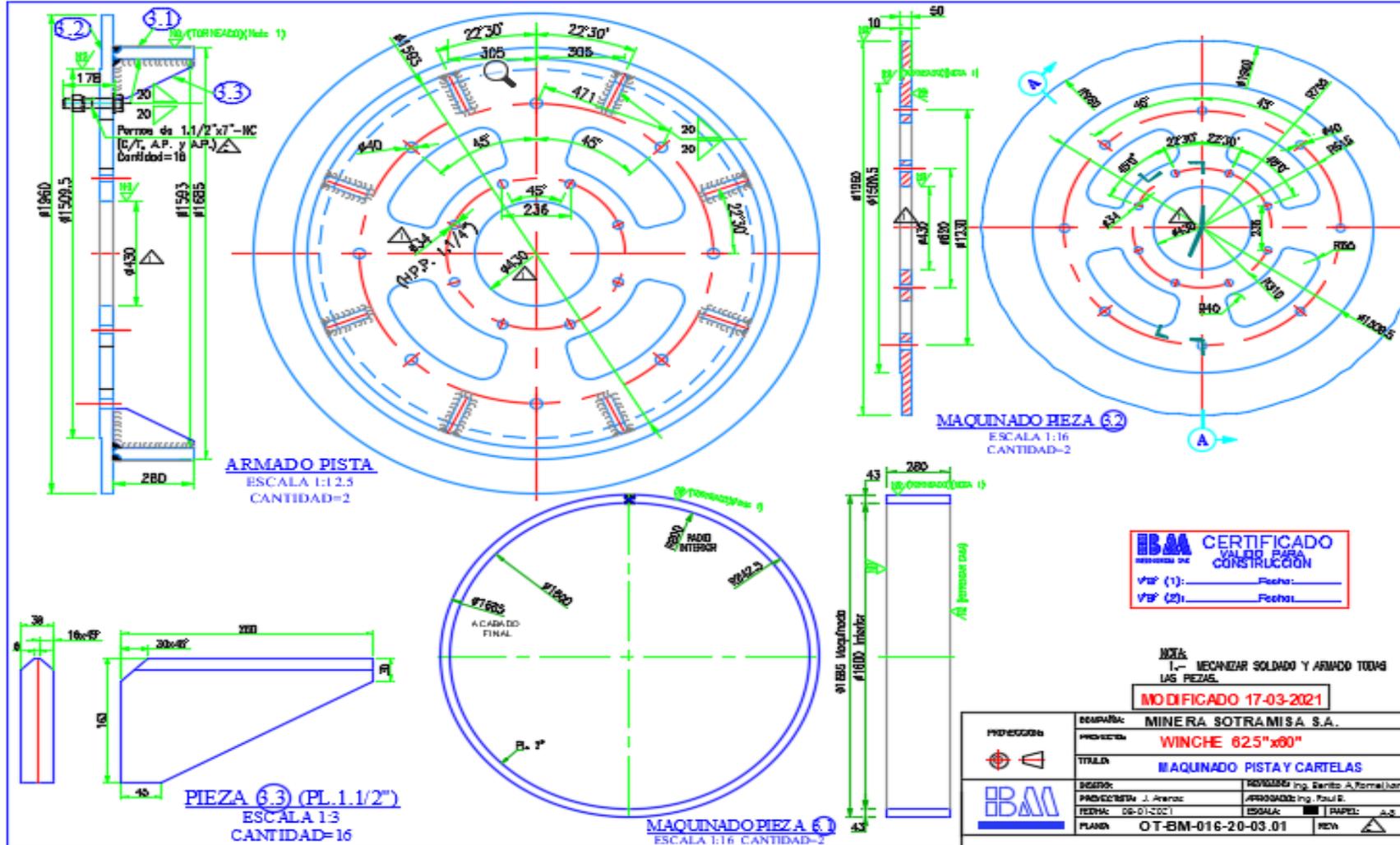
ANEXO 13 Plano Vista isométrica componentes del winche



## ANEXO 14 Plano de tambor de winche

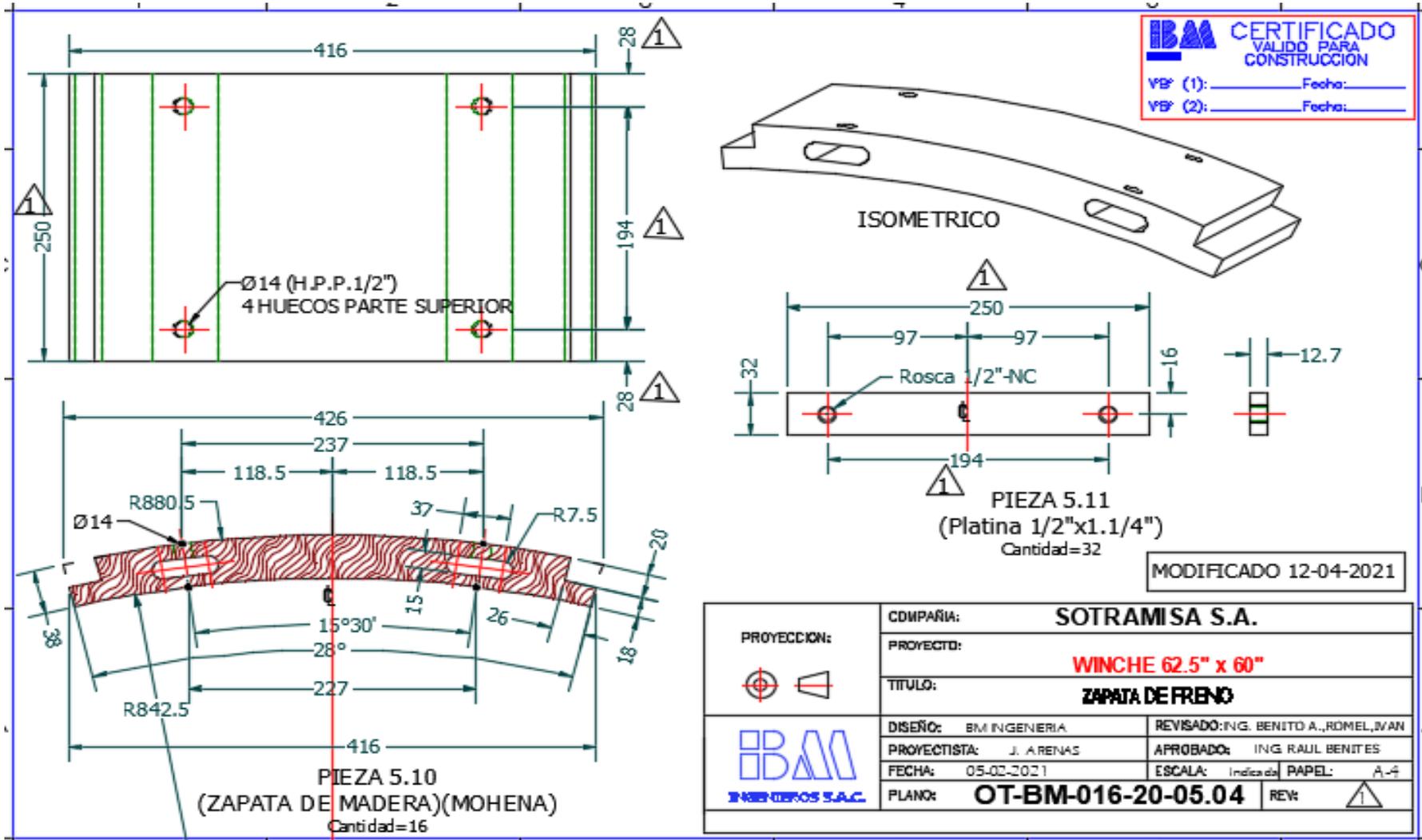


ANEXO 15 Plano de Tapas laterales de winche

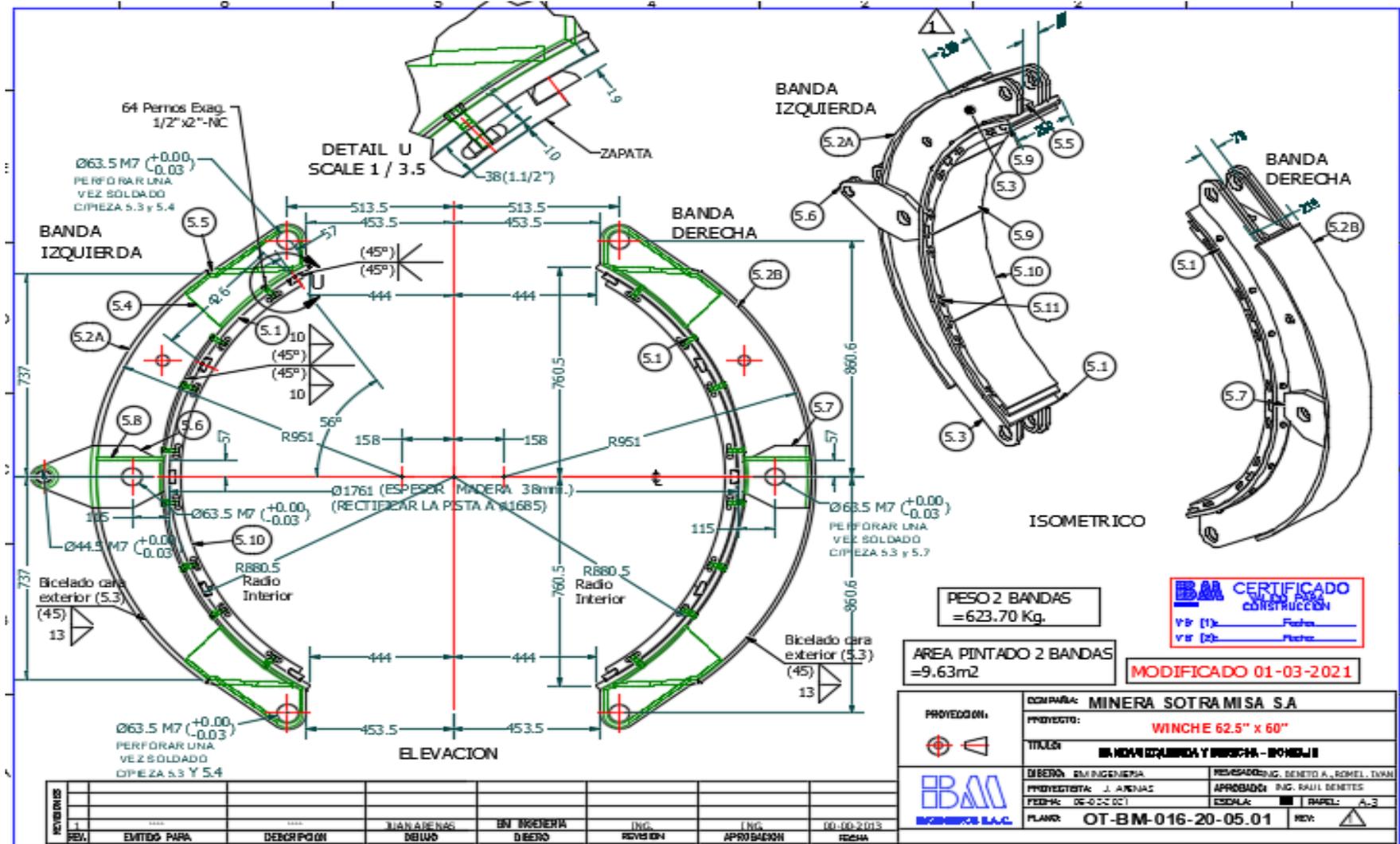




ANEXO 17 Plano de Zapata de freno



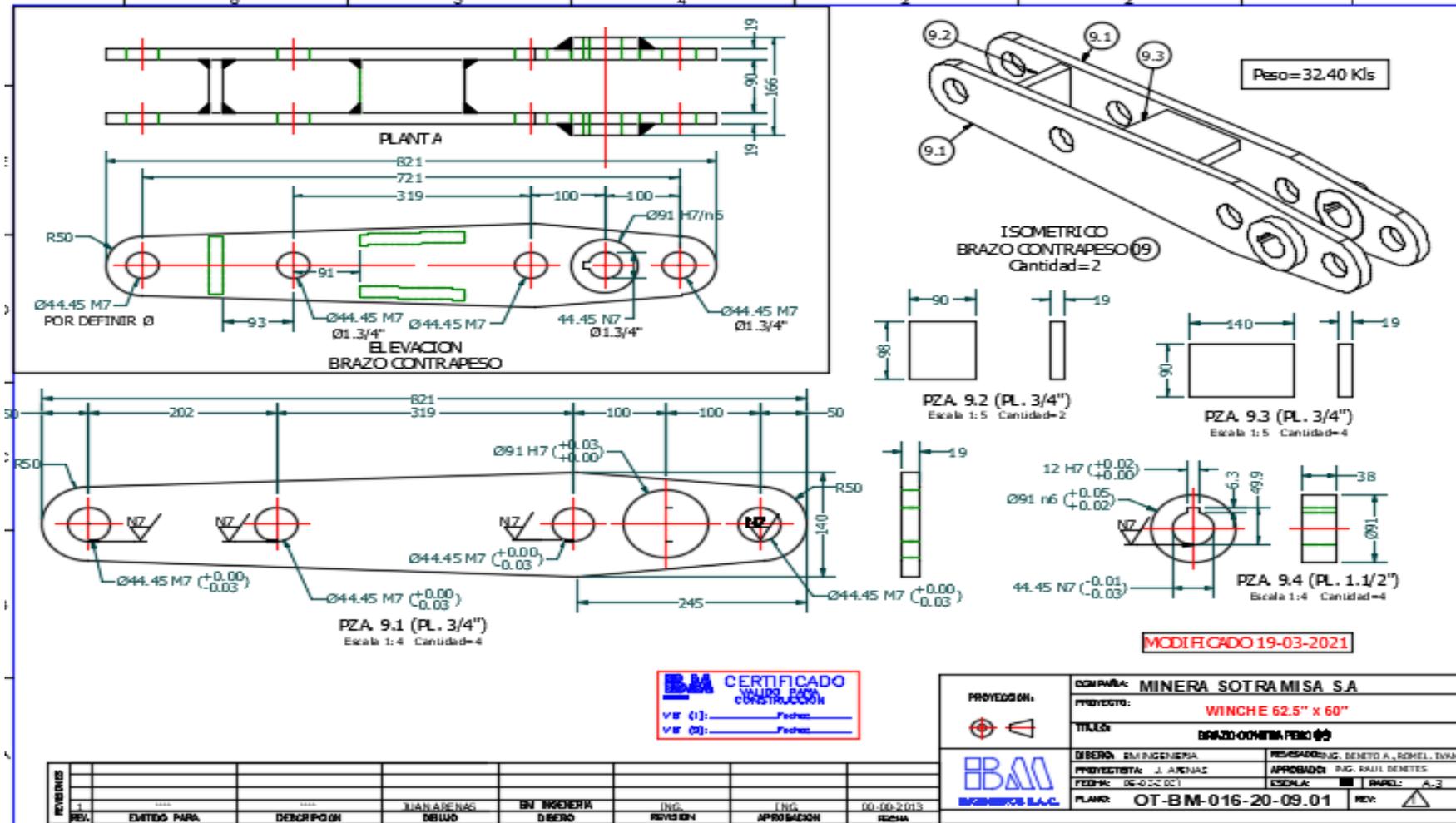
### ANEXO 18 Plano de bandas de freno



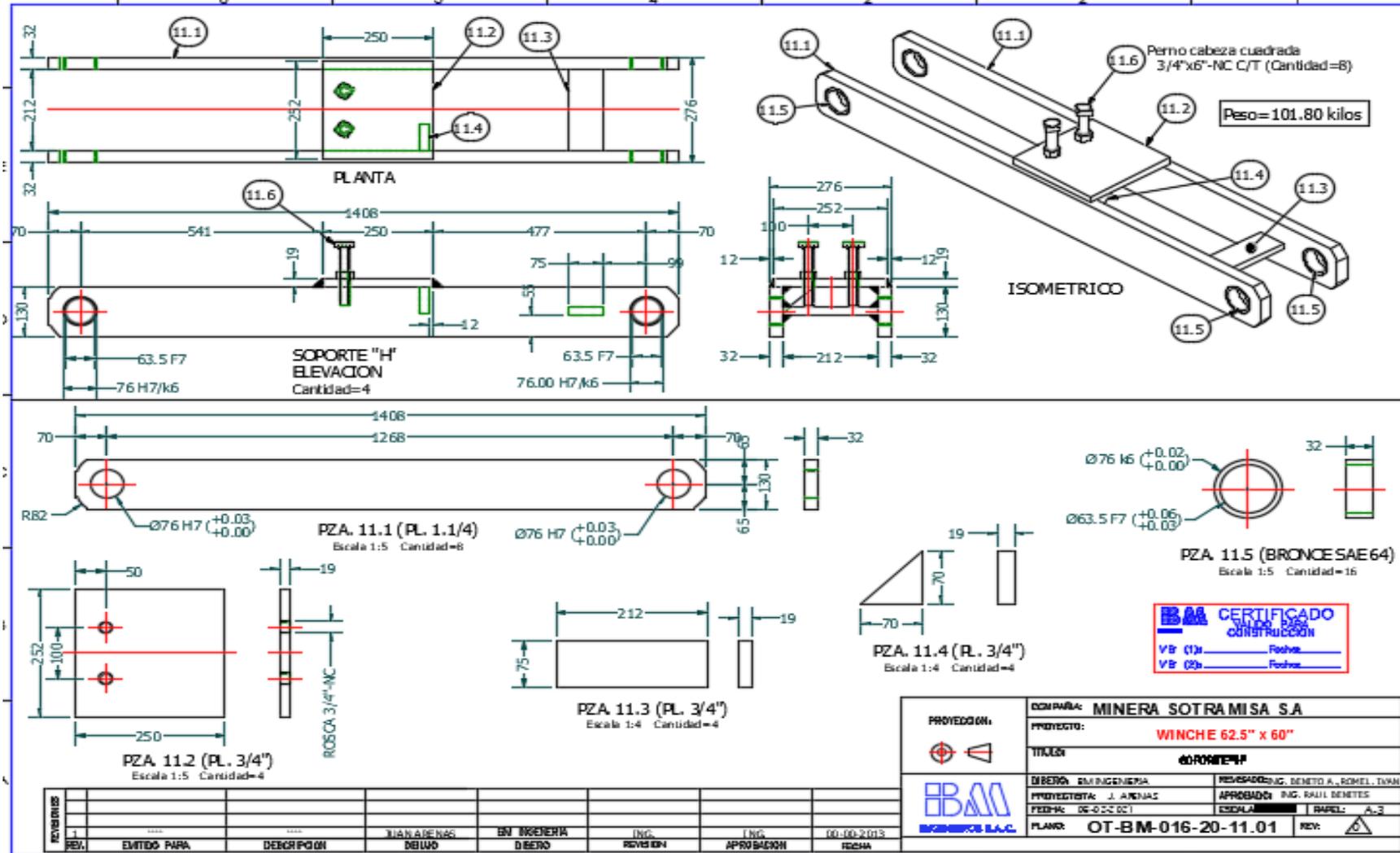




### ANEXO 21 Plano de brazo inferior pivotante

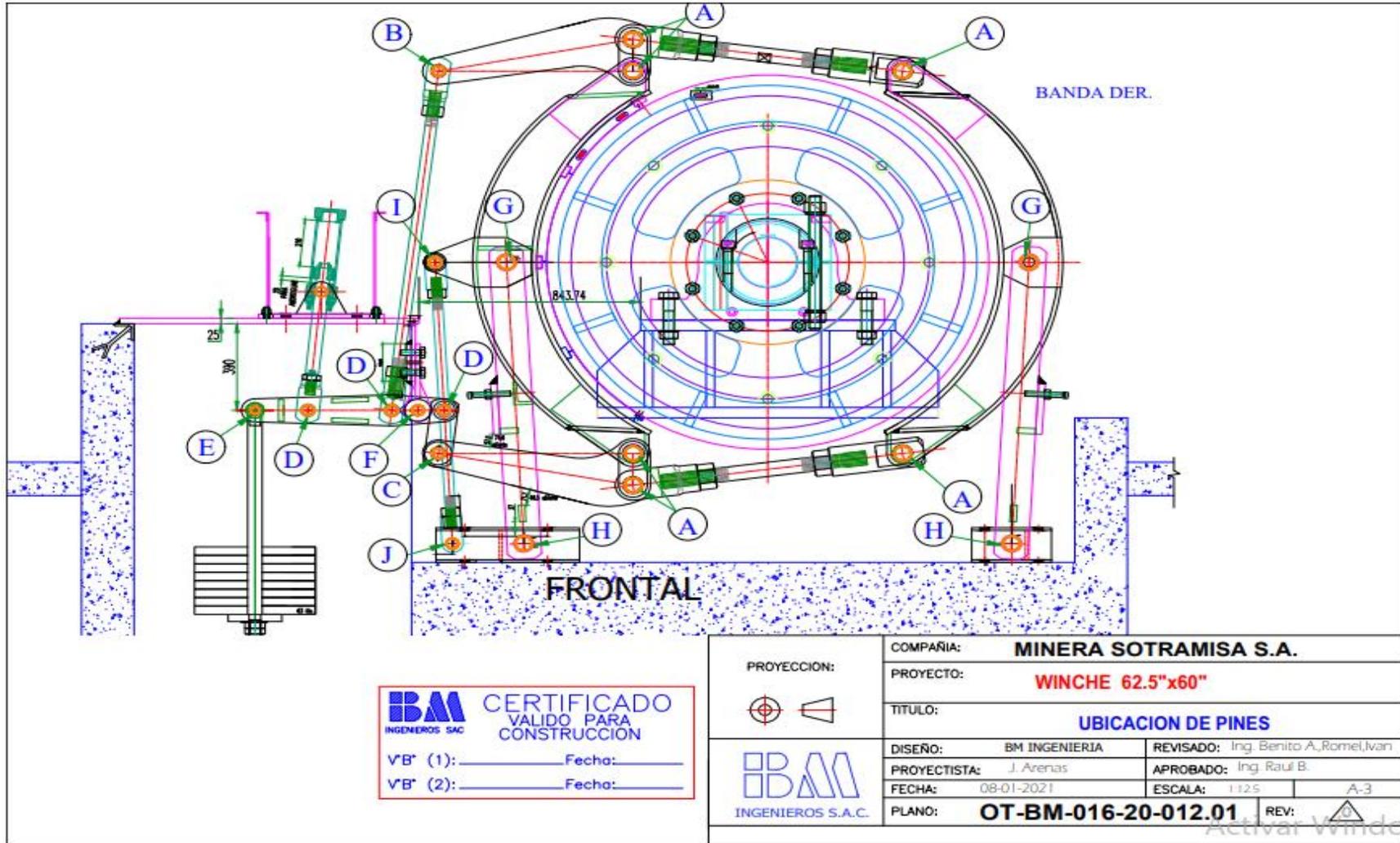


## ANEXO 22 Plano de base de freno





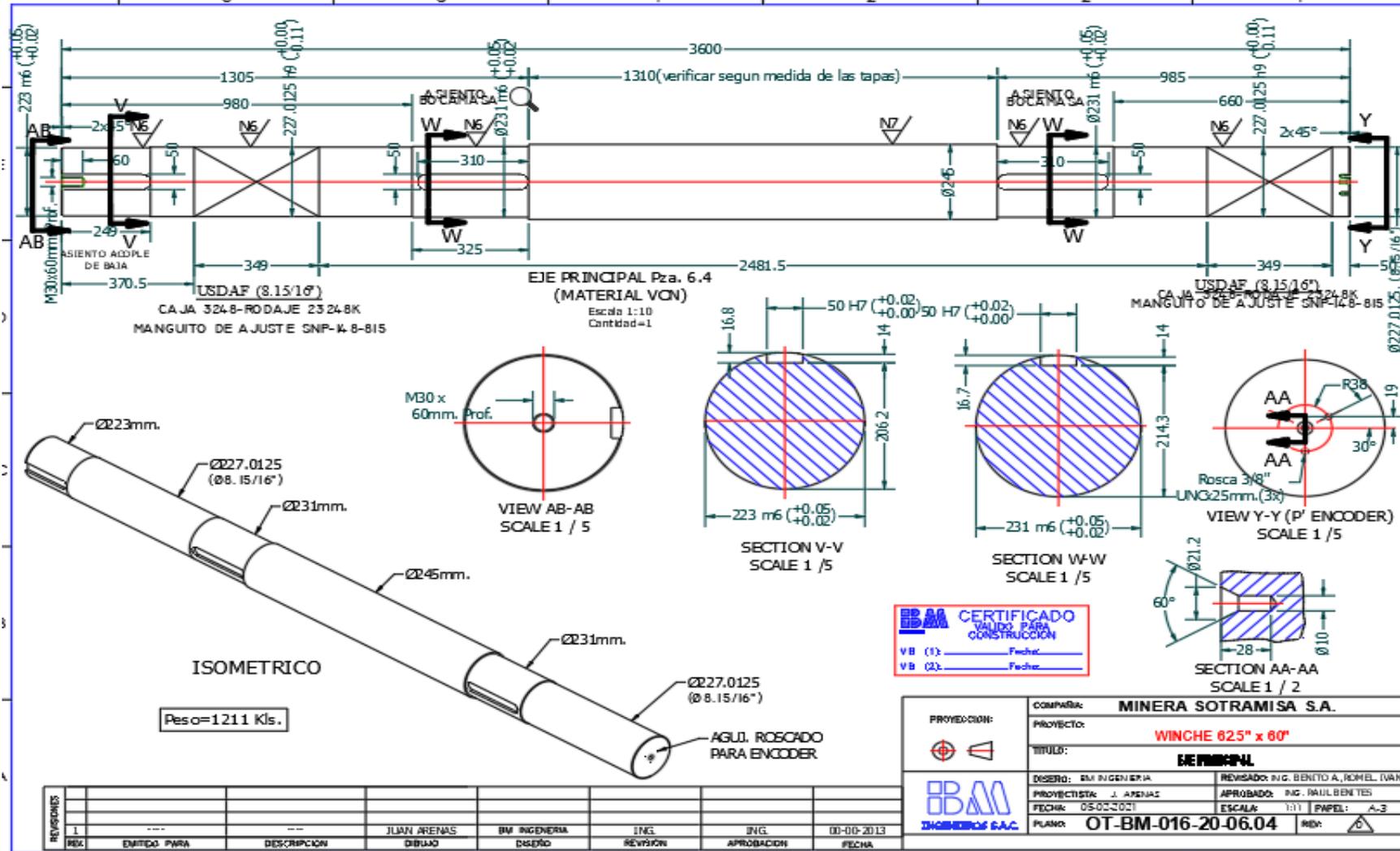
ANEXO 24 Plano ubicación de pines



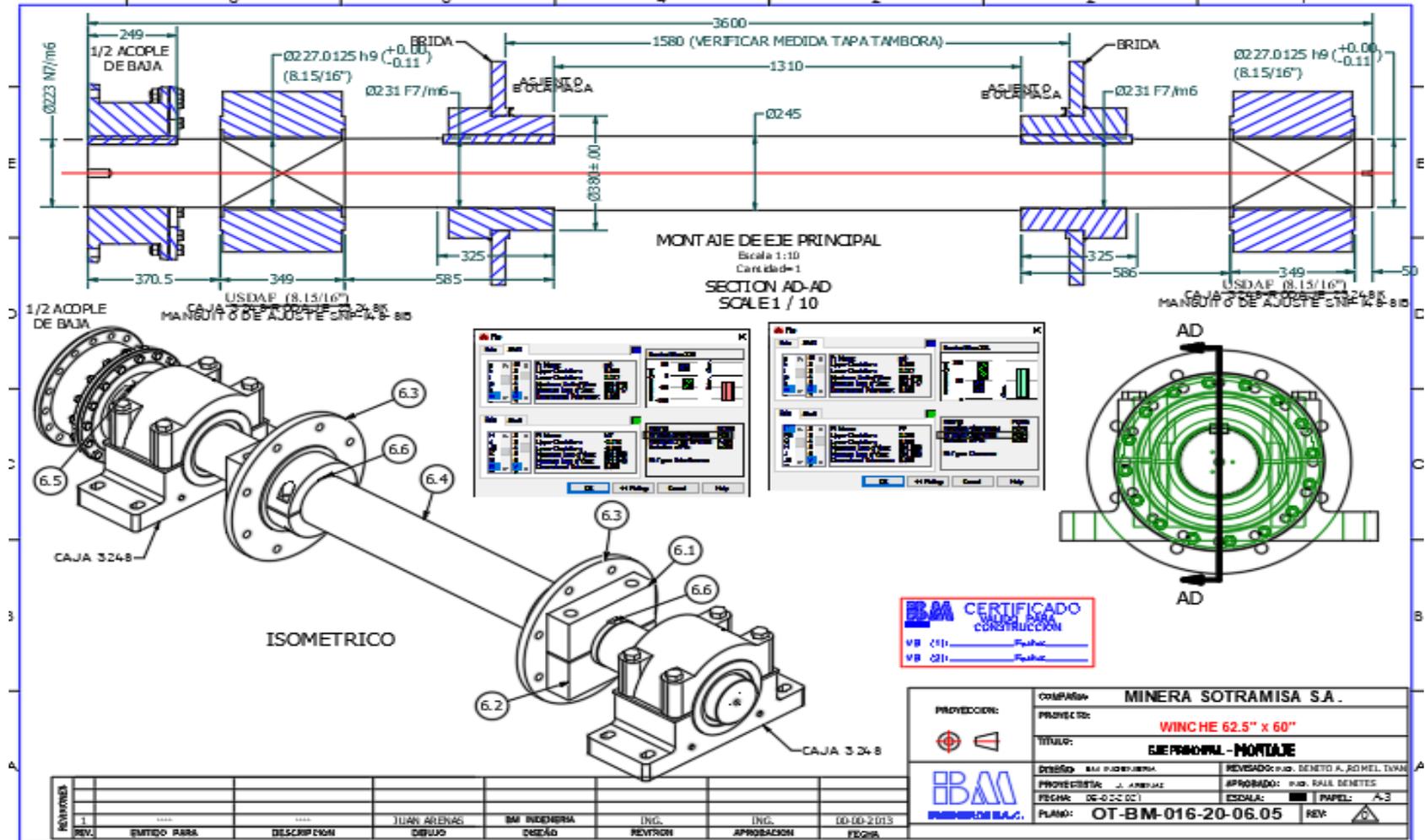
**IBAM** INGENIEROS SAC  
**CERTIFICADO**  
 VALIDO PARA  
 CONSTRUCCION  
 V'B' (1): \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 V'B' (2): \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

PROYECCION: 	COMPAÑIA: <b>MINERA SOTRAMISA S.A.</b>		
	PROYECTO: <b>WINCHE 62.5"x60"</b>		
 INGENIEROS S.A.C.	TITULO: <b>UBICACION DE PINES</b>		
	DISEÑO: BM INGENIERIA	REVISADO: Ing. Benito A. Romel, Ivan	
	PROYECTISTA: J. Arenas	APROBADO: Ing. Raul B.	
	FECHA: 08-01-2021	ESCALA: 1:125	A-3
	PLANO: <b>OT-BM-016-20-012.01</b>	REV: 	

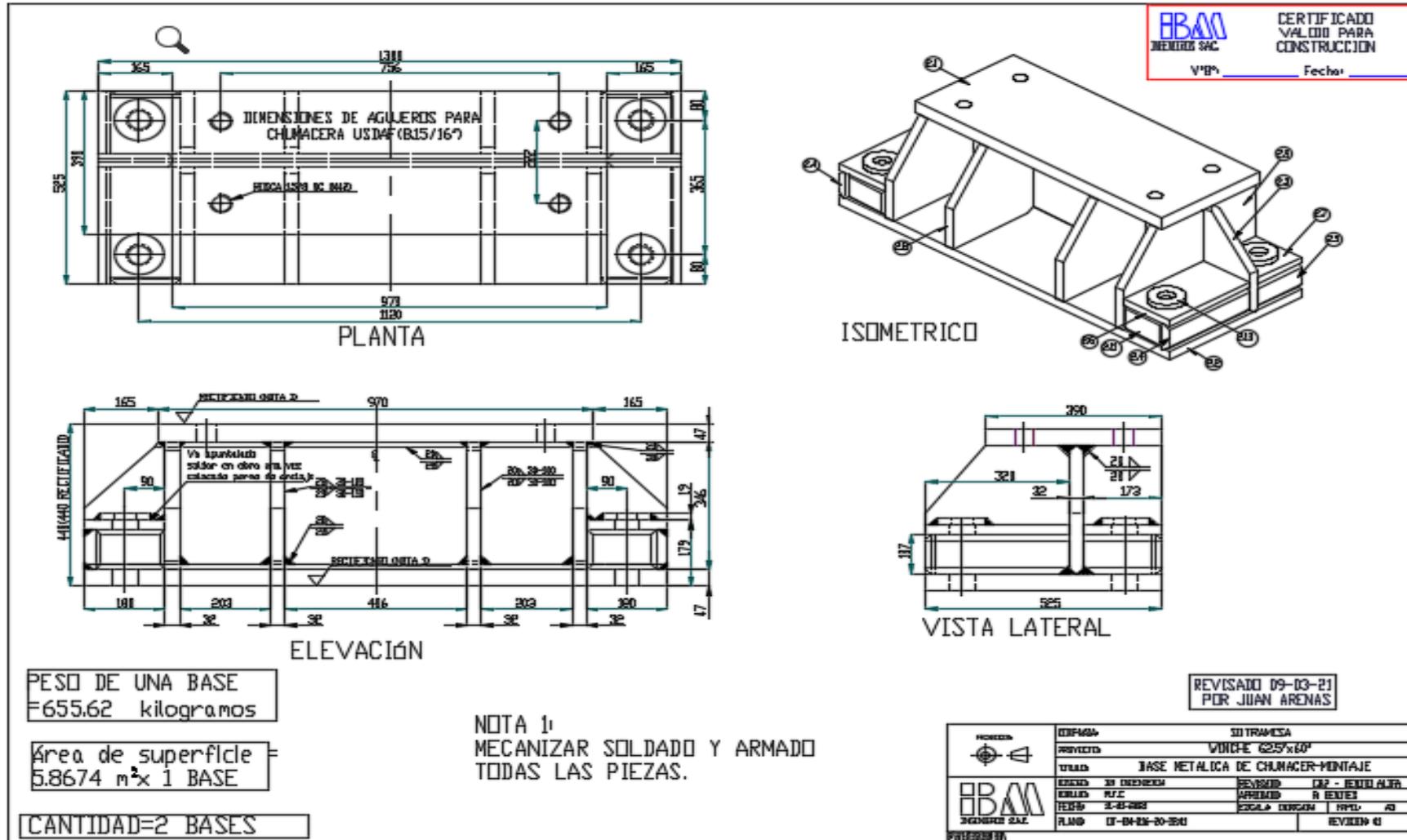
### ANEXO 25 Plano de eje de winche



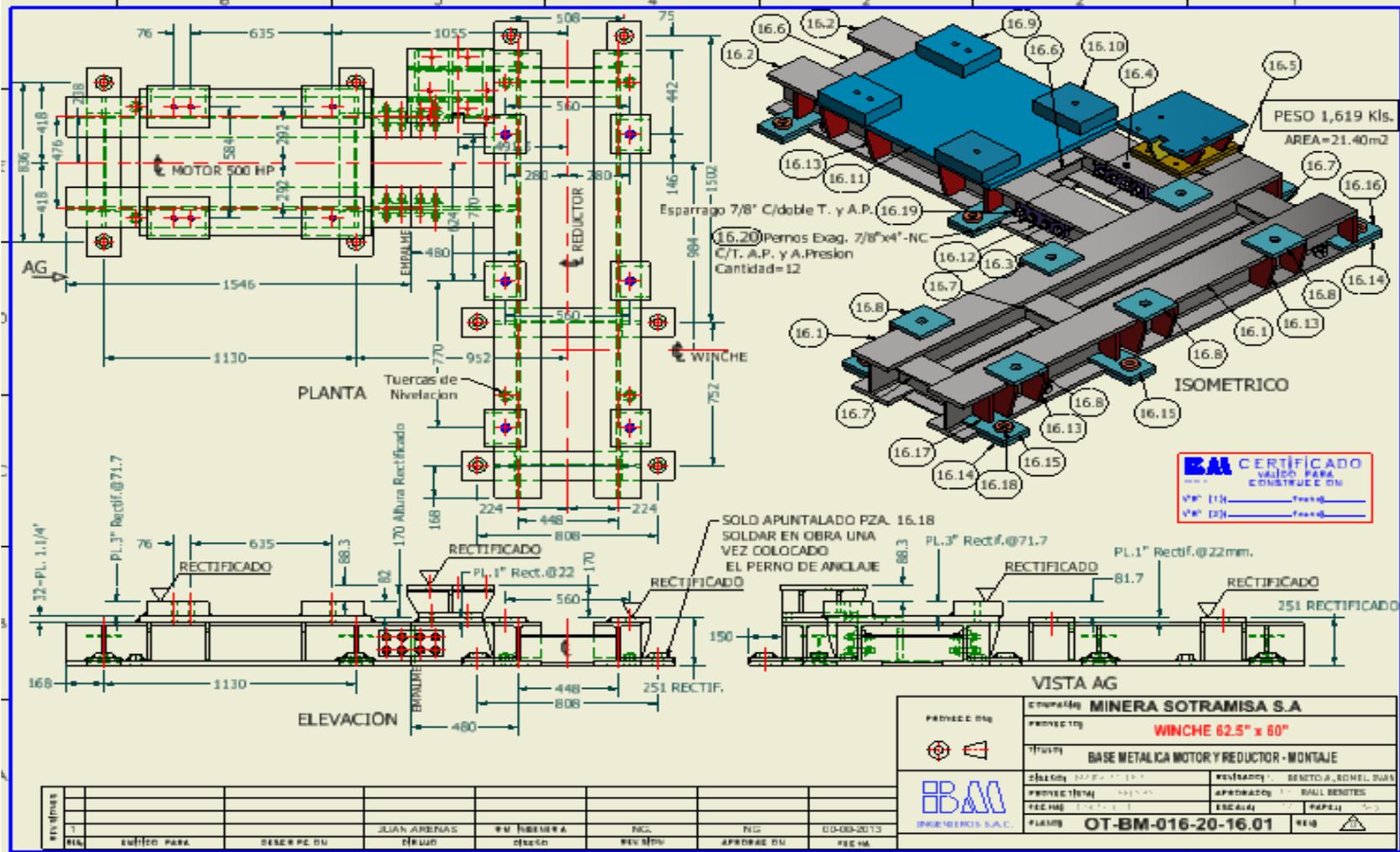
## ANEXO 26 Plano ensamble de eje y bocamaza



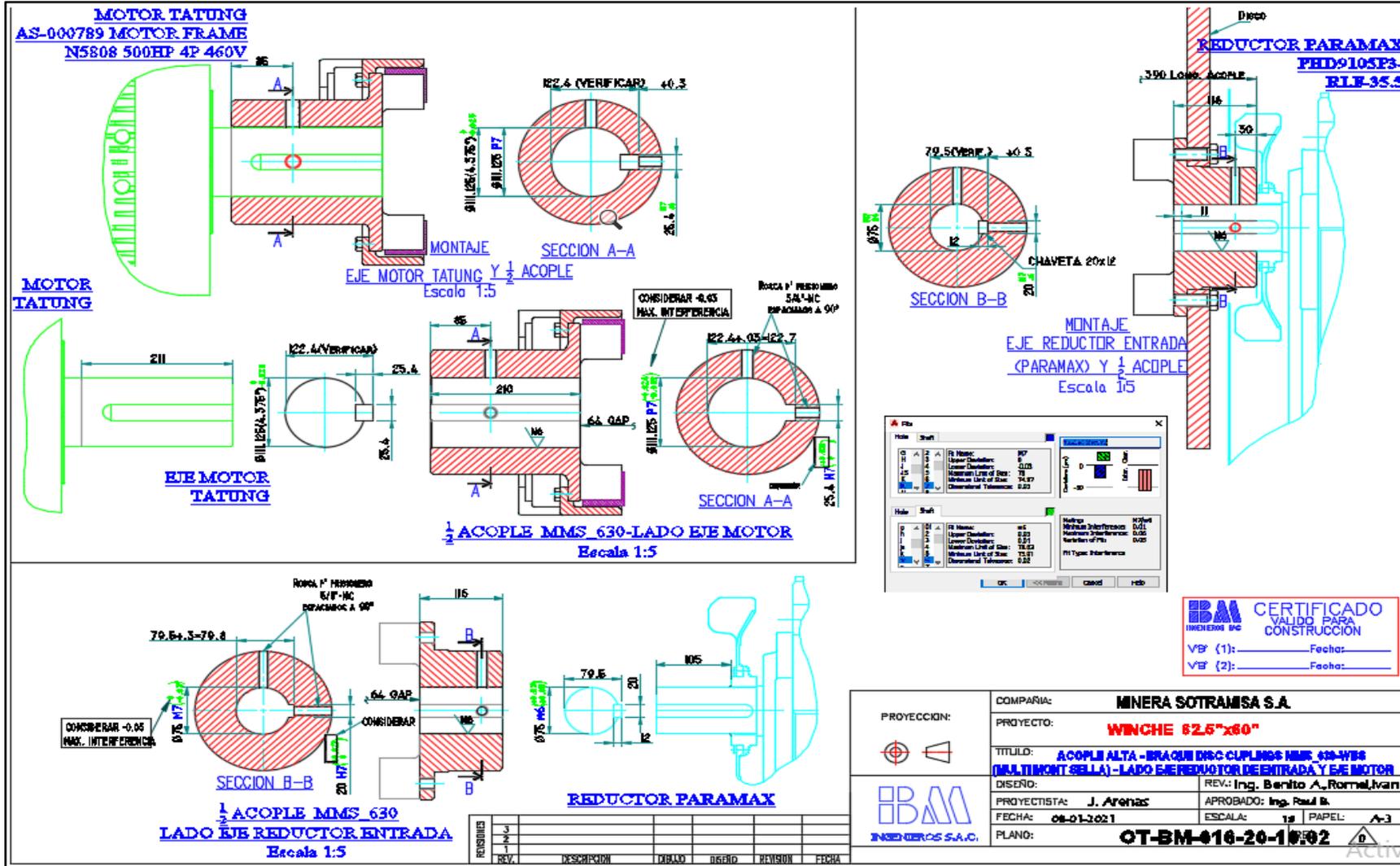
ANEXO 27 Plano soporte de chumaceras



ANEXO 28 Plano base metálica motor y reductor

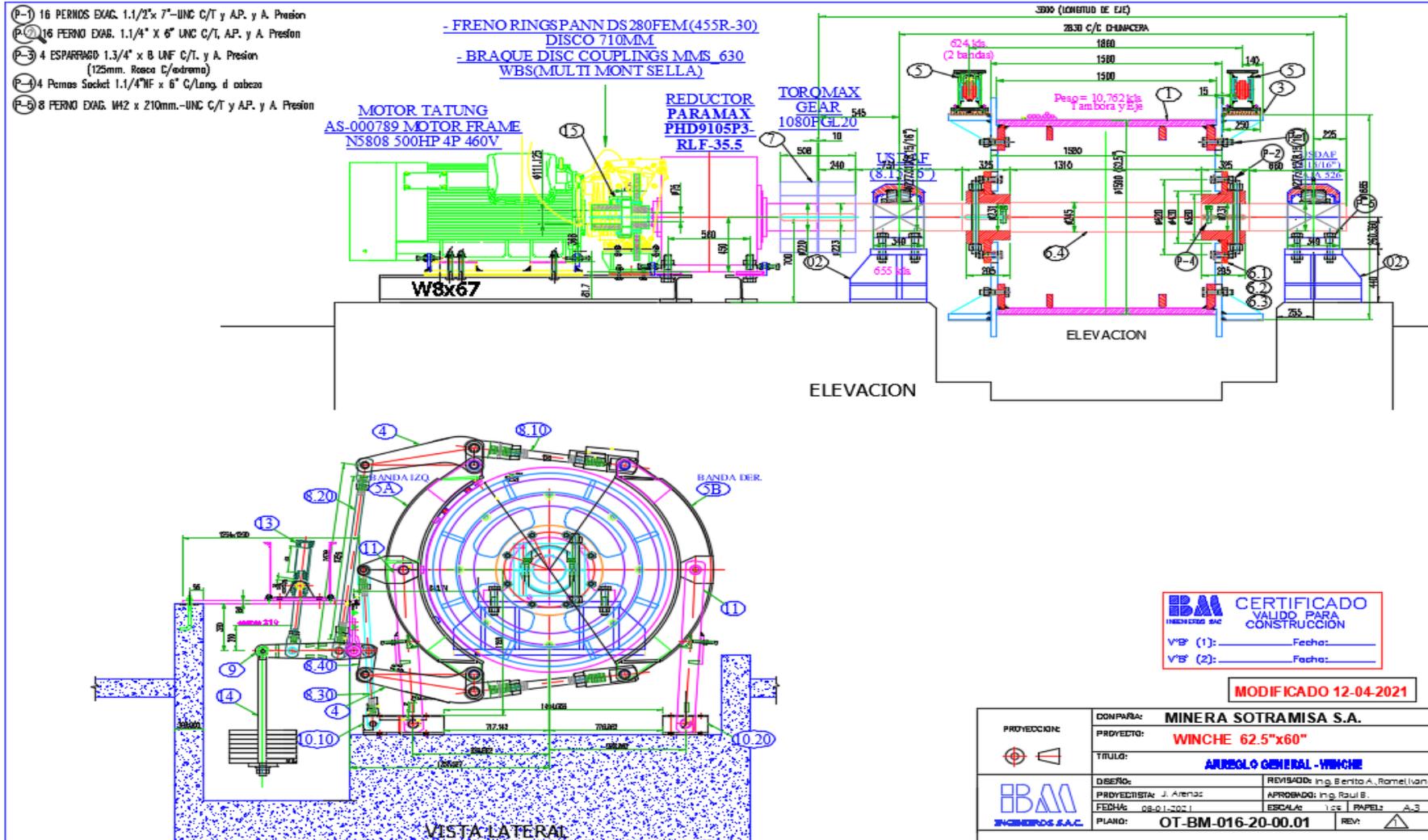


ANEXO 29 Plano de acoplamiento de alta





## ANEXO 31 Plano de ensamble del winche



## ANEXO 32 Certificado de trabajo



Fabricación y Montaje de Equipos de Minas, Plantas Concentradoras e Industriales

El que Suscribe Gerente General de Benites Malpica Ingenieros S.A.C. Especialista en Reparacion, Fabricacion y Montaje de Equipos de Minas, planta concentradoras e Industriales.

### CERTIFICADO DE TRABAJO

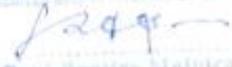
Que el Sr. **ROMMEL SANTOS JUAN DE DIOS CHAVEZ** identificado con DNI 10688538, se encuentra laborando en nuestra representada en el cargo de **INGENIERO DE PROYECTOS** desde el 10 de marzo del 2018 hasta la actualidad, teniendo a su cargo el Area de Ingenieria y Proyectos de nuestra empresa.

El cual demuestra disciplina, puntualidad, adaptacion, responsabilidad e iniciativa en su trabajo

Se expide el prescnte ccrtificado a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

Lima, 5 de Abril de 2021

Atentamente

BENITES MALPICA INGENIEROS S.A.C.  
  
Raul Benites Malpica  
GERENTE GENERAL

ANEXO 33 Winche de doble tambor



Fuente Propia Winche Siemag 132" x 96" Minera Atacocha 2013

ANEXO 34 Winche de fricción



Fuente Propia Winche de fricción" Minera Huarón 2021

ANEXO 35 Winche Cir 96" x 56"



Fuente Propia Winche doble tambor Minera Yauricocha 2021

ANEXO 36 Winche de 100 Hp



Fuente propia. Winche de izaje Minera Sotrami S.A.

### ANEXO 37 Componentes eléctricos de un winche



Fuente propia Variador de velocidad



Fuente Propia Consola de mando