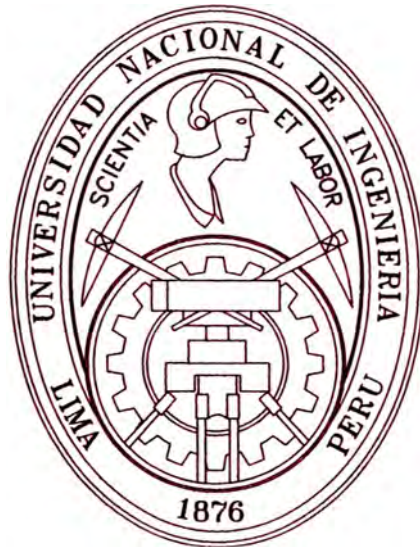


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**DISEÑO DE UN SKIP PARA IZAJE DE MINERAL,  
CONVERTIBLE A JAULA PARA TRANSPORTE DE PERSONAL  
EN PIQUE VERTICAL**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

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

**ADAN SERRANO CARO**

**PROMOCION 2001-I**

**LIMA-PERU**

**2008**

## INDICE

	PROLOGO.....	1
1	INTRODUCCION.....	3
	1.1 Antecedentes.....	7
	1.2 Planteamiento del problema.....	7
	1.3 Justificación.....	8
	1.4 Objetivo.....	8
	1.5 Alcances.....	8
	1.6 Limitaciones.....	9
2	SKIPS Y JAULAS DE IZAJE.....	10
	2.1 Definición.....	10
	2.2 Tipos.....	10
	2.3 Partes y componentes.....	13
	2.4 Parámetros de fabricación.....	13
	2.5 Características de fabricación.....	14
	2.6 Consideraciones de diseño.....	15
	2.7 Capacidad de producción y capacidad de Skip.....	15
3	MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN.....	16
	3.1 Fundición.....	16
	3.1.1 Fundición nodular.....	16
	3.1.2 Acero fundido.....	17

3.2 Aceros convencionales.....	17
3.2.1 Acero estructural.....	17
3.2.2 Acero antiabrasivo.....	19
3.3 Elementos de unión.....	19
3.3.1 Pernos.....	19
3.3.2 Soldadura.....	20
3.4 Nuevos materiales.....	20
3.4.1 Bronces aleados.....	20
3.4.2 Aceros aleados.....	20
3.4.3 Aluminios aleados.....	21
4 CÁLCULO DE COMPONENTES.....	23
4.1 Pin de guardacable.....	23
4.1.1 Consideraciones.....	23
4.1.2 Cálculo por cortante.....	23
4.1.3 Esfuerzo de tracción por flexión.....	24
4.2 Crucetas.....	27
4.2.1 Consideraciones.....	27
4.2.2 Cálculo por tracción.....	27
4.2.3 Cálculo por aplastamiento.....	28
4.3 Viga soporte de chasis.....	29
4.3.1 Consideraciones.....	29
4.3.2 Cálculo por flexión.....	29
4.4 Pernos de fijación de la viga soporte de chasis.....	31
4.4.1 Cálculo por esfuerzo de corte.....	31

4.5 Pernos de unión de planchas de sujeción de vigas a cabezales.....	33
4.5.1 Consideraciones.....	33
4.5.2 Cálculo.....	34
4.6 Planchas de sujeción de las vigas C de chasis.....	36
4.6.1 Cálculo por tracción.....	36
4.6.2 Cálculo por aplastamiento.....	38
4.7 Unión de planchas de sujeción a cabezales superiores.....	39
4.7.1 Cálculo por tracción.....	39
4.7.2 Cálculo por aplastamiento.....	39
4.8 Chasis.....	41
4.8.1 Esfuerzos del chasis.....	41
4.8.2 Esfuerzo de corte de los pernos de unión.....	42
4.8.3 Esfuerzo de tracción en los anglos.....	42
4.9 Sistema de seguridad.....	43
4.9.1 Ejes giratorios de accionamiento de leonas.....	43
4.9.2 Corte por torsión.....	44
4.10 Chaveta.....	47
4.11 Articulador de eje de leonas.....	48
4.12 Brazo articulador de cruceta.....	49
5 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	51
5.1 Proceso de fabricación.....	51
5.2 Plan de aseguramiento de calidad.....	52
5.2.1 <u>Preliminares</u> .....	52
5.2.2 Bases de referencia.....	52



5.2.3	Ingeniería.....	52
5.2.4	Documentos.....	53
5.2.5	Normas y codigos internacionales aplicados.....	53
6	<b>COSTOS Y PRESUPUESTOS DE FABRICACION.....</b>	<b>55</b>
6.1	Costos de materiales.....	55
6.2	Costos de consumibles.....	63
6.3	Costos de mano de obra.....	63
6.4	Costos de implementación del plan de aseguramiento de calidad.....	64
6.5	Presupuesto final.....	64
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>65</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>
A.	<b>TABLAS Y DATOS UTILES.....</b>	<b>70</b>
A.1.	Resistencia de Cables.....	70
A.2.	Torque recomendado para pernos.....	71
A.3.	Certificado de Calidad de material para resorte.....	73
A.4.	Certificado de Calidad de perfiles estructurales.....	74
A.5.	Certificado de Calidad de consumibles.....	75
A.6.	Norma SSPC para limpieza superficial.....	76
A.7.	Norma ASTM A-36.....	78
A.8.	Norma ASTM A-325.....	81

<b>B. CÁLCULO DE RESORTE DE SISTEMA DE SEGURIDAD.....</b>	<b>88</b>
<b>B.1 Cálculo cuando trabaja como Skip.....</b>	<b>88</b>
<b>B.2 Cálculo cuando trabaja como Jaula.....</b>	<b>89</b>
<b>C. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION.....</b>	<b>90</b>
<b>D. MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN EL SISTEMA DE IZAJE.....</b>	<b>93</b>
<b>E. EXTRACTO DEL D.S. 046-2001-EM.....</b>	<b>94</b>
<b>F. CARACTERISTICAS DE LOS ACEROS Y ALUMINIOS.....</b>	<b>108</b>
<b>F.1 Acero SAE/AISI 1020.....</b>	<b>108</b>
<b>F.2 Acero SAE/AISI 1045.....</b>	<b>109</b>
<b>F.3 Normas que regula la Calidad en la fabricación de los Aceros.....</b>	<b>110</b>
<b>F.4 Características del Aluminio.....</b>	<b>120</b>
<b>G. LISTA DE PARTES DE SKIP/JAULA.....</b>	<b>132</b>
<b>H. PRUEBAS FINALES.....</b>	<b>136</b>
<b>I. CRONOGRAMA DE FABRICACION.....</b>	<b>138</b>
<b>J. PLANOS DE FABRICACION DE SKIPS/JAULA.....</b>	<b>140</b>

## **PROLOGO**

El presente informe detalla el diseño de un Skip de izaje convertible a Jaula mediante una metodología sencilla pero fundamental para la comprobación de la adecuada selección de materiales a emplear en su fabricación y con ello lograr una óptima capacidad de extracción de mineral.

La experiencia obtenida en base a la practica profesional ha hecho que se pueda plasmar en un resumen muy simplificado pero aplicativo de cálculo, las referencias y formulas no son mas que una recopilación de términos sencillos fáciles de manejar.

El Primer Capitulo se ha dedicado a describir los orígenes del uso de Skips y al planteamiento detallado del problema, de manera que se presenta la justificación, el objetivo, alcances y limitaciones del presente informe.

El Segundo Capitulo dedicado íntegramente a analizar los Skips y Jaulas, se definen los tipos, características constructivas, así como la identificación de las piezas, partes y componentes del mismo, así como también los parámetros y consideraciones de diseño y al final se definen los términos de capacidad de producción e izaje.

En el Tercer Capitulo se muestran las características de los componentes estructurales actuales, fundición, aceros estructurales convencionales, elementos de unión y el empleo de otros materiales, sus ventajas y desventajas de uso.

En el Cuarto Capitulo se hace el cálculo convencional respectivo de las principales partes que conforman el Skip/Jaula

En el Quinto Capitulo se detallan las Normas y Procedimientos a seguir en su fabricación para ello se desarrolla un Plan de Aseguramiento de Calidad.

Finalmente, en el Sexto Capitulo se hacen los respectivos análisis de costos de materiales, consumibles, mano de obra y presupuesto final.

En los anexos se incluyen información complementaria sobre cálculos, las recomendaciones de mantenimiento para operación de Skips, reglamentos vigentes, además de planos detallados y lista de partes completa, además de una reseña ampliatoria referente al Tercer Capitulo.

Debo agradecer a la Empresa B.M. Ingenieros S.A.C. por haberme dado la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la UNI y así innovar nuevas aplicaciones y fabricaciones que hoy están siendo usados en muchos centros mineros y con ello contribuir de alguna manera en el desarrollo productivo del Perú.

## **CAPITULO 1**

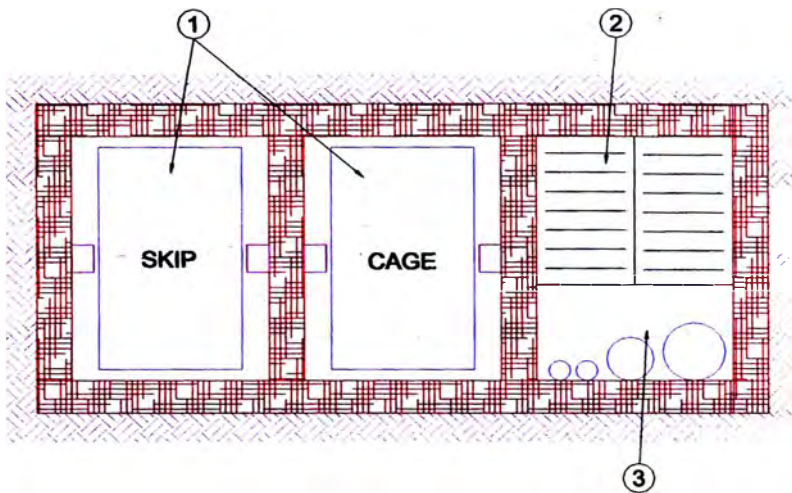
### **INTRODUCCION**

Los piques son labores verticales que sirven de comunicación entre la mina subterránea y la superficie exterior con la finalidad de subir o bajar al personal, material, equipos y el mineral mediante Skips o Jaulas

La construcción se hace normalmente de arriba para abajo, por método de bancos de tal manera que se perfora y dispara la mitad de la superficie del fondo del pique y esta operación se hace en forma alternada hasta su terminación. Las paredes del pique se disparan con *smoth blasting* (voladura controlada) para conseguir una pared lisa o superficie plana.

La sección puede ser circular o rectangular, dependiendo del diseño. Puede tener dos o más compartimentos, los que dependen de la capacidad y de las instalaciones con que cuenta la operación, por lo que cada sección puede ser:

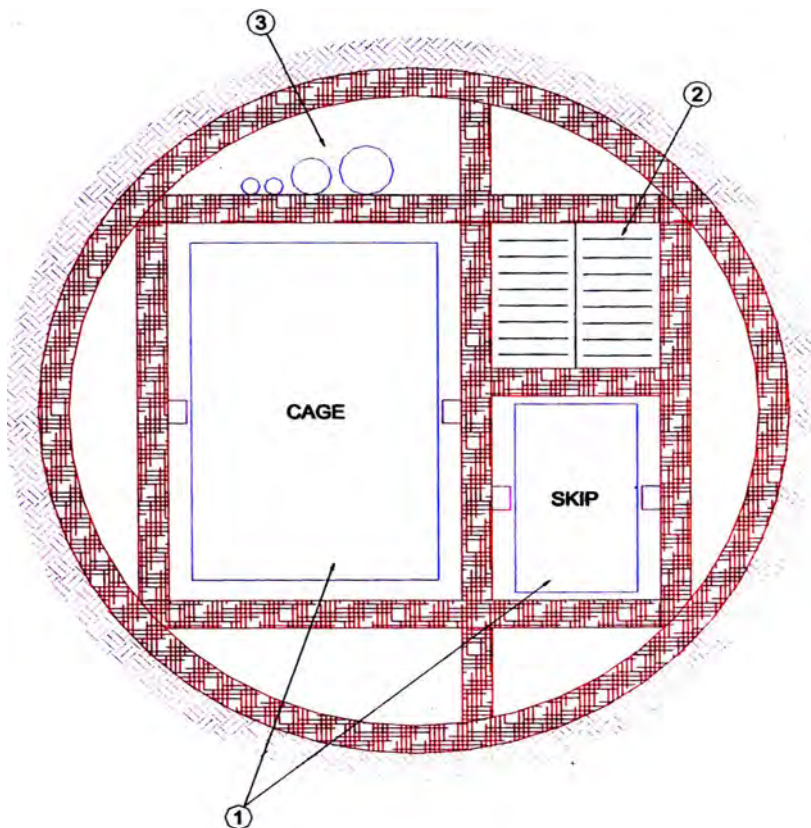
- Para la jaula y su contrapeso
- Para los baldes o Skips
- Para tuberías de agua, aire, relleno.
- Para cables eléctricos
- Para caminos.



**Compartimientos:**

- 1: de ascenso
- 2: de escalera
- 3: de tuberías y cables

**Figura 1.1** Forma Rectangular de la Sección Transversal de un Pique



**Compartimientos:**

- 1: de ascenso
- 2: de escalera
- 3: de tuberías y cables

**Figura 1.2** Forma Circular de la Sección Transversal de un Pique

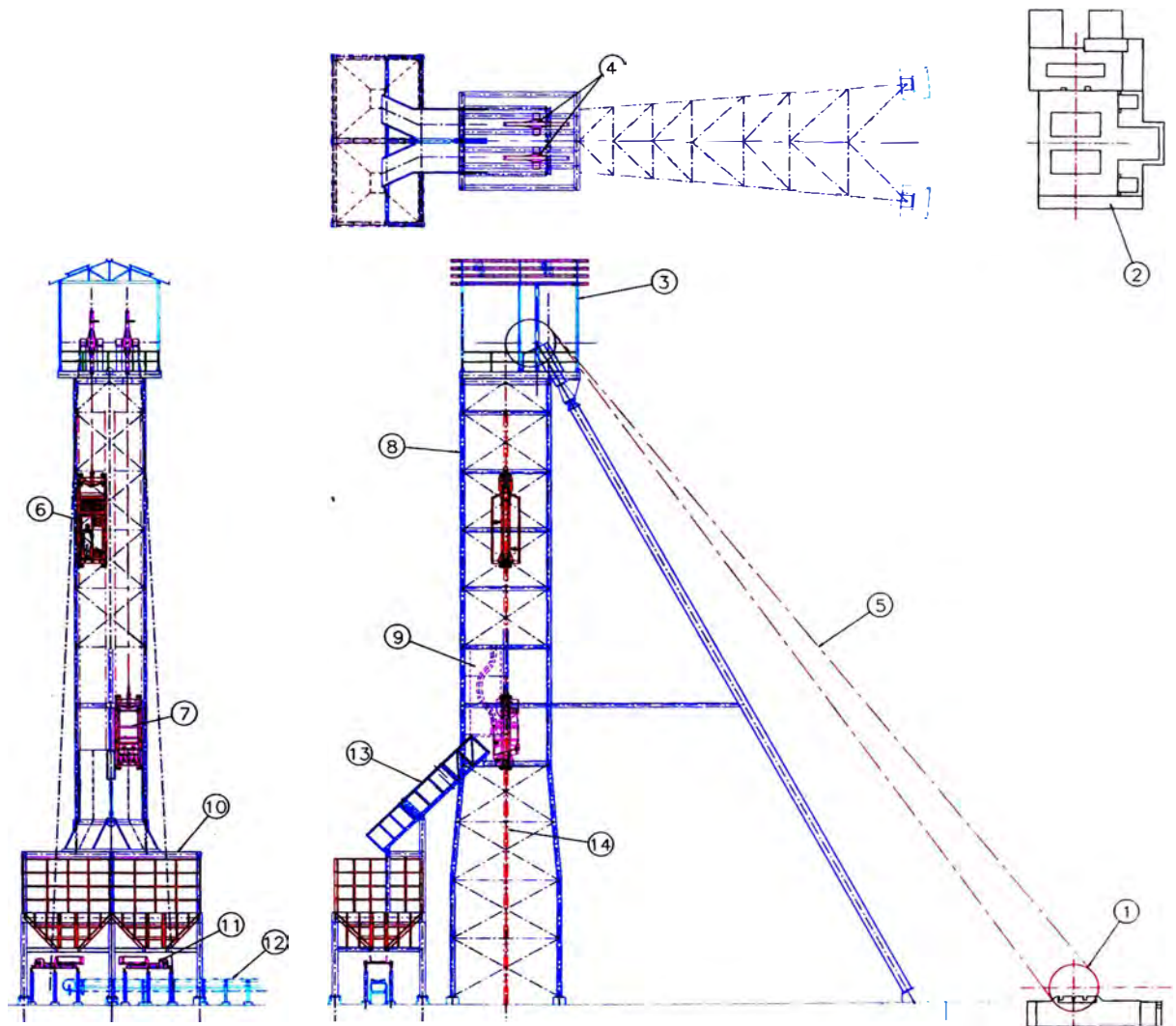
La estructura puede ser de madera o de acero, en los casos de estructura de madera se ha observado cierta irregularidad por desalineamiento debido a que la madera tiende a deformarse y astillarse, en los casos de estructuras y guías metálicas se consigue mejor rigidez de la estructura y también mejor alineamiento con lo que se puede mejorar la velocidad de izaje.

En otros casos, si se contara con un nivel inferior, la construcción del pique se puede practicar con un equipo *raise borer*, para el cual se perfora primero el hueco piloto y luego del nivel inferior se empieza a rimar (ensanchar) con una broca de mayor diámetro y finalmente se completa a la sección diseñada. Este tipo de construcción genera una sección circular cuyo diámetro dependerá del tamaño del equipo, así se pueden tener piques de diámetros, 2, 4, 6, 8, 10, etc. metros. Después de practicar esta perforación se suele reforzar la superficie con una capa de *shotcrete* para darle consistencia y evitar posibles desprendimientos de rocas, o reforzarlo con anillos metálicos desmontables.

En todos los casos el terreno debe ser competente y zona donde no exista agua de filtración. En la práctica se encuentran zonas de filtración y zonas donde el material no es compacto, es por ello que se debe practicar algún método de sostenimiento para asegurar la transitabilidad y accesos a los niveles.

Dentro de la estructura del pique, el sistema que cumple efectivamente la función de bajar y subir los materiales, está formado por elementos con sus respectivos accesorios que se muestran en la siguiente figura:





- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| 1: Winche           | 8: Castillo             |
| 2: Base de Winche   | 9: Placa de volteo      |
| 3: Caseta de Poleas | 10: Tolvas              |
| 4: Poleas           | 11: Dosificadores       |
| 5: Cable de Acero   | 12: Faja transportadora |
| 6: Jaula            | 13: Chute               |
| 7: Skip             | 14: Guías               |

**Figura 1.3** Partes de un Sistema de Izaje en un Pique Vertical



## **1.1 Antecedentes**

Los *Skips* son usados en las minas de extracción de mineral en piques de profundización verticales e inclinados.

El empleo de los *Skips* de izaje se remonta a los inicios de la actividad minera, los Canadienses son los pioneros en los procesos mineros de extracción de mineral, convencional y automatizado, por lo que sus diseños se han tomado como estándares para las diversas minas a nivel mundial.

Es obvio que con el avance de la tecnología se diseñen y fabriquen *Skips* de diversas formas, cada una para una aplicación diferente a la otra, con dichos avances se ha logrado optimizar los diseños, así como se han mejorado los materiales de que están conformados los *Skips* y la tendencia actual es al empleo de materiales livianos y resistentes.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En las operaciones mineras de régimen continuo en doble turno, el tiempo que se demora en el cambio de un *Skip* a *Jaula* para el proceso de transporte de personal conlleva a disminución en la eficiencia de utilización del pique por lo que la extracción se ve disminuida, debido a ello se requiere un diseño que aminore esta pérdida de eficiencia.

La optimización del diseño es básica para el logro de una mayor capacidad de producción como resultado de la adecuada selección de materiales sin que ello conlleve al aumento excesivo del costo del equipo.

### **1.3 Justificación**

Las minas requiere de Skips que logren una mayor capacidad de producción para una extracción continua de mineral, y Jaulas que sean confiables en su operación por lo que se requiere la garantía del caso, para ello se requiere un optimo diseño en base a una adecuada selección de materias primas y un adecuado proceso de fabricación.

La optimización de los procesos de fabricación así como del diseño que influyen en el resultado final del Skip, implica una selección adecuada de componentes que den confiabilidad durante la operación del equipo, además de un adecuado sistema de Control y Aseguramiento de Calidad, debido a que en las minas requieren productos que les den la seguridad y confiabilidad de productos de calidad.

### **1.4 Objetivo**

Diseñar un Skip para izaje de mineral, convertible a Jaula para transporte de personal para operar en un Pique vertical, en base a la experiencia adquirida en otras fabricaciones similares, una selección adecuada de materiales y la implementación de un plan de Aseguramiento de Calidad en el proceso de fabricación que asegure un equipo confiable en su operación.

### **1.5 Alcance**

Demostrar que mediante la adecuada implementación de procedimientos de Calidad y cálculos sencillos para la selección adecuada de componentes que cumplan con los estándares, se puede obtener Skips de características confiables durante su operación en las minas, para ello se detallará una memoria de cálculo básica.

## **1.6 Limitaciones**

Las limitaciones serán los costos que impliquen la implementación del plan de calidad y el empleo de nuevos componentes no convencionales para la fabricación de Skips, el costo de los mismos y el tiempo de demora en la fabricación.

Otra de las limitaciones podría ser la complejidad del diseño, por lo que se ha considerado un diseño simple en base a la recopilación de necesidades del cliente e información sobre otros equipos para aplicaciones similares.

En el método de Cálculo se ha tomado en lo posible el uso de unidades en el Sistema Internacional, sin embargo en la práctica se siguen utilizando componentes en el Sistema Inglés, combinar ambos sistemas siempre ha sido un problema para la estandarización de los procedimientos de fabricación, de la emisión de los mismos planos de fabricación y la adopción de las normas para diseño.

## **CAPITULO 2**

### **SKIPS Y JAULAS DE IZAJE**

#### **2.1 Definición**

La palabra *Skip* es un termino ingles que literalmente se traduce como “saltar consecutivamente” ello debido a que es un equipo que hace recorridos cíclicos repetitivos durante su recorrido.

Al hablar de un Skip nos estamos refiriendo al equipo que posee un balde o vasija para el acarreo o extracción de mineral en las minas de profundizaciones verticales o inclinadas.

La Jaula o *Cage* es un elemento de izaje que sirve para el transporte generalmente de personal, sin embargo existen variantes y son utilizadas para transporte de herramientas y/o equipos pero no ambos a la vez.

Un Skip/Jaula es un diseño original para optimización de extracción ya que se eliminan los tiempos de parada por cambio de Skip a Jaula en el pique y viceversa.

#### **2.2 Tipos**

Se pueden clasificar:

##### **2.2.1 Por la forma de diseño o construcción:**

- A. Skip tipo Kimberly.
- B. Skip tipo Anaconda.
- C. Skip/Jaula combinado.

D. Skip Rolachute.

E. Skip Arc-Gate.

**2.2.2 Por el tipo de operación:**

A. De volteo total.

B. De descarga por el fondo.

- De compuerta pivotante

- De balde pivotante



**Figura 2.1** Jaula de Personal



**Figura 2.2** Skip Kimberly



**Figura 2.3** Skip Anaconda



**Figura 2.4** Skip Arc-Gate



**Figura 2.5** Skip / Jaula



**Figura 2.6** Skip Rolachute

### **2.3 Partes y componentes**

Entre las partes principales de un Skip/Jaula podemos mencionar:

- ✓ Guardacable
- ✓ Cabezal superior
- ✓ Sistema de seguridad
- ✓ Jaula
- ✓ Balde
- ✓ Compuerta de balde
- ✓ Chasis
- ✓ Brazo de seguridad
- ✓ Cabezal inferior

### **2.4 Parámetros de fabricación**

Se describen independientemente para los Skips y jaulas:

#### **2.4.1 Skips**

- ✓ Información recibida por el Cliente.
- ✓ Lugar donde trabajarán.
- ✓ Condiciones de trabajo.
- ✓ Sección del cuadro del pique.
- ✓ Tonelaje diario a izar.
- ✓ Características del mineral.
  - Humedad.
  - Peso específico.
  - Porcentaje de esponjamiento.

- Granulometría.
- ✓ Tiempo de Izaje.
- ✓ Capacidad de izaje del Winche.

#### **2.4.2 Jaulas**

- ✓ Sección del cuadro del pique.
- ✓ Cantidad de personal a izar.
- ✓ Posibles equipos a ingresar dentro de la jaula.
- ✓ Capacidad de izaje del winche.

### **2.5 Características de fabricación**

Fabricación del balde con planchas de Acero Estructural ASTM A-36 debidamente reforzado lateralmente con ángulos Canal U, con compuerta pivotante, además con dos polines de acero fundido SAE 1020 para accionamiento de la compuerta, con rodajes interiores en cada polin o rodillo.

Guardacable de acero SAE 1020, soporte de balde consistente fabricados con Canal U soldados en sus extremos a los soportes laterales inferiores de planchas de acero estructural ASTM A36. La estructura conjunta del chasis en su mayoría fabricado con planchas de acero ASTM A36 de diferentes espesores, además de perfiles estructurales para darles la rigidez necesaria. Base de jaula con Canales U de acero ASTM A-36

Eje de accionamiento del sistema de seguridad (leonas) en acero SAE 1020 y zapatas superiores, centrales e inferiores en planchas de acero tipo T1 (resistente al desgaste), resorte semielíptico de Acero SAE1060, leonas en acero SAE 1020, pernos de alta resistencia ASTM A490.



## **2.6 Consideraciones de diseño**

El esfuerzo de diseño lo definimos considerando un factor de seguridad igual a 10 para los elementos críticos, de los esfuerzos de fluencia de los aceros empleados: ASTM A36 ( $S_y=248 \text{ N/mm}^2$ ) y SAE 1020 ( $S_y=235 \text{ N/mm}^2$ ).

Los pernos de alta resistencia son clasificados por la ASTM en los tipos A325 y A490, que corresponden a las especificaciones SAE G°5 y G°8 respectivamente. Los esfuerzos permisibles al aplastamiento son iguales a 1.35 veces el límite de fluencia de las parte de acero conectadas.

Como el conjunto asciende con el peso del mineral y desciende sin ésta carga adicional, consideramos soldadura de filete sometida a carga variable.

## **2.7 Capacidad de producción y capacidad de Skip**

Se define la capacidad de producción de un Skip a la cantidad de mineral o desmonte izado o extraído en un determinado tiempo, por ejemplo se habla de capacidades de 500 Tn/día o mas, dependiendo del volumen de mineral que se requiere en un determinado tiempo día, semana, mes, etc., esta capacidad es la que define la mina para su explotación.

La capacidad del Skip se determina en relación al tiempo que se dispone para llegar a la capacidad de producción, por ejemplo se tienen capacidades de Skips desde 0.5Tn hasta de 15Tn dependiendo de las capacidades de producción que determina la mina.

En el Anexo C se presenta un cuadro para el calculo de capacidad la cual determinó la capacidad del Skip/Jaula para 5Tn del cual es materia el presente informe.

## CAPITULO 3

### MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN

#### 3.1 Fundición

##### 3.1.1 Fundición nodular

El contenido total de carbono de la fundición nodular es igual al de la fundición gris. Las partículas esferoidales de grafito se forman durante la solidificación debido a la presencia de pequeñas cantidades de magnesio o cerio, las cuales se adicionan al caldero antes de colar el metal a los moldes, la cantidad de ferrita presente en la matriz depende de la composición y de la velocidad de enfriamiento.

Clasificación de la fundición nodular teniendo en cuenta sus características mecánicas de acuerdo con la norma ASTM A-536.

Cada día se están sustituyendo muchos elementos de máquinas que tradicionalmente eran de fundición gris o acero por fundición nodular.

**Tabla 3.1** Clasificación de Fierro Nodular

<b>Clase</b>	<b>Resistencia (Lib/pulg<sup>2</sup>)</b>	<b>Lím. Fluencia (Lib/pulg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dureza Brinell</b>	<b>Alargamiento (%)</b>
60-40-18	42000	28000	149-187	18
65-45-12	45000	32000	170-207	12
80-55-06	56000	38000	187-255	6
100-70-03	70000	47000	217-267	3
120-70-02	84000	63000	240-300	2

### **3.1.2 Acero fundido**

Las Aleaciones de Acero Fundido tienen un rango de contenido de carbono inferior al de las calidades en Base de Acero. La matriz puede ser tratada térmicamente para proporcionar ya sea una perlítica esferoidal, lo cual resulta en una aleación de máxima fuerza y resistencia, o una perlítica fina para lograr mayor resistencia al desgaste. También hay áreas pequeñas de carburo primario (hipereutético) que incrementan la resistencia al desgaste. Sin embargo, la característica más importante de este tipo de acero es su gran fuerza y resistencia, y es por ello que se utilizan primordialmente en posiciones de desgaste.

## **3.2 Aceros convencionales**

### **3.2.1 Acero Estructural**

#### **Planchas laminadas en caliente**

**Descripción:** Producto plano que se obtiene por laminación de planchones de acero estructural que previamente se calienta hasta una temperatura de 1250°C.

#### **Características:**

- Espesores: Varían entre 3.0 y 100 mm.
- Anchos: Entre 1200 y 2400 mm. siendo el Ancho Standard 1500 mm.
- Largo: 6000 mm.

**Usos:** Vigas, puentes, estructuras metálicas, tanques de almacenamiento, autopartes, torres de alta tensión, equipos mecánicos, etc.

**Tabla 3.2** Características de los Aceros al Carbono

## Plancha Estructural de Acero al Carbono de Baja Resistencia Mecánica

NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	%	
ASTM A-283 Grado C	21 min	39 min	23 min	JIS G-3101 - SS34

## Plancha Estructural de Acero al Carbono de Mediana Resistencia Mecánica

NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	%	
ASTM A-1011 SS Grado 36*	25.3 min	41 min	18 min	DIN 17100 St 37-2
ASTM A-36	25.3 min	41 min	18 min	DIN 17100 St 37-2/St 44-2

## Plancha Estructural de Alta Resistencia Mecánica

NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	%	
ASTM A-572 Grado 50	35 min	46 min	16 min	DIN 17100 St 52-3

**Canales “U” Estándar Americano**

**Descripción:** Producto que tiene una sección transversal en forma de U, y que se obtiene por Laminación de Tochos de Acero Estructural que son precalentados hasta una temperatura de 1250°C.

**Usos:** En la fabricación de estructuras metálicas como vigas, viguetas, carrocerías.

**Tabla 3.3** Características de los perfiles

NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	%	
ASTM A-36	25.3 min	41 min	20 min	DIN 17100 St 37-2 / St 44-2

### 3.2.2 Acero antiabrasivo

#### Plancha estructural tipo CORTEN

**Descripción:** Plancha de Acero Estructural de alta resistencia mecánica y cuyos elementos de aleación ayudan a formar una capa protectora contra la corrosión atmosférica.

**Usos:** Fabricación de tanques, silos, puentes, estructuras navales, equipos mineros, celdas de flotación.

**Tabla 3.4** Características de los planchas CORTEN

NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	%	
ASTM A-242	35 min	48 min	16 min	JIS G-3125
ASTM A-588 GRADO A	36 min	50 min	16 min	JIS G-3114

### 3.3 Elementos de unión

#### 3.3.1 Pernos

Son elementos de unión que ofrecen buena unión entre elementos justamente donde se necesita su desmontaje para mantenimiento o recambio. Se fabrican en milímetros según normas DIN, ITINTEC, ISO, etc., o en pulgadas según normas ASTM, SAE, ANSI, etc.

La resistencia del perno está determinada por su diámetro y por el material del cual está hecho. La resistencia y tipo de acero del perno están marcados en alto relieve en la cabeza de los pernos según las normas con las cuales están fabricados. Existen una variedad de pernos, cada una para una determinada aplicación, de igual modo las cabezas de los pernos de diferentes

formas para ciertas aplicaciones, los mas usados en uniones de elementos de maquinas son los de cabeza hexagonal.

### **3.3.2 Soldadura**

Son uniones permanentes, generalmente es por aporte de material que de fusiona con el metal base para formar un solo elemento o pieza. Los métodos de soldadura mas usados son el SMAW y MIG

## **3.4 Nuevos materiales**

### **3.4.1 Bronces aleados**

Bronce es el nombre con el que se denomina toda una serie de aleaciones metálicas que tienen como base el cobre, combinado con un 3 a 20% de estaño y proporciones variables de otros metales como zinc, aluminio, antimonio o fósforo. Los elementos con características de dureza superiores al cobre permiten mejorar sus propiedades mecánicas.

### **3.4.2 Aceros aleados**

Se da el nombre de aceros aleados a los aceros que además de los cinco elementos: carbono, silicio, manganeso, fósforo y azufre, contienen también cantidades relativamente importantes de otros elementos como el cromo, níquel, molibdeno, etc., que sirven para mejorar alguna de sus características fundamentales. También puede considerarse aceros aleados los que contienen alguno de los cuatro elementos diferentes del carbono que antes hemos citado, en mayor cantidad que los porcentajes que normalmente suelen contener los aceros al carbono, y cuyos límites superiores suelen ser generalmente los siguientes: Si=0.50%; Mn=0.90%; P=0.100% y S=0.100%.

Los elementos de aleación que más frecuentemente suelen utilizarse para la fabricación de aceros aleados son: níquel, manganeso, cromo, vanadio, wolframio, molibdeno, cobalto, silicio, cobre, titanio, circonio, plomo, Selenio, aluminio, boro y Niobio.

La influencia que ejercen esos elementos es muy variada, y, empleados en proporciones convenientes, se obtienen aceros con ciertas características que, en cambio, no se pueden alcanzar con los aceros ordinarios al carbono.

Utilizando aceros aleados es posible fabricar piezas de gran espesor, con resistencias muy elevadas en el interior de las mismas. En elementos de máquinas y motores se llegan a alcanzar grandes durezas con gran tenacidad. Es posible fabricar mecanismos que mantengan elevadas resistencias, aún a altas temperaturas. Hay aceros inoxidable que sirven para fabricar elementos decorativos, piezas de maquinas y herramientas, que resisten perfectamente a la acción de los agentes corrosivos.

La tendencia que tienen ciertos elementos a disolverse en la ferrita o formar soluciones sólidas con el hierro alfa, y la tendencia que en cambio tienen otros a formar carburos.

### **3.4.3 Aluminios aleados**

Algunos metales no ferrosos, en especial los Aluminios Aleados con silicio, magnesio cobre, son susceptibles a tratamiento térmico, con el fin de mejorar su resistencia y dureza en las piezas. Dichos materiales son denominados por número dependiendo de las propiedades físicas que se

deseen obtener. Algunos fabricantes como TRANSMETAL proporcionan el tratamiento de Aluminio T4, T5, T6 Y T7.

La mayoría de las aleaciones de aluminio comerciales, es decir, las que se venden en los diferentes perfiles (redondos, soleras, etc.) se encuentran en su condición de tratamiento térmico final. Sin embargo se puede realizar algún proceso térmico que incremente su dureza o su resistencia, siempre y cuando se encuentre aleado con silicio, magnesio y cobre. Cabe mencionar que los resultados del tratamiento térmico dependerán también de la estructura resultante del proceso anterior a éste (modificación).



## CAPITULO 4

### CALCULO DE COMPONENTES

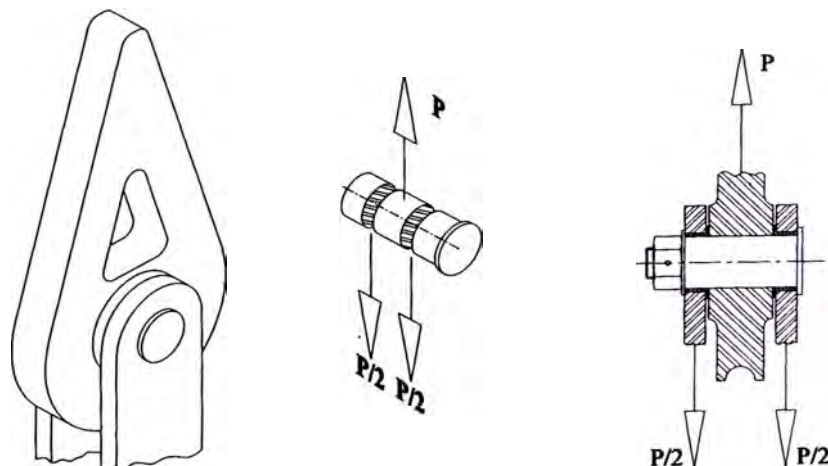
#### 4.1 Pin de guardacable

##### 4.1.1 Consideraciones

La carga total que transmite el cable se considera  $P = 8371\text{kg}$  (18459 lb.) que es la máxima carga admisible del cable. De tablas se tiene que la resistencia de rotura del cable de acero de 28.6 mm ( $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ ") es  $\sigma_y = 58.6 \text{ Tn}$ . El factor de seguridad del cable cuando trabaja como Jaula es  $FS = 7 <$  y Material: Acero SAE 1020 con  $\sigma_y = 235\text{N/mm}^2 = 34078 \text{ PSI}$

##### 4.1.2 Cálculo por cortante

Por recomendación de la ASTM consideramos para el esfuerzo admisible por cortante:



**Figura 4.1** Fuerzas en el Pin de Guardacable

$$S_c = 0.1 \times \sigma_y = 0.1 \times 235 = 23.5 \text{ N/mm}^2$$

$$S_c = \frac{P/2}{2 \times \pi \times d^2/4}$$

Se obtiene un diámetro 33.4mm (1.313"). Se ha considerado 50mm (Aproximadamente Ø2") de pin.

#### 4.1.3 Esfuerzo de tracción por flexión

Material: Acero SAE 1020 con  $\sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2 = 34078$

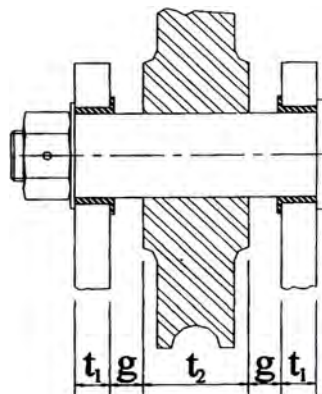
**Por hipótesis de la viga simplemente apoyada**

Este cálculo considera que la resistencia del pasador tiene que justificar la distribución uniforme de la carga.

El brazo de momento L es:

$$L = t_1 + \frac{t_2}{2} + g \quad (\text{a})$$

$$S_T = \frac{\left(\frac{P}{2}\right) \times L}{\left(\frac{I}{c}\right)} \leq 0.6 \times \sigma_y \quad \dots (1)$$



**Figura 4.2** Dimensionamiento del pin o pasador

Donde:  $I = \frac{\pi \times d^4}{32}$        $c = \frac{d}{2}$

Reemplazando valores en (1) y despejando L,

$$L \leq \frac{3 \times \sigma_y \times \pi d^3}{40 \times P} \quad (2)$$

En esta ecuación (2), para  $d = 50\text{mm}$ ;  $P = 82124\text{N}$ ;  $L \leq 84\text{mm}$

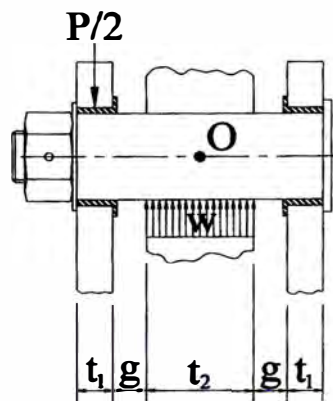
Se considera  $L = 66\text{mm} = 2.6''$

Ahora determinamos la longitud de contacto ( $t_2$ ) entre el guardacable y el pasador despejando  $t_2$  de (a) y con  $g = 0.5\text{ mm.}$  ,  $L = 66\text{mm}$  y  $t_1 = 25\text{mm}$

$$t_2 = 2 \times (L - t_1 - g) \leq 80\text{mm} \quad \dots (3)$$

Tomando finalmente  $t_2 = 75\text{mm}$

Con  $t_2$ , hacemos nuevo cálculo, considerando ahora viga con carga uniformemente distribuida en vez de carga concentrada.



**Figura 4.3** Distribución de cargas sobre el pin

Del manual AISC:  $M_{MAX} = \left(\frac{P}{2}\right) \left(\frac{t_1}{2} + g + \frac{t_2}{2}\right) - w \left(\frac{t_2}{2}\right)^2 \quad \dots$

Donde  $w = \frac{P}{t_2}$

Reemplazando valores se obtiene:  $M_{max} = 2070.8\text{kNmm}$

### Por criterio de la ASME

El material del acero es SAE 1020 con las siguientes características mecánicas:

$$\sigma_y = 235\text{N/mm}^2 \quad \sigma_u = 432\text{N/mm}^2$$

La expresión que permite dimensionar el eje:

$$S_C = \frac{16}{\pi \times d^3} \sqrt{K_M \times M}$$

Donde:  $S_C$  Esfuerzo Admisible de Corte

$K_M$  Factor de carga de Momento Flector

$M$  Momento Flector

Además:  $S_C = 0.3 S_y$  ó  $S_C = 0.185 S_u$

Se toma el menor de ambos

Reemplazando valores:  $0.3 S_y = 70.5\text{N/mm}^2$

$0.185 S_u = 79.9\text{N/mm}^2$

Para  $K_M = 2$  Eje estacionario y carga aplicada súbitamente

Obteniéndose un diámetro de 5mm.

### Dimensiones definitivas

Pasador: Material: SAE 1020

Diámetro:  $d = 50\text{mm}$ ,

Longitud del vástago = 132 mm.

## 4.2 Crucetas

Para el diseño se considera que la falla de tales elementos es ocasionada, en términos generales, por la presión de contacto del pasador (pin o eje del guardacable) contra el borde interior del agujero u ojo de estas crucetas.

### 4.2.1 Consideraciones

La carga total que transmite el cable se considera

$$P = 8371 \text{ kg.}$$

Siendo el material de la cruceta:

Acero Estructural A36:

$$\sigma_y = 248 \text{ N/mm}^2 = 36000 \text{ PSI}$$

### 4.2.2 Cálculo por tracción

El esfuerzo de tracción lo definimos:

$$S_T = 0.1 \times \sigma_y \quad \text{Según Peele Egan}$$

$$\text{Esfuerzo de Tracción: } S_T = \frac{(P/2)}{(b_{\min} - d) \times t_{\min}} \leq 0.6 \times \sigma_y$$

Donde:  $d$  = diámetro mínimo del agujero.

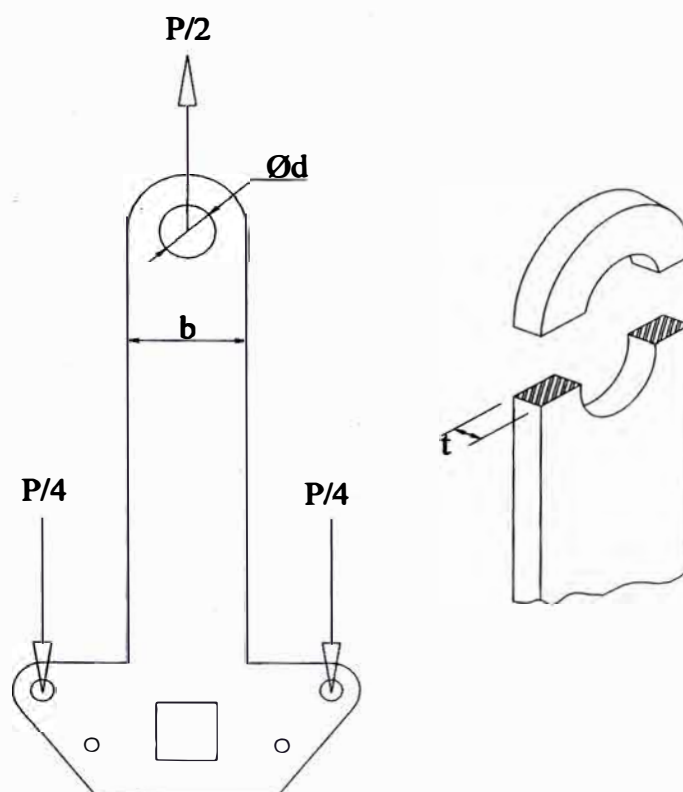
$b_{\min}$  = ancho de cruceta.

$t_{\min}$  = espesor de la plancha

El esfuerzo que soporta cada una de las crucetas es igual a:

$$P/2 = 41062 \text{ N}$$

Por recomendaciones:  $b \geq 2 \times d$



**Figura 4.4** Distribución de cargas sobre la cruceta

Siendo los valores obtenidos:

$$d = 50\text{mm}, \quad b_{\min} = 150\text{mm}, \quad t_{\min} = 16.5\text{mm}$$

**Tabla 4.1** Tabla de valores calculados

<b>b/d (mm)</b>	<b>b (mm)</b>	<b>d (mm)</b>	<b>t (mm)</b>
2	100	50	33.1
2.5	125	50	22.1
<b>3</b>	<b>150</b>	<b>50</b>	<b>16.5</b>
3.5	175	50	13.2
4	200	50	11.0

### 4.2.3 Cálculo por aplastamiento

El espesor de la plancha de ojo, lo verificamos por esfuerzo de aplastamiento.

$$S_A = \frac{P/2}{d \times t} \leq 0.9 \times \sigma_y$$

De donde:  $d \times t \geq 184\text{mm}$

Consideramos como espesor mínimo de la plancha  $t = 19\text{mm}$ .

### **Dimensiones definitivas**

Plancha de Cruceta, Material: A 36

$D = 50\text{mm}$ ,  $b = 156\text{mm}$ ;  $t_1 = 19\text{mm}$

## **4.3 Viga soporte de chasis**

### **4.3.1 Consideraciones**

Viga doblemente empotrada con carga concentrada en el punto medio de la viga

La viga se forma con dos perfiles de acero tipo canal U, de longitud  $L = 810\text{mm}$  ubicadas de forma *back to back*.

### **4.3.2 Cálculo por flexión**

Cada perfil soporta la mitad de la fuerza de tensión del cable:  $F = P/2$

Esto es:  $F = 8371/2 = 4185.5\text{kg} = 41062\text{N}$

El material es Acero A36, Esfuerzo de fluencia  $\sigma_Y = 248\text{N/mm}^2$

Para determinar el *perfil C* a usar consideramos los módulos de sección de algunos perfiles C del manual AISC, calculamos el esfuerzo de tracción y su Factor de Seguridad (F.S.)

Para ello se emplearán las expresiones:

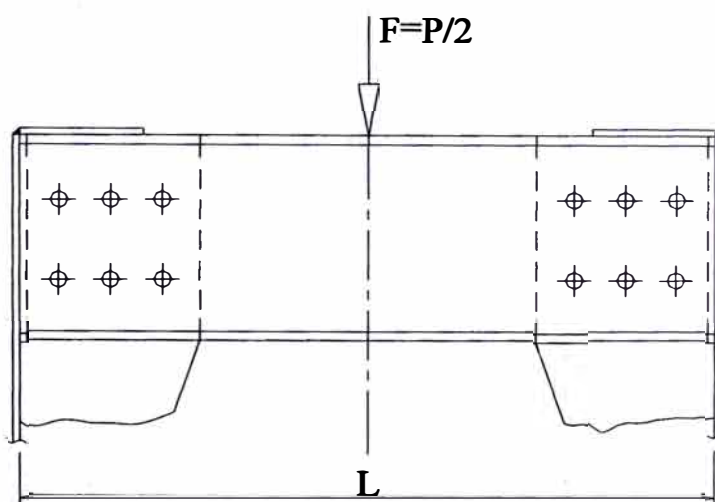
$$\text{Módulo } S = \frac{I}{y}$$

Donde:  $y$  : es la mitad del peralte de la viga

$I$  : Momento de Inercia

$$\text{Esfuerzo de Tracción } S_T = \frac{M \times y}{I} = \frac{M}{S}$$

Recordando que el esfuerzo para la tracción es 0.6 con respecto al esfuerzo de fluencia.



**Figura 4.5** D.C.L. de la viga

**Tabla 4.2** Valores para selección de perfil

<b>Perfil AISC</b>	<b>S (mm<sup>3</sup>) AISC</b>	<b>F.S. Calculado</b>
4" x 5.4#	31627	1.14
4" x 7.25#	37526	1.35
5" x 6.7#	49161	1.77
5" x 9#	58338	2.11
6" x 8.2#	71775	2.59
6" x 10.5#	82919	2.99
6" x 13#	95045	3.43
7" x 9.8#	99633	3.60
7" x 12.25#	113562	4.10
8" x 11.5#	133391	4.81
8" x 13.75#	147975	5.34
8" x 18.75#	180258	6.51



$$\text{Además: } M_{\text{Max}} = \frac{F \times L}{8} = \frac{P \times L}{16} = 4126.7\text{Nm}$$

$$\text{También calculamos: } S = \frac{M}{0.6 \times S_y} = 27705\text{mm}^3$$

Como se observa, los perfiles listados en la tabla satisfacen las exigencias, y seleccionamos el perfil C 8 x 11.5 # en previsión de los espacios para poder ensamblar el Chasis Superior, con un F.S. cercano a 5 y de fácil adquisición en el mercado local.

#### **4.4 Pernos de fijación de la viga soporte de chasis**

Los pernos permiten fijar las vigas C a las planchas que dan forma al Chasis superior, sufren de esfuerzos de corte, lo que se calcula para asegurar la correcta selección de los mismos

.Los pernos de alta resistencia son clasificados por la ASTM en los tipos A325 y A490 que corresponden a las especificaciones SAE G 5 y G 8 respectivamente.

##### **4.4.1 Cálculo por esfuerzo de corte**

Sobre estos pernos actúa la carga total del Skip – Jaula, ocasionando corte directo e indirecto, los cuales se calculan en las siguientes expresiones.

##### **Consideraciones**

La fuerza aplicada en cada viga C: es:  $F = 41062\text{N}$

En cada extremo de los canales se cuenta con 6 pernos distribuidos en 2 filas. El material de los pernos corresponde a la clasificación ASTM A 490 equivalente a la especificación SAE G8.

Para este material:  $\sigma_y = 80 \text{ kg/mm}^2 = 780 \text{ N/mm}^2$

El esfuerzo permisible de corte:

$$S_c = 0.1 \times \sigma_y = 0.1 \times 780 = 78 \text{ N/mm}^2$$

### **Corte directo**

En cada perno actúa la fuerza:  $F_n = \frac{F}{n}$

Donde: F : Fuerza total

n : Número de pernos

La fuerza  $F = 41062 \text{ N}$  y el número de pernos  $n = 12$ .

Con lo que se obtiene una fuerza cortante  $F_n = 3421.8 \text{ N}$

### **Corte indirecto**

La excentricidad de la fuerza aplicada a cada viga respecto al centro de gravedad de la distribución de los pernos en cada extremo de la viga C, ocasiona este incremento.

Para calcular esta fuerza:  $F' = \frac{T \times A_i \times C_i}{\sum A_j \times C_j^2}$

Donde: T : Momento torsor.

$A_i$  : Área de sección cada perno

$C_i$  : Distancia del perno a evaluar.

$A_j$  : Área de sección de cada perno

$C_j$  : Distancia de cada perno.

Analizamos el perno 3:

$$T = (3241.8 \text{ N})(360 \text{ mm}) = 1231856 \text{ Nmm}$$

$$\text{Calculando: } F' = \frac{(1231856\text{Nmm}) \times 360\text{mm}}{554400\text{mm}^2} = 799.9\text{N}$$

### Resultado final

$$\text{Hallando el área mínima requerida por el perno: } S_c = \frac{F}{A}$$

Resulta:  $A = 10.26\text{mm}^2$ . Se han seleccionado pernos de  $\varnothing 3/4''$

**Tabla 4.3** Resultados de cálculo para selección de diámetro

Perno Item	$C_i$ (mm)	$A_i$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_i \times C_i$ ( $\text{mm}^3$ )	$C_i^2$ ( $\text{mm}^2$ )	$T_i$ (Nmm)	$F_{c_i}$ (N)	$d$ (mm)
1	240	4.56	1094	57600	821237	355.5	2.4
2	300	7.12	2137	90000	1026546	555.5	3.0
<b>3</b>	<b>360</b>	<b>10.26</b>	<b>3692</b>	<b>129600</b>	<b>1231856</b>	<b>799.9</b>	<b>3.6</b>
4	240	4.56	1094	57600	821237	355.5	2.4
5	300	7.12	2137	90000	1026546	555.5	3.0
6	360	10.26	3692	129600	1231856	799.9	3.6
$\Sigma C_i^2 =$				<b>554400</b>	$\Sigma F_{c_i} =$		<b>3421.8</b>

## 4.5 Pernos de unión de planchas de sujeción de vigas a cabezales superiores

Las planchas que se unen a los cabezales superiores, se sujetan mediante pernos, los cuales sufren esfuerzos que se calculan de inmediato.

### 4.5.1 Consideraciones

La fuerza aplicada en cada cabezal:

$$F = 82124/2 = 41062\text{N}$$

En cada cabezal se cuenta con 10 pernos distribuidos verticalmente en 2 columnas de 5 filas.

El material de los pernos corresponde a la clasificación ASTM A 490 equivalente a la especificación SAE G8 con  $\sigma_y = 80 \text{ kg/mm}^2 = 780 \text{ N/mm}^2$

#### 4.5.2 Cálculo

##### Cálculo por corte directo

En cada perno actúa la fuerza:

$$F = \frac{41062}{10} = 4106.2\text{N}$$

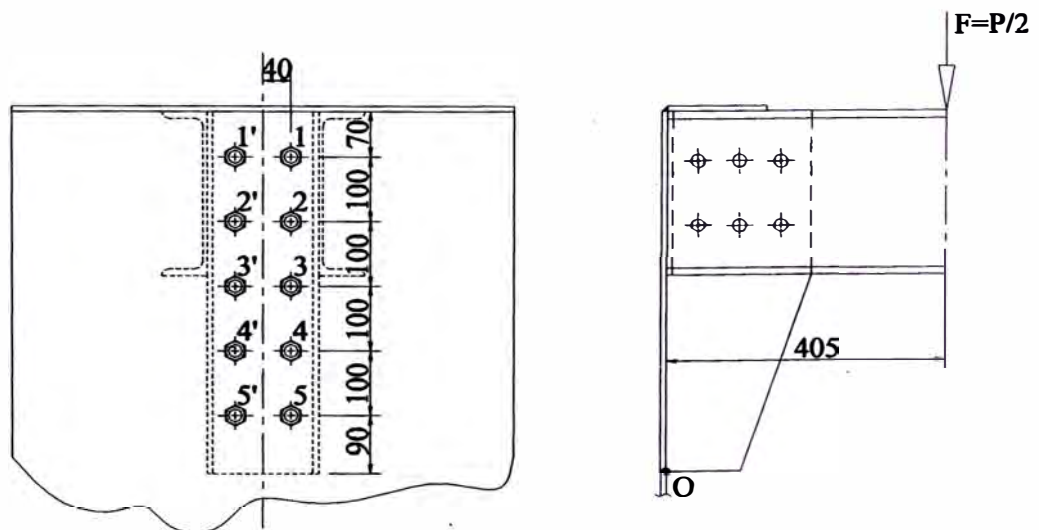
$$S_c = 0.1 \times \sigma_y = 0.1 \times 780 = 78\text{N/mm}^2$$

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

De donde  $A = 52.6\text{mm}^2$  y  $d = 8.2\text{mm}$

##### Tracción directa

La fuerza total soportada en el centro de las vigas C, provoca un Momento que a su vez ocasiona fuerzas de tracción en los pernos, fuerza que se calcula como se muestra:



**Figura 4.6** Distribución de pernos de amarre

Para calcular esta fuerza: 
$$F' = \frac{M \times A_i \times C_i}{\sum A_j \times C_j}$$

Donde: T : Momento Flector.

$A_i$  : Área de sección cada perno

$C_i$  : Distancia del perno a evaluar.

$A_j$  : Área de sección de cada perno

$C_j$  : Distancia de cada perno.

$$M = (41062\text{N})(405\text{mm}) = 16630052\text{Nmm}$$

Calculando la fuerza de tracción del perno 1 crítico:

$$F' = \frac{(16630052\text{Nmm}) \times 490\text{mm}}{520500\text{mm}^2} = 15655.6\text{N}$$

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

De donde  $A = 33.45\text{mm}^2$  y  $d = 6.5\text{mm}$

**Tabla 4.4** Resultados para cálculo de perno

Perno Item	$C_i$ (mm)	$A_i$ (mm <sup>2</sup> )	$A_i \times C_i$ (mm <sup>3</sup> )	$C_i^2$ (mm <sup>2</sup> )	$M_i$ (Nmm)	$F_{t_i}$ (N)	d (mm)
1	490	33.45	16392	240100	7671231	15655.6	6.5
2	390	26.63	10384	152100	4859618	12460.6	5.8
3	290	19.80	5741	84100	2687007	9265.5	5.0
4	190	12.97	2465	36100	1153400	6070.5	4.1
5	90	6.14	553	8100	258796	2875.5	2.8
$\sum C_i^2 =$				<b>520500</b>	$\sum F_{t_i} =$		<b>46327.7</b>

### Resultado final

El área de la sección de los pernos, deberá soportar las fuerza de corte y tracción, esfuerzos combinados que determinarán esta área.

$$A = \sqrt{\left(\frac{F_C}{S_C}\right)^2 + \left(\frac{F_T}{S_T}\right)^2}$$

Haciendo el cálculo:

$$A = \sqrt{\left(\frac{4106.2}{48}\right)^2 + \left(\frac{15655.6}{468}\right)^2} = 35\text{mm}^2$$

Recordando que  $S_C = 0.1 \times \sigma_y = 0.1 \times 780 = 78\text{N/mm}^2$

$$S_T = 0.6 \times \sigma_y = 0.6 \times 780 = 468\text{N/mm}^2$$

Nuevamente, el área requerida es pequeña, en la práctica se seleccionan pernos de  $\varnothing 3/4''$ .

#### **4.6 Planchas de sujeción de las vigas C del chasis**

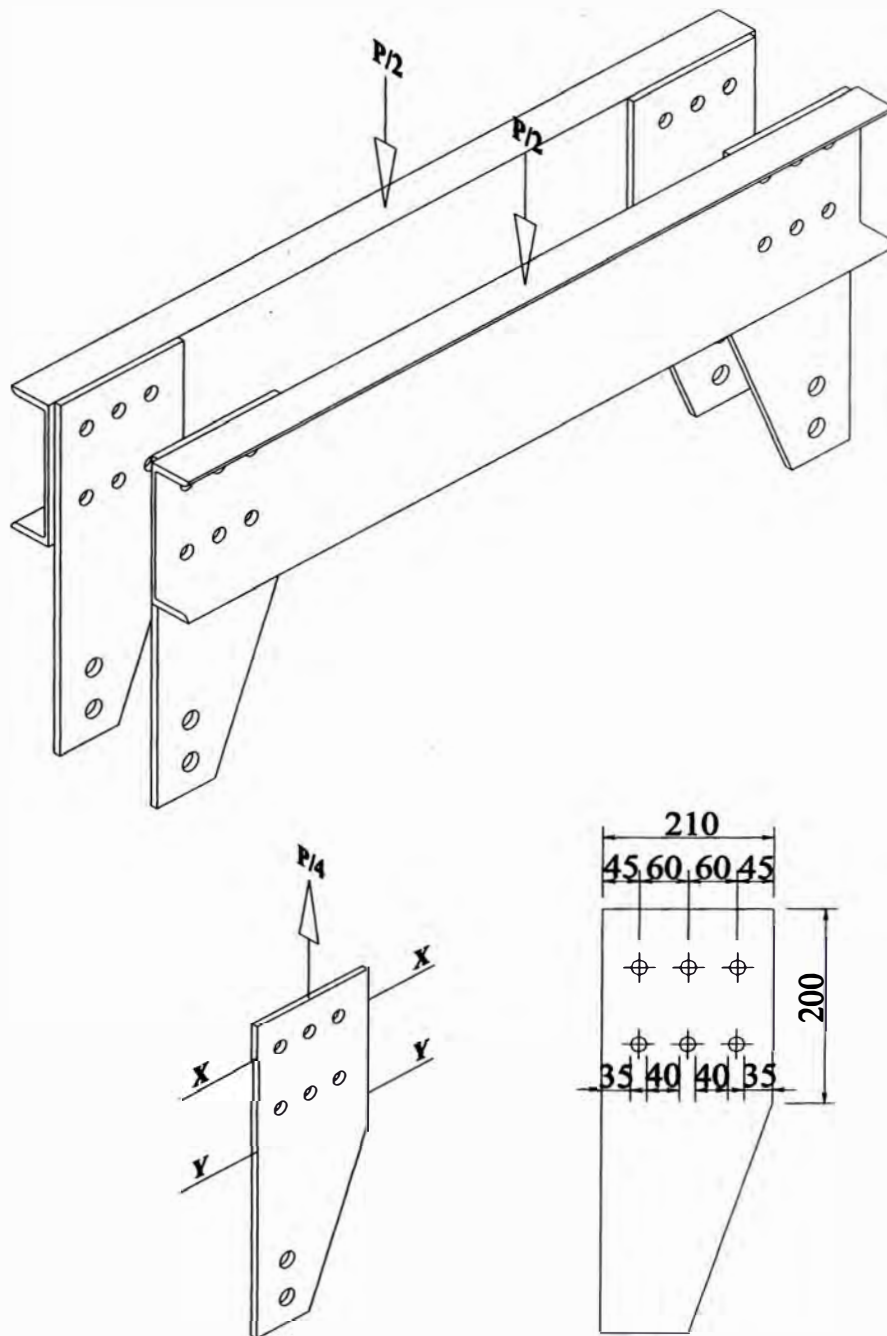
Estas planchas que ensamblan las vigas C del chasis a los cabezales superiores, están sometidas a esfuerzos de tracción y aplastamiento, por parte de las vigas C.

En cada extremo de los canales se cuenta con 6 pernos de  $\varnothing 3/4''$  distribuidos en 2 filas, así que este lado está sometido a esfuerzos que se verifican con las expresiones mostradas.

##### **4.6.1 Cálculo por tracción**

###### **Consideraciones**

Analizamos una de las planchas. La fuerza aplicada en cada una de las planchas



**Figura 4.7** Distribución de agujeros

$$F = P/4 = 82124/4 = 20530.9\text{N}$$

El esfuerzo admisible por tracción:  $S_s = 0.6 \times \sigma_y$

$$\text{Para A36: } S_T = 0.6 \times 248.25 = 149\text{N/mm}^2$$

### Cálculo

Analizamos la sección X-X que es más crítica.

$$S_{T_{x-x}} = \frac{F}{A}$$

$$(33 + 40 + 40 + 35) \times t = \frac{20530.9}{149}$$

$$t = 3\text{mm}$$

#### 4.6.2 Cálculo por aplastamiento

##### Consideraciones

Como en el caso anterior, la fuerza aplicada en cada una de las planchas es:  $F = 82124/4 = 20530.9\text{N}$

El esfuerzo admisible por aplastamiento:

$$S_A = 0.9 \times \sigma_y$$

$$\text{Para A36: } S_A = 0.9 \times 248.25 = 223.4\text{N/mm}^2$$

##### Cálculo

Analizamos la sección X-X

$$S_{A_{x-x}} = \frac{F}{A}$$

$$3 \times 20 \times t = \frac{20530.9}{223.4}$$

$$t = 1.5\text{mm}$$

Los resultados obtenidos son espesores pequeños. En la práctica se escoge planchas de espesor 10mm debido al factor de seguridad que se debe considerar en la selección de los componentes.



#### 4.7 Unión de planchas de sujeción a cabezales superiores

Esta unión es la que finalmente da forma al Chasis Superior, contando para ello con 10 pernos en cada extremo repartidos en dos columnas.

Este lado de la plancha, sufre esfuerzos de tracción y aplastamiento, de igual forma que el lado que sujeta a las vigas C ya mencionadas.

##### 4.7.1 **Calculo por tracción**

###### **Consideraciones**

La fuerza aplicada en cada una de las planchas es:

$$F = P/2 = 82124/2 = 41062\text{N}$$

El esfuerzo admisible por tracción:  $S_T = 0.6 \times \sigma_y$

$$\text{Para A36: } S_T = 0.6 \times 248.25 = 149\text{N/mm}^2$$

###### **Cálculo**

El esfuerzo en las diferentes secciones de la plancha se puede calcular de forma similar a lo ya expuesto, solamente se hará el cálculo para la sección más crítica, esto es la sección donde presenta agujeros pasantes para los pernos.

En la sección X-X

$$S_{T_{x-x}} = \frac{F}{A}, \text{ reemplazando: } (22 + 60 + 22) \times t = \frac{41062}{149}$$

$$t = 2.7\text{mm}$$

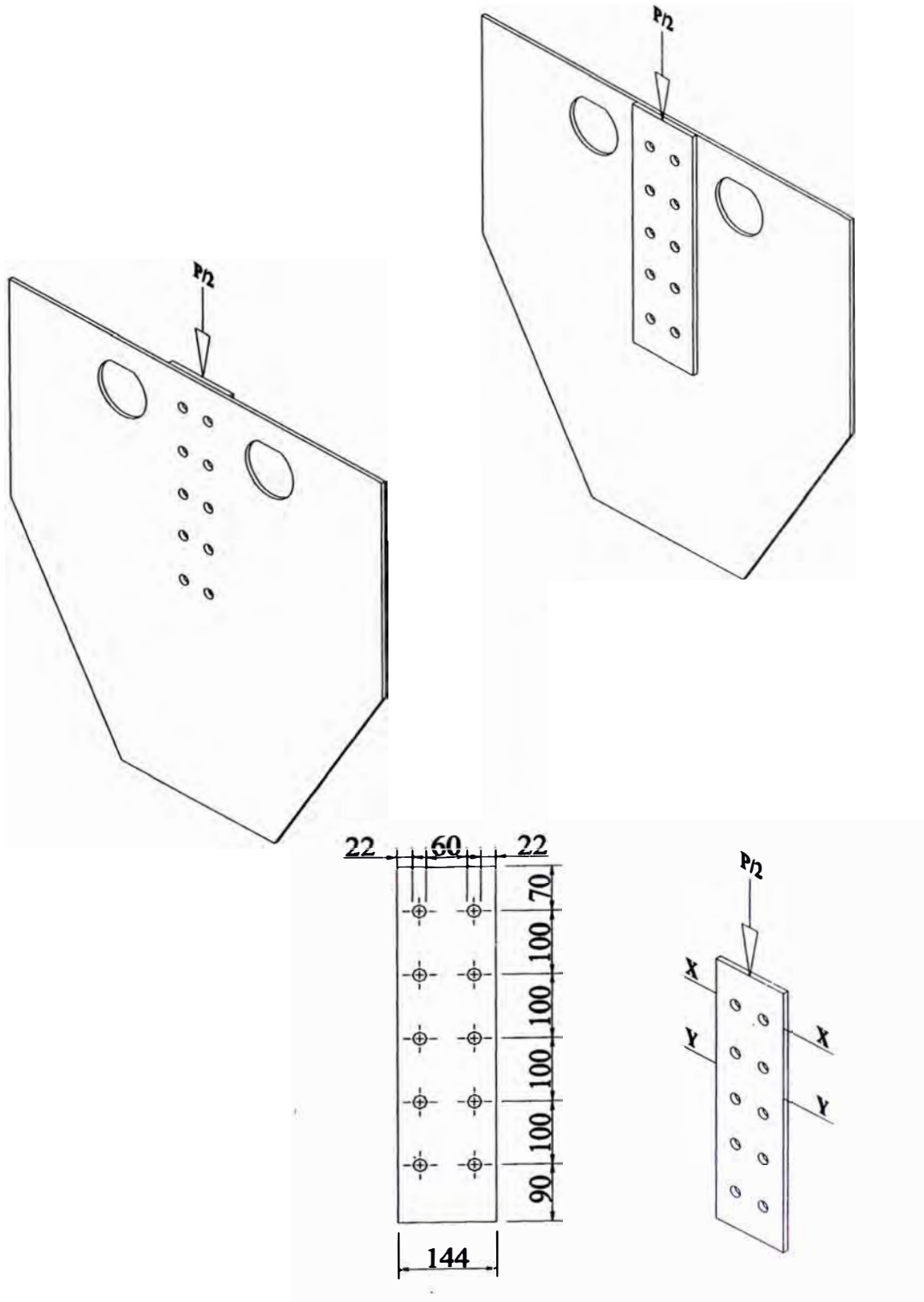
##### 4.7.2 **Cálculo por aplastamiento**

###### **Consideraciones**

Como en el caso anterior, la fuerza aplicada en cada una de las planchas es de  $F = 82124/2 = 41062\text{N}$ .

El esfuerzo admisible por aplastamiento:  $S_s = 0.9 \times \sigma_y$

Para A36:  $S_A = 0.9 \times 248.25 = 223.4 \text{ N/mm}^2$



**Figura 4.8** Distribución de agujeros

### **Cálculo**

Analizamos la sección X-X

$$S_{A_{x-x}} = \frac{F}{A}, \text{ reemplazando: } 2 \times 20 \times t = \frac{41062}{223.4}$$

$$t = 4.6\text{mm}$$

Se observa que los espesores son pequeños. En la práctica se escoge espesor de 10mm debido al factor de seguridad que se debe considerar en la selección de los componentes.

## **4.8 Chasis**

Ángulos ubicados a ambos lados de la Jaula - Skip, tienen la función de guía a través del pique, así como la de soportar parte del peso del Skip, por lo que esta sometido a esfuerzos de tracción y de aplastamiento por parte de los pernos que los unen a los cabezales.

### **4.8.1 Esfuerzos del chasis**

Cada ángulo cuenta con 27 agujeros para pernos, los cuales ejercen una fuerza de tracción máxima

$$F = 82124/4 = 20531\text{N}$$

El material de los pernos corresponde a la clasificación ASTM A 490 equivalente a la especificación SAE G8.

$$\text{Para este material: } \sigma_y = 80 \text{ kg/mm}^2 = 785 \text{ N/mm}^2$$

El material de los perfiles corresponde al acero A36.

$$\text{Siendo: } \sigma_y = 248.25 \text{ N/mm}^2$$

#### 4.8.2 Esfuerzo de corte de los pernos de unión

La fuerza que soporte cada uno de los 27 pernos de cada ángulo se distribuyen de la siguiente forma, los 6 pernos superiores lo unen con el cabezal superior por lo tanto absorben toda la carga, de igual forma los 21 pernos restantes absorben la masa a levantar.

Analizamos los 6 pernos superiores:

$$F = \frac{20531}{6} = 3421.8\text{N}$$

El Esfuerzo admisible de corte:

$$S_C = 0.1 \times \sigma_y = 0.1 \times 785 = 78.5\text{N/mm}^2$$

$$\text{Hallando el área requerida: } S_C = 78.5 = \frac{3421.8}{A}$$

$$\text{Resultando: } A = 43.6 \text{ mm}^2 \text{ y } d = 7.5 \text{ mm}$$

Se ha seleccionado pernos de  $\varnothing 3/4''$ , con lo que largamente se supera el esfuerzo exigido.

#### 4.8.3 Esfuerzo de tracción en los ángulos

Los pernos de unión generan un esfuerzo de tracción en los ángulos, que debe ser superado para el confiable trabajo del Skip.

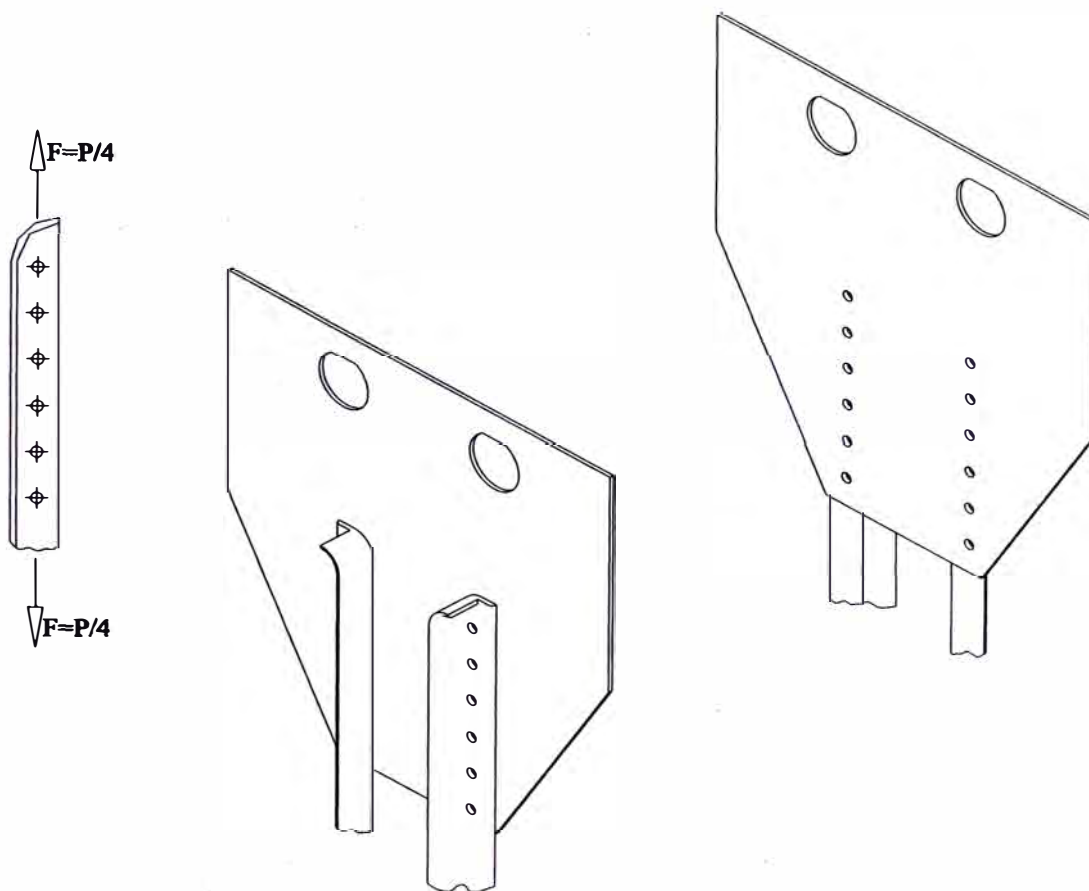
Para estos perfiles de acero estructural A36 se tiene:

$$S_T = 0.6 \times 248.25 = 149 \text{ N/mm}^2$$

Entonces, la sección requerida para soportar la tracción solicitada será:

$$S_T = 149 = \frac{20531}{A} \quad \text{Resultando } A = 137.8 \text{ mm}^2$$

Se eligen ángulos de  $3/8'' \times 3'' \times 3''$ , los cuales cuentan con una sección de  $1116 \text{ mm}^2$ .



**Figura 4.9** Distribución de ángulos en el chasis

## **4.9 Sistema de seguridad**

### **4.9.1 Ejes giratorios de accionamiento de leonas**

De acuerdo al diseño, se consideran dos ejes para accionar las dos parejas de leonas.

#### **Consideraciones**

Material: Acero SAE 1045 con  $\sigma_y = 370\text{N/mm}^2$  y  $\sigma_u = 638\text{N/mm}^2$

#### **Corte puro**

En un instante determinado el eje de leonas está sometido a cargas de corte por las planchas del cabezal de los extremos por lo tanto:

$$S_c = \frac{4 \times F}{\pi \times d^2}$$

Donde  $F = P/4 = 20531\text{N}$

$$\text{Además: } S_c = 0.3 S_y \quad \text{ó} \quad S_c = 0.185 S_U$$

Se toma el menor de ambos.

$$\text{Reemplazando valores: } 0.3 S_y = 111\text{N/mm}^2$$

$$0.185 S_U = 118\text{N/mm}^2$$

De donde se obtiene:  $d = 15.3\text{mm}$

Este valor obtenido es muy pequeño, analizaremos el caso de torsion por ser mas critico en este caso

#### 4.9.2 Corte por torsión

La carga crítica del eje es el esfuerzo cortante que genera el torque que hace girar con rapidez las leonas de su posición libre a la de adherencias a los maderos.

Asumimos que la fuerza entregada por el resorte, es igual a la fuerza de izaje. Esto implica que la fuerza en los brazos palanca de cada eje es:

$$F = \frac{82124}{2} = 41062\text{N}$$

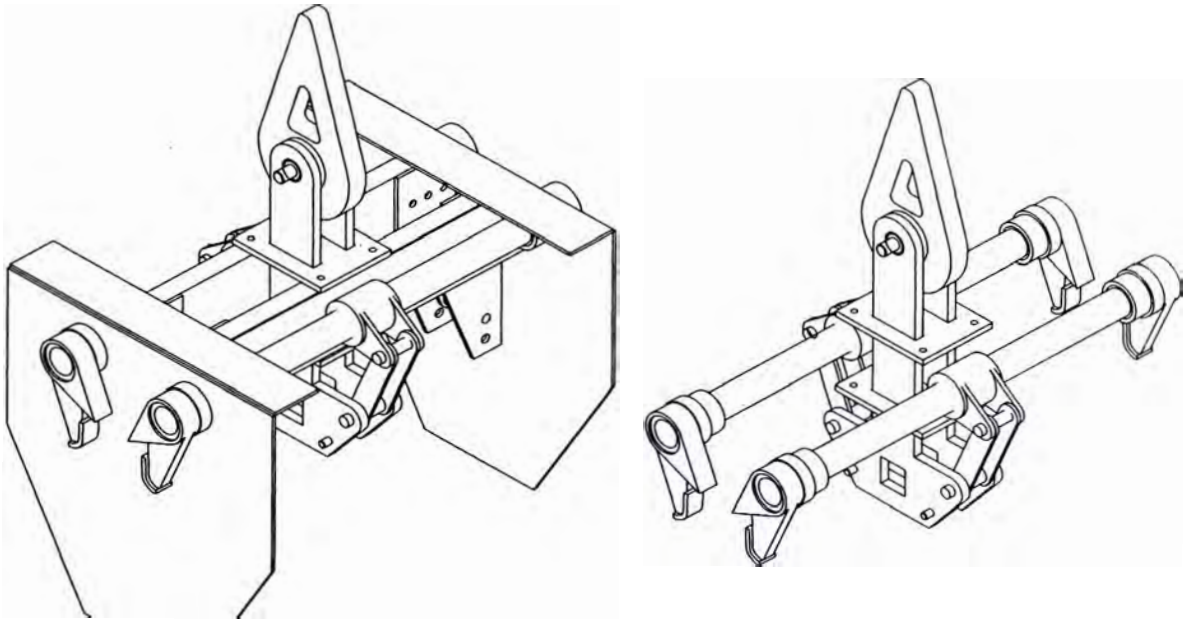
Aplicando la expresión de la ASME para el cálculo de ejes, se obtiene:

$$S_c = \frac{16 \times T}{\pi \times d^3}$$

Donde:  $S_c$  : Esfuerzo admisible de corte.

$T$  : Momento Torsor

$d$  : diámetro de eje

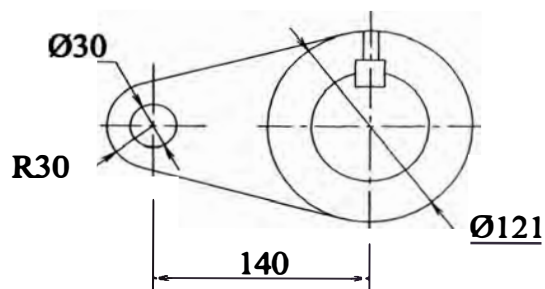


**Figura 4.10** Sistema de seguridad

Además:  $S_C = 0.3 S_y$  ó  $S_C = 0.185 S_U$  Se toma el menor de ambos.

Reemplazando valores:  $0.3 S_y = 111 \text{N/mm}^2$

$0.185 S_U = 118 \text{N/mm}^2$



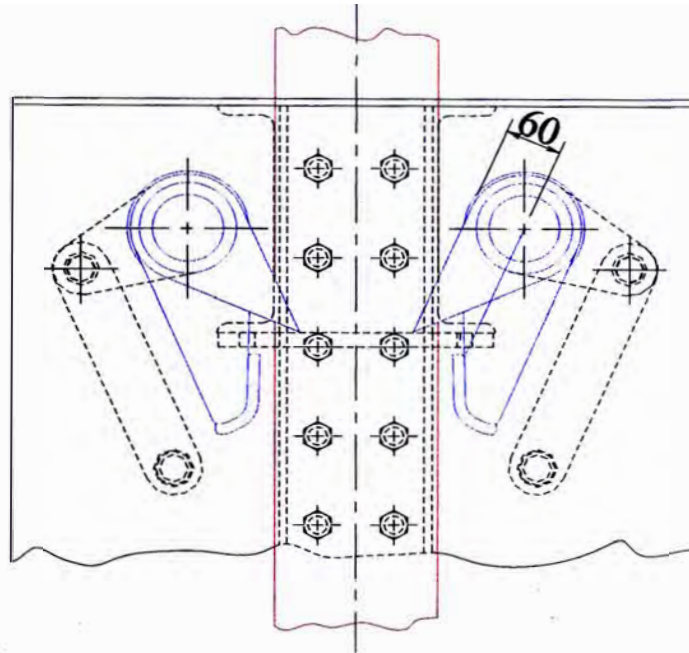
**Figura 4.11** Dimensiones del cubo articulador

El momento torsor se calcula:  $T = F \times b_{ael}$

Donde  $b_{ael} = 140 \text{mm}$  es la longitud del Articulador del Eje de Leonas.

Calculando el diámetro:  $d = 64.1 \text{mm}$

La otra carga crítica a analizar se presenta cuando las leonas se incrustan en las maderas de las guías, quedando sostenido todo el peso por las cuatro leonas.



**Figura 4.12** Accionamiento de las leonas

La fuerza que genere el Momento Torsor:

$$F = \frac{82124}{4} = 20531\text{N}$$

Siendo el Momento Torsor:

$$T = 20531 \times 60 = 1231856 \text{ Nmm}$$

Aplicando la expresión del esfuerzo cortante de la ASME:

$$111 = \frac{16 \times 1231856}{\pi \times d^3}$$

De donde se obtiene  $d = 38.4\text{mm}$

Se elige un eje de  $\text{Ø}75\text{mm}$  (3")



#### 4.10 Chaveta

Las cuñas o chavetas se usan para poder transmitir momento de rotación desde el brazo palanca al eje y de esta a las leonas (en sus extremos).

El material empleado para estas piezas es el acero 1045, el cual cuenta con un esfuerzo de fluencia:

$$\sigma_y = 370\text{N/mm}^2 \text{ y } \sigma_u = 638\text{N/mm}^2$$

El tipo de cuña que utilizaremos es la chaveta cuadrada.

El Fuerza de Corte en la Chaveta se puede calcular:

$$F = \frac{P \times 140}{d} = \frac{14062 \times 140}{37.5} = 153298\text{N}$$

El Esfuerzo de Corte a través de la chaveta puede hallar:

$$S_C = \frac{F}{A}, \text{ Además: } S_C = 0.3 S_y \text{ ó } S_C = 0.185 S_u$$

Se toma el menor de ambos.

$$\text{Reemplazando valores: } 0.3 S_y = 111\text{N/mm}^2$$

$$0.185 S_u = 118\text{N/mm}^2$$

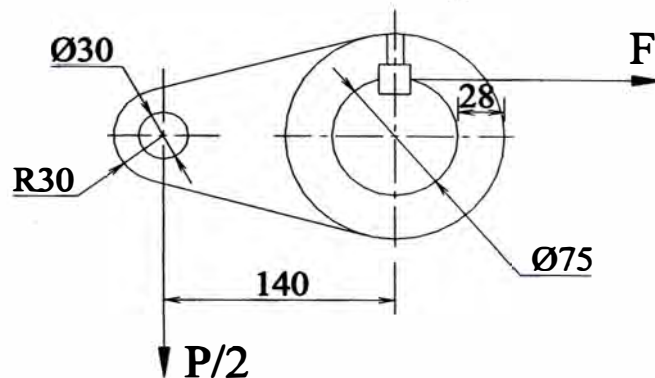
$$\text{De donde } A = 1381\text{mm}^2$$

$$\text{El ancho del cubo es: } b = 126\text{mm}$$

$$\text{De donde: } h = 11\text{mm}$$

Siendo 19mm (3/4") el lado de la chaveta seleccionada.

Se ha elegido una chaveta de longitud 5", que a su vez también determinará la longitud del cubo del Articulador del Eje de Leonas.



**Figura 4.13** Fuerza en la chaveta

Las chavetas para las leonas, son del mismo tipo, y la longitud de la chaveta la tomamos igual a 50mm (2”).

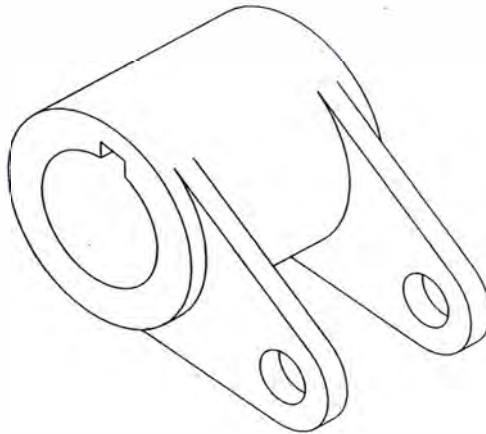
El espesor del cilindro del brazo palanca lo definimos 1.5 veces el ancho de la chaveta; es decir 28.5mm (1-1/8”).

El espesor del cubo de la leona lo consideramos 1.5 veces el ancho de su chaveta; es decir 28.5mm (1-1/8”).

#### **4.11 Articulador de eje de leonas**

Este elemento está formado por un cilindro corto y el brazo propiamente dicho. Se monta en el centro longitudinal del eje de leonas y transmite el torque necesario para hacer girar las Leonas, de manera que se incrustan o se liberan de los maderos a los que se incrustaron.

El espesor y la altura del cilindro lo determinamos según las dimensiones de la chaveta de fijación; la cual viene a ser el elemento crítico para el cálculo.



**Figura 4.14** Cubo articulador de eje de leonas

La longitud del cubo del brazo palanca por lo general es mayor que el diámetro del eje para que haya estabilidad, por lo que se ha elegido 5", haciéndolo coincidir con la longitud de la chaveta.

#### **4.12 Brazo articulador de cruceta**

Son planchas que se articulan con la cruceta y provocan al momento del izaje la separación de las leonas.

La fuerza crítica a las cuales son sometidas estas planchas es la de tracción, en el momento en que las leonas se incrustan en las maderas guía en caso de rotura o desprendimiento de cable.

Se asume que la fuerza residual (del resorte) que ejerce tracción al incrustarse las leonas, es la mitad de la fuerza entregada al hacer girar el Eje de Leonas.

$$F = \frac{82124}{2} = 41062\text{N}$$

Antes de calcular el Esfuerzo de Tracción se debe definir el diámetro de los pines que unen estas planchas con la Cruceta y con el Brazo Articulador de Eje de Leonas.

Material empleado para los pines es Acero SAE 1020 con  $\sigma_y = 235\text{N/mm}^2$

Calculando el diámetro de los pines por corte:

$$S_c = \frac{P/4}{\pi \left( \frac{d^2}{4} \right)} = 0.4 \times \sigma_y$$

Con lo que se obtiene un diámetro de 16.7mm.

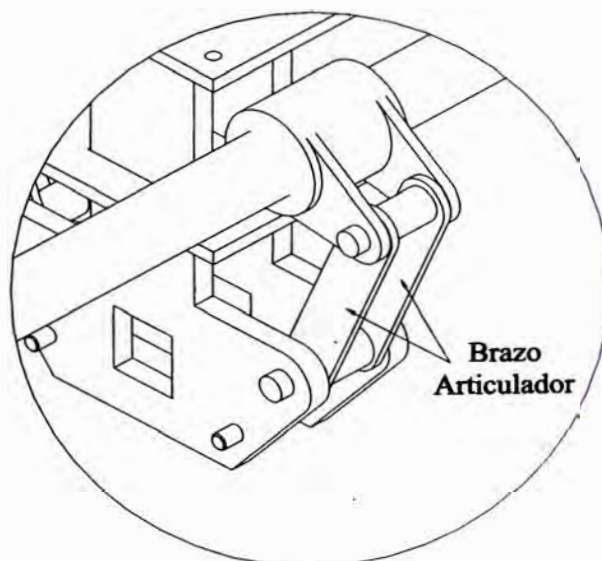
Se ha elegido un diámetro de 30mm.

Con este diámetro ya definido, calculamos el esfuerzo de tracción en estos brazos articuladores, que son fabricados en Acero Estructural A36.

$$S_T = \frac{(P/2)}{2 \times (b \times t - d \times t)} = 0.6 \times S_y$$

Siendo  $b = 60\text{mm}$ . y  $t = 4.9\text{mm}$ .

Se selecciona  $t = 9.5\text{mm}$  (3/8")



**Figura 4.15** Brazo articulador de cruce de ejes

## **CAPITULO 5**

### **ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

#### **5.1 Proceso de fabricación**

Se enmarca en las siguientes labores:

- Adquisición de materiales
- Almacenamiento y manipulación de materiales
- Control de medidas, espesores y tolerancias
- Proceso de trazado y habilitado de materiales
- Maquinado de piezas
- Proceso de taladrado de agujeros
- Proceso de armado y soldeo
- Control dimensional
- Pre-ensamble.
- Arenado
- Pre-pintado con base anticorrosivo
- Ensamble de componentes.
- Pruebas de caída y accionamiento de leonas
- Pintado final
- Embalaje
- Entrega

## **5.2 Plan de Aseguramiento de Calidad**

### **5.2.1 Preliminares**

Up Date de diseño, fabricación, montaje y pruebas de Skips, siguiendo normas referentes a los sistemas de Izaje, con el objetivo de satisfacer los requerimientos de Calidad.

Se contempló la observancia en cada etapa del proyecto, dando incidencia en cada una de ella como son:

- a) Ingeniería de Detalle, Consultas y Cambios.
- b) Control de Compras, Materiales e Insumos.
- c) Habilitado para fabricación Estructuras de Acero.
- d) Proceso de Soldadura.

### **5.2.2 Bases de referencia**

➤ NTP ISO 9001: 1995 Sistemas de Calidad: Modelo el Aseguramiento de la Calidad en el Diseño, Producción, Instalación y Servicio Posventa.

➤ MTP IDO 8402: 1995 Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad. - Vocabulario.

➤ D.S. 046-2001 MEM

➤ Especificaciones Técnicas Vigentes.

### **5.2.3 Ingeniería**

Desarrollo la ingeniería de detalle en concordancia con los requisitos de calidad del Proyecto.

#### 5.2.4 Documentos

**Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC):** Define en forma específica el desarrollo de la actividad que requiere atención especial para asegurar la calidad requerida y así tener la seguridad de su correcta ejecución.

Aplicados en las etapas de desmontaje y montaje así como en la fabricación de piezas.

**Registros de Calidad (RQ):** Este documento contiene evidencia objetiva de las inspecciones y controles realizados en las piezas fabricadas.

#### 5.2.5 Normas y Códigos Internacionales Aplicados

##### Compras

Los materiales empleados en la fabricación fueron adquiridos a proveedores calificados y aprobados, comprobando el cumplimiento de los requisitos técnicos aplicables cumpliendo las normas y códigos establecidos.

##### Fabricación

ELEMENTO	TIPO MATERIAL	NORMA APLICABLE
Pines y ejes	SAE 1020 SAE 1045	
Soldadura	AWS	ASME sección II parte C AWS A5.1 y A5.20.
Pernería		ASTM A-325 Specification for structural Bolts
Planchas y Perfiles		ASTM A-36

##### Acabado

DESCRIPCION	NORMA
Tolerancia	DIN 7168
Preparación de Superficie y Acabado	SSPC-SP3

### **Seguridad**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>NORMA</b>
Soldeo y Corte	ANSI AWS Z87.1, AWS F4.1-80
Desmontaje y Montaje	NOSA Secciones 2, 5

### **Manipulación, almacenamiento y entrega**

Se han establecido instrucciones precisas sobre la manipulación, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega de los materiales y productos a ser entregados.

A través de dichas disposiciones se preverá la seguridad del personal y la operación durante los procesos.



**CAPITULO 6**  
**COSTOS Y PRESUPUESTO DE FABRICACION**

**6.1 Costos de Materiales**

Estos costos han sido tomados de la lista de precios de los proveedores de productos y servicios relacionados a la fabricación del Skip/Jaula.

Ultima fecha de actualización Enero del 2008

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION / ACTIVIDAD</b>	<b>CANT</b>	<b>Peso U. (kg)</b>	<b>Peso P. (kg)</b>	<b>Precio U. (U.S.\$)</b>	<b>Precio P. (U.S.\$)</b>
<b>2.0.0</b>	<b>SIST. DE SEGURIDAD</b>			<b>373.46</b>		<b>1190.92</b>
2.0.1	Guarda Cable - Fundición CE-1	1 pza	19.00	19.00	66.50	66.50
2.0.2	Bocina Pin Guarda Cable	1 pza	0.27	0.27	0.95	0.95
2.0.3	Pin Guarda Cable	1 pza	4.07	4.07	10.58	10.58
2.0.4	Tuerca - Arandela Ø1 1/2 NF	1 pza	0.36	0.36	4.50	4.50
2.0.5	Pasador Ø1/4 x 2 1/2 de Pin Guarda Cable	1 pza	0.20	0.20	0.52	0.52
2.0.6	Placa Guía de Crucetas	2 pza	7.48	14.96	26.18	52.36
2.0.7	Perno Hex. Ø 5/8" x 2 NC-8 con 2 arandelas	8 pza	0.30	2.40	3.60	28.80
2.0.8	Cruceta	2 pza	30.30	60.60	28.79	57.57
2.0.9	Separador de Cruceta	2 pza	0.56	1.12	1.96	3.92
2.0.10	Tuerca - Arandela Ø 3/4 NC	4 pza	0.30	1.20	3.75	15.00
2.0.11	Pin Ø30 x 153 de Brazo Articulador de Cruceta	2 pza	0.20	0.40	0.70	1.40
2.0.12	Pasador Ø1/4 x 1 1/2 de Pin de Brazo Articulador de Cruceta	2 pza	0.20	0.40	0.40	0.80
2.0.13	Brazo Articulador Cruceta	4 pza	1.21	4.84	1.15	4.60
2.0.14	Separador de Brazos Articuladores de Cruceta	4 pza	0.33	1.32	1.16	4.62
2.0.15	Pin Ø30 x 127 de Brazo Articulador de Leonas	2 pza	0.20	0.40	0.52	1.04
2.0.16	Grasera NPT Ø1/8 x 1/2	4 pza	0.20	0.80	0.06	0.24

2.0.17	Brazo Articulador de Eje de Leonas	2 pza	8.33	16.66	29.16	58.31
2.0.18	Chaveta 3/4 x 3/4 x 127 SAE 1045 en B.A. de Eje de Leonas	2 pza	0.37	0.74	3.82	7.64
2.0.19	Grasera NPT Ø3/8 x 15 en B.A. de Eje de Leonas	2 pza	0.20	0.40	0.06	0.12
2.0.20	Eje de Leonas 3" X 1000 mm SAE 1020	2 pza	36.30	72.60	127.05	254.10
2.0.21	Bocinas en Soportes en Eje de Leonas	4 pza	1.10	4.40	3.85	15.40
2.0.22	Soporte de Eje de Leonas	4 pza	3.20	12.80	11.20	44.80
2.0.23	Grasera NPT Ø3/8 x 25 en Soporte de Leonas	4 pza	0.20	0.80	0.06	0.24
2.0.24	Leonas - Fundición CE-1	4 pza	8.30	33.20	29.05	116.20
2.0.25	Chaveta 3/4 x 3/4 x 52 SAE 1045	4 pza	0.15	0.60	3.82	15.28
2.0.26	Pl. soporte de Resorte Semielíptico (Juego)	4 pza	17.67	70.68	16.79	67.15
2.0.27	Perno Hex. Ø 3/4" x 2 NC-8 con tuerca y 2 arandelas	44 pza	0.30	13.20	3.60	158.40
2.0.28	Pin Ø1" x 200 de Brazo Articulador el Resorte Semielíptico	2 pza	0.20	0.40	0.52	1.04
2.0.29	Tuerca - Arandela Ø1" NC	2 pza	0.20	0.40	2.50	5.00
2.0.30	Pasador Ø 1/8 x 32 de Pin B. Artic. Resorte Semielíptico.	2 pza	0.20	0.40	0.40	0.80
2.0.31	Brazo Articulador el Resorte Semielíptico	4 pza	0.47	1.88	0.45	1.79
2.0.32	Separador de Brazo Articulador el Resorte Semielíptico	2 pza	0.28	0.56	0.98	1.96
2.0.33	Separador de Brazo Articulador con Pl soporte	4 pza	0.15	0.60	0.53	2.10
2.0.34	Pin Ø1" x 110 Soporte de Resorte Semielíptico	2 pza	0.20	0.40	0.70	1.40
2.0.35	Pasador Ø 1/8 x 32 de Pin Soporte de R. Semielíptico	2 pza	0.20	0.40	0.40	0.80
2.0.36	Resorte Semielíptico	1 pza	30.00	30.00	185.00	185.00

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>3,0,0</b>	<b>CHASIS</b>			<b>764.66</b>		<b>1668.24</b>
3,0,1	Pl. 5/16 x 144 x 720 de Sujeción Sup. de Soporte de Ruedas Guía	2 pza	6.45	12.90	6.13	12.26
3,0,2	Pl. 5/16 x 1058 x 720 Cabezal Superior	2 pza	42.93	85.86	40.78	81.57
3,0,3	Pl. 5/16 x 660 x 792 Cabezal Inferior	2 pza	29.20	58.40	27.74	55.48
3,0,4	Pl. 5/16 x 144 x 660 de Sujeción Inf. de Soporte de Ruedas Guía	2 pza	5.91	11.82	5.61	11.23
3,0,5	Canal 10 x 15,3# x 810mm Cabezal superior	2 pza	18.55	37.10	18.55	37.10
3,0,6	PL 5/16" x 560 x 200 Cabezal superior	4 pza	6.19	24.76	5.88	23.52
3,0,7	PL 5/16" x 560 x 144 Cabezal superior	2 pza	5.16	10.32	4.90	9.80
3,0,8	Perno Hex. Ø 3/4" x 2 NC-8 con tuerca y 2 arandelas	164 pza	0.30	49.20	3.60	590.40
3,0,9	Angulo 3/8 x 3 x 7090mm	4 pza	75.93	303.72	75.93	303.72
3,0,10	Zapata de Piso 1/2" x 150 x 300	6 pza	4.32	25.92	4.10	24.62
3,0,11	Suple de Z, Piso 1/4" x 150 x 300	6 pza	2.16	12.96	2.05	12.31
3,0,12	Zapata de Pared 1/2" x 76 x 355	12 pza	2.59	31.08	2.46	29.53
3,0,13	Suple de Z. de Pared 1/4" x 76 x 355	12 pza	1.30	15.60	1.24	14.82
3,0,14	Flat Allen Ø 5/8"x2" con tuerca - arandela	84 pza	0.30	25.20	4.80	403.20
3,0,15	Canal 10 x 15,3# x 810mm Cabezal inferior	2 pza	18.48	36.96	18.48	36.96
3,0,16	PL 5/16" x 202 x 342 Cabezal inferior	4 pza	4.14	16.56	3.93	15.73
3,0,17	PL 5/16" x 144 x 342 Cabezal inferior	2 pza	3.15	6.30	2.99	5.99

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>4,0,0</b>	<b>RUEDAS GUÍA</b>			<b>191.56</b>		<b>569.92</b>
4,0,0	PL 5/16" x 152 x 480 mm - Base	8 pza	5.76	46.08	5.47	43.78
4,0,1	PL 5/16" x 152 x 480 mm - Soporte mayor de Pines	8 pza	4.00	32.00	3.80	30.40
4,0,2	PL 5/16" x 91 x 131 mm - Lateral	8 pza	1.30	10.40	1.24	9.88
4,0,3	PL 5/16" x 86 x 151 mm - Central	4 pza	1.30	5.20	1.24	4.94
4,0,4	PL 3/8" x 86 x 151 mm - Posterior	4 pza	1.30	5.20	1.24	4.94
4,0,5	Pl. 3/8" x 142 x 170 - Soporte menor de Pines	4 pza	1.30	5.20	1.24	4.94
4,0,6	Ruedas guía Ø200	12 pza	2.80	33.60	9.80	117.60
4,0,7	Enjebado de Ruedas Guía 1"	12 pza	1.00	12.00	5.00	60.00
4,0,8	Rod, 6006 (30 x 55 x 13)	24 pza	0.80	19.20	4.50	108.00
4,0,9	Pin de Rueda Guía	12 pza	0.79	9.48	2.05	24.65
4,0,10	Tuerca 1" NF en extremo de Pin de R. Guía	12 pza	0.20	2.40	2.50	30.00
4,0,11	Tuerca 3/4" NF en extremo de Pin de R. Guía	12 pza	0.20	2.40	2.50	30.00
4,0,12	Perno Hex. Ø 5/8" x 2 NC-8 con tuerca - 2 arandela	28 pza	0.30	8.40	3.60	100.80

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>5,0,0</b>	<b>JAULA</b>			<b>627.11</b>		<b>647.44</b>
5,0,1	Pl. 1/4" x 484 x 838 Estriada	2 pza	19.47	38.94	18.50	36.99
5,0,2	Pl. 1/4" x 826 x 370 Estriada	1 pza	14.67	14.67	13.94	13.94
5,0,3	Bisagras Ø1/4 de Pl. Pivotante	4 pza	0.40	1.60	1.40	5.60
5,0,4	Angulo 3/16" x 2" x 370	2 pza	1.34	2.68	1.27	2.55
5,0,5	Angulo 1/4" x 2 1/2" x 486	4 pza	2.97	11.88	10.40	41.58
5,0,6	Angulo 1/4" x 2 1/2" x 4120	4 pza	25.14	100.56	25.14	100.56
5,0,7	PL 1/8" x 1320 x 1374	2 pza	43.53	87.06	41.35	82.71
5,0,8	PL 1/8" x 1320 x 1000	2 pza	31.68	63.36	30.10	60.19
5,0,9	PL 1/8" x 1320 x 1086	2 pza	34.40	68.80	32.68	65.36
5,0,10	Canal U 6" x 10,5 # x 1322	2 pza	20.70	41.40	20.70	41.40
5,0,11	Canal U 6" x 10,5 # x 820	4 pza	12.84	51.36	12.84	51.36
5,0,12	Bisagras Ø1" de piso pivotante	6 pza	0.50	3.00	1.75	10.50
5,0,13	PL 3/16" x 1322 x 820 Estriada	2 pza	43.36	86.72	41.19	82.38
5,0,14	PL 1/8" x 1320 x 120 Doblado en C	4 pza	3.80	15.20	3.61	14.44
5,0,15	PL 1/8" x 830 x 120 Doblado en C	4 pza	2.39	9.56	2.27	9.08
5,0,16	PL 1/8" x 1317 x 120 Doblado en C	8 pza	3.79	30.32	3.60	28.80

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>6,0,0</b>	<b>PUERTA JAULA</b>			<b>157.80</b>		<b>463.35</b>
6.0.1	PT 1/8" x 2" x 810	4 pza	0.97	3.88	0.97	3.88
6.0.2	Pt 1/8" x 2" x 1800	4 pza	2.16	8.64	2.16	8.64
6.0.3	Malla electrosoldada 0,71 x 1,7m	2 pza	3.00	6.00	3.00	6.00
6.0.4	Tubo cuad 1" x 1.5mm x 670mm	4 pza	4.70	18.80	1.10	82.72
6.0.5	Tubo cuad 1" x 1.5mm x 1800mm	4 pza	12.62	50.48	1.10	222.11
6.0.6	PL 3/32" x 1m x 1.8m (Acanalada)	2 pza	35.00	70.00	1.00	140.00

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>7,0,0</b>	<b>SKIP</b>			<b>652.28</b>		<b>630.30</b>
7,0,1	Pl 1/4" x 190 x 1320 de Transición	2 pza	12.97	25.94	12.32	24.64
7,0,2	Pl. 1/4" x 600 x 813 Frontal	1 pza	21.00	21.00	19.95	19.95
7,0,3	Pl. 1/4" x 872 x 813 Posterior	1 pza	34.47	34.47	32.75	32.75
7,0,4	Pl. 1/4" x 1320 x 2193 Lateral	2 pza	97.13	194.26	92.27	184.55
7,0,5	Pl. 1/4" x 714 x 1953 Base	1 pza	75.16	75.16	71.40	71.40
7,0,6	PL 1/4" x 1320 x 701 lateral	2 pza	44.42	88.84	42.20	84.40
7,0,7	Ángulos 1/4" x 2 1/2" x 693 laterales	2 pza	2.57	5.14	2.57	5.14
7,0,8	Ángulos 1/4" x 2 1/2" x 1879 laterales inferiores	2 pza	3.57	7.14	3.57	7.14
7,0,9	Ángulos 1/4" x 2 1/2" x 190 Trancision	8 pza	4.57	36.56	4.57	36.56
7,0,10	Canal 3" x 4,1# x 1394 - Lateral 1	2 pza	8.90	17.80	8.90	17.80
7,0,11	Canal 3" x 4,1# x 1143 - Posterior	2 pza	5.06	10.12	5.06	10.12
7,0,12	Canal 3" x 4,1# x 1143 - Frontal	1 pza	5.06	5.06	5.06	5.06
7,0,13	Canal 3" x 4,1# x 738 - Inferior	3 pza	4.89	14.67	4.89	14.67
7,0,14	Canal 3" x 4,1# x 785 - Lateral 2	1 pza	16.12	16.12	16.12	16.12
7,0,15	PL 3/8" x 710 x 1950mm	1 pza	100.00	100.00	100.00	100.00



ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>8,0,0</b>	<b>SOPORTE DE BALDE DE SKIP</b>			<b>49.55</b>		<b>155.48</b>
8,0,1	Pl. Pl. 1/2" x 240 x 371 - Soporte de Skip	2 pza	8.55	17.10	8.12	16.25
8,0,2	Pl. Pl. 5/16" x 240 x 371 - Soporte de Skip	2 pza	5.70	11.40	5.42	10.83
8,0,3	Pl. Pl. 5/16" x 240 x 50 - Soporte de Skip	4 pza	0.77	3.08	0.73	2.93
8,0,4	Canal 6 x 8,2# x 802 Asiento de Skip	1 pza	9.81	9.81	9.32	9.32
8,0,5	Perno Hex. Ø 3/4" x 2" NC-8 con 2 arandelas	12 pza	0.30	3.60	3.60	43.20
8,0,6	Perno Hex. Ø 3/4" x 2 1/2" NC-8 con 2 arandelas	12 pza	0.38	4.56	6.08	72.96

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>9.0.0</b>	<b>COMPUERTA SKIP</b>			<b>169.54</b>		<b>169.65</b>
9.0.1	Pl. 1" x 200 x 200 Soporte de eje (interno)	2 Pz	8.00	16.00	7.60	15.20
9.0.2	Pl. 1/4" x 100 x 100 Soporte de eje (externo)	2 Pz	0.50	1.00	0.48	0.95
9.0.3	Eje 1 1/2" x 89 mm	2 Pz	0.70	1.40	2.45	4.90
9.0.4	Bocina De=57 mm, Di=32 mm, Long=17 mm	2 Pz	0.13	0.26	0.46	0.91
9.0.5	Pl. 5/16 x 742 x 1631 Principal	1 Pz	77.45	77.45	73.58	73.58
9.0.6	PL 5/16" x 274 x 1908 brazos	2 Pz	26.16	52.32	24.85	49.70
9.0.7	Canal 3" x 4,1# x 829 - Frontal	2 Pz	5.07	10.14	5.07	10.14
9.0.8	Canal 3" x 4,1# x 758 - Lateral	1 Pz	4.63	4.63	4.63	4.63
9.0.9	Canal 3" x 4,1# x 247 - Lateral	4 Pz	1.51	6.04	1.51	6.04
9.0.10	Tuerca NF 1" + Arandela plana 1"	2 Pz	0.10	0.20	1.20	2.40
9.0.11	Pasador 3/16" x 2 1/2"	2 Pz	0.05	0.10	0.60	1.20

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>10.0.0</b>	<b>POLINES DE VOLTEO</b>			<b>60.64</b>		<b>237.07</b>
10.0.1	Pl. 5/8" x 203 x 275 refuerzo	2 Pz	7.15	14.30	6.79	13.59
10.0.2	Perno Hex. Ø 3/4 x 2" con tuerca - 2 arandela	12 Pz	0.30	3.60	3.60	43.20
10.0.3	Eje de Polín 3" x 151 mm SAE 1020	2 Pz	5.50	11.00	19.25	38.50
10.0.4	Rod 32211 (Una hilera - Rodillos Cónicos)	4 Pz	1.20	4.80	14.00	56.00
10.0.5	Polín de Volteo - Fundición CE-1	2 Pz	10.40	20.80	36.40	72.80
10.0.6	Tuerca 1" NF - 2 + arandela	2 Pz	0.30	0.60	3.75	7.50
10.0.7	Grasera 1/8" NPT	2 Pz	0.04	0.08	0.15	0.30
10.0.8	Tapa De=130 mm, e=1/4"	2 Pz	0.64	1.28	0.61	1.22
10.0.9	Tapa posterior De=130 mm, Di=74 mm, e=1/4"	2 Pz	0.43	0.86	0.41	0.82
10.0.10	PL 5/16" x 56 x 203	4 Pz	0.73	2.92	0.69	2.77
10.0.11	PL 1/4" x 56 x 56 (Cartela triangular)	4 Pz	0.10	0.40	0.10	0.38

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>11.0.0</b>	<b>BRAZO SEGURIDAD</b>			<b>36.37</b>		<b>44.23</b>
11.0.1	Pl. 1/2" x 175 x 144 Soporte de Eje	2 Pz	3.40	6.80	3.23	6.46
11.0.2	Pl. 1/4" x 76 x 175 base de Soporte de Eje	1 Pz	0.65	0.65	0.62	0.62
11.0.3	Tuerca NC 1" + arandela	1 Pz	0.04	0.04	0.50	0.50
11.0.4	Bocina Ø3" x 32 mm	1 Pz	0.38	0.38	1.33	1.33
11.0.5	Pasador Ø3/16 " x 1 1/2	1 Pz	0.30	0.30	0.60	0.60
11.0.6	Pin Ø1 1/2" x 224 Brazo de Seguridad	1 Pz	2.20	2.20	5.72	5.72
11.0.7	Brazo de Seguridad 3/4 x 1308 x 349	1 Pz	24.12	24.12	22.91	22.91
11.0.8	Tuerca NC 5/8" + arandela	1 Pz	0.03	0.03	0.38	0.38
11.0.9	Pin Ø3/4" x 143 mm Guía de Brazo de Seguridad	1 Pz	0.35	0.35	0.91	0.91
11.0.10	Rodillo Ø2" x 88mm Guía de brazo de Seguridad	1 Pz	1.20	1.20	4.20	4.20
11.0.11	Pasador Ø3/16" x 1 1/2"	1 Pz	0.30	0.30	0.60	0.60



ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>12.0.0</b>	<b>PLACA DE VOLTEO</b>			<b>807.20</b>		<b>766.84</b>
12.0.1	Pl. 1/2" x 1200 x 3000	2 Pz	345.60	691.20	328.32	656.64
12.0.2	PT 3/8" x 3" x 3612	4 Pz	22.00	88.00	20.90	83.60
12.0.3	Cartelas 3/8" x 76 x 76	140 Pz	0.20	28.00	0.19	26.60

## 6.2 Costos de Consumibles

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>13.0.0</b>	<b>CONSUMIBLES</b>					<b>522.43</b>
13.0.1	OXIGENO	80 m3			2.08	166.56
13.0.2	ARGONIX	27 m3			4.16	112.40
13.0.3	MESSOLD	58 Kg			1.04	60.32
13.0.4	SOLDADURA	26 Kg			2.00	51.00
13.0.5	CARBOFIL	23 Kg			2.14	48.15
13.0.6	DISCO DE ESMERIL	8 Pz			7.00	56.00
13.0.7	DISCO DE CORTE	4 Pz			7.00	28.00

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>14.0.0</b>	<b>PINTADO</b>					<b>126.75</b>
14.0.1	Pintura base al aceite	8 Gal			3.25	26.00
14.0.2	Thinner	22 Gal			3.25	71.50
14.0.3	Pintura acabado duco	9 Gal			3.25	29.25

## 6.3 Costos de Mano de Obra

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Cant U. (hr/dia)	Cant P. (dias)	Precio U. (\$/hr)	Precio P. (U.S.\$)
<b>15.0.0</b>	<b>M.O. ESTRUCTURAS</b>					<b>2420.00</b>
15.0.1	Calderero - Capataz	1 Pers	8.00	15	4.00	480.00
15.0.2	Soldador	2 Pers	8.00	10	3.50	560.00
15.0.3	Oxigenista	2 Pers	8.00	10	3.00	480.00
15.0.4	Ayudante	3 Pers	8.00	15	2.50	900.00

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>16.0.0</b>	<b>M.O. MAESTRANZA</b>					<b>2080.00</b>
16.0.1	Tornero	2 Pers	8.00	15	5.00	1200.00
16.0.2	Mecanico de Mantenimiento	1 Pers	8.00	10	3.50	280.00
16.0.3	Ayudante	2 Pers	8.00	15	2.50	600.00

#### 6.4 Costos de implementación del Plan de Aseguramiento de Calidad

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT	Peso U. (kg)	Peso P. (kg)	Precio U. (U.S.\$)	Precio P. (U.S.\$)
<b>17.0.0</b>	<b>M.O. QC/QA</b>					<b>900.00</b>
17.0.1	Supervisor	1 Pers	8.00	15	5.00	600.00
17.0.2	Ayudante	1 Pers	8.00	15	2.50	300.00
17.0.3	Control de Calidad de soldadura y otros	Glob				300.00

#### 6.5 Presupuesto Final

ITEM	DESCRIPCION / ACTIVIDAD	CANT		Peso P. (kg)		Precio P. (U.S.\$)
1	MATERIALES			3890.17		6543.44
2	CONSUMIBLES					649.18
3	CONTROL DE CALIDAD					900.00
4	MANO DE OBRA					4500.00
	<b>SUB TOTAL</b>					<b>12592.62</b>
5	GASTOS GENERALES	15%				1888.89
6	UTILIDAD	20%				2518.52
	<b>TOTAL</b>					<b>17000.04</b>
7	<b>I.G.V.</b>	19%				3230.01
	<b>TOTAL</b>					<b>20230.05</b>

## CONCLUSIONES

1 Los costos estimados están dentro del presupuesto accesible a cualquier empresa minera, estimándose en 4.37 \$/kg + I.G.V. En componentes de izaje para minería esta en promedio 4.50 \$/kg cuando están fabricados de acero estructural y aumenta mas aun cuando se requiere de la utilización de aceros especiales o materiales livianos como el aluminio aleado pudiendo duplicar ese valor.

2 Por motivos de espacio, el calculo de componentes se ha limitado a analizar los mas importantes, sin embargo es una rutina básica que da resultados rápidos cuando se requieren de cálculos también rápidos para efectos de cotizaciones, en realidad esto es mas complejo y en la lista de partes del Skip/Jaula se pueden enumerar unas 140 partes de las cuales el análisis y calculo solamente del resorte semieliptico es motivo de cálculos complejos, de igual forma se puede mencionar a la placa de volteo cuyas curvas para accionamiento de abertura de las compuertas requieren de cálculos de dinámica y geometría descriptiva, por otra parte el diseño de las ruedas guías ha evolucionado bastante y en la actualidad se utilizan tecnología neumática y elementos compuestos para amortiguar las vibraciones y hacer que el recorrido del Skip/jaula sea mas seguro y mas rápido. La selección del torque adecuado de pernos, el tipo de recubrimiento protector, el tipo de fijación del cable a la jaula, la forma de transporte y montaje, el tipo de mantenimiento de los componentes y otros temas también intervienen en el diseño de Skips.

3 En la actualidad no se puede concebir una fabricación sin un adecuado control de calidad, es por ello su implementación en toda empresa que se dedique a fabricaciones en general, en el caso de componentes para minería las propias empresas solicitan la garantía del caso, con lo que se justifica la inversión en el control de calidad en la fabricación de Skips.

4 Existe una amplia bibliografía sobre cálculos de componentes en general, es mas con la apertura de la información es fácil encontrar en el Internet bastante información, en el presente informe se han tomado valores conservadores para factores de seguridad, un análisis mas profundo haciendo uso de software de ingeniería como el SAP 2000 nos ayudaran de una manera mas rápida a encontrar los valores de diámetros y espesores mínimos, ello conllevara a una optimización aun mas del peso del Skip/Jaula por lo que se obtendrá mayor capacidad de producción.

5 En el presente informe se ha tomado una metodología académica sencilla, debido a que los clientes requieren de soluciones rápidas y componentes robustos en los diseños, con lo que la metodología de calculo presentada satisface rápidamente a los clientes, queda a nosotros demostrar que también haciendo uso de software de Ingeniería y nuevos materiales se pueden optimizar los diseños y hacerlos con las dimensiones adecuadas sin llegar a sobredimensionar los componentes, lo cual ya se esta utilizando con mayor frecuencia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Manual del Curso de Izaje. - Ing. Estanislao De La Cruz Carrasco. Lima - Peru 1985
2. Aparatos de Elevación y Transporte. Hellmut Ernst - Editorial Blume. Vol. 1. Barcelona España 1972
3. Marks Manual del Ingeniero Mecánico - Eugene A. Avallone, Theodore Baumeister III. 9º Edición 1999. México D.F.
4. Manual del Ingeniero Mecánico – Hutte. 2º Edición en Español. Barcelona España 1965 – Editorial Gustavo Gili
5. Hard Rock Miner's Handbook – J. N. de la Vergne. McIntosh Engineering. 3ra. Edición Junio del 2000. Ontario Canadá.
6. SME Mining Engineering Handbook – Howard L. Hartman. 2º Edición 1992. Vol. 1 y 2. Society for Mining Metallurgy and Exploration. USA.
7. Manual of Steel Construction. 2º Edición 1995 – American Institute of Steel Construction AISC. USA
8. Explotación Subterránea. Perú Offset Editores. 1999 – Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. Lima-Perú.
9. Diseño de Elementos de Maquinas I y II. 1º Edición 1992 - Fortunato Alva Dávila. Editorial Grupo universitario S.A.C. Perú.
10. Maquinas y Herramientas Prontuario – N. Larburu. 9º Edición 1997. Editorial Paraninfo. Madrid España.
11. El Projectista de Estructuras Metálicas. 18º Edición 1993 – R. Nonnast. Editorial Paraninfo. Madrid España.
12. Cálculos desarrollados para la Obra Ampliación Pique Esperanza - Empresa Administradora Chungar. BM Ingenieros S.A.C. Perú 1990
13. Dossier de Skip/Jaula de 5.5Tn – Cia. Minera Casapalca S.A. - BM Ingenieros S.A.C. Perú 1995

14. Dossier de Skip/Jaula de 3.5/5.5Tn – Soc. Minera Corona S.A. - BM Ingenieros S.A.C. Perú 1996
15. Catalogo de Productos TRADISA. Edición 2006. Lima Perú.
16. Manual de Aceros Especiales BOHLER. Edición 2003. Lima Perú
17. Catalogo de Productos de SIDERPERU, Edición 1990. Lima Perú
18. Decreto Supremo. N° 046-2001-EM. Publicado en el Diario Oficial El Peruano
19. <http://www.flsmidthminerals.com>
20. <http://www.miningcorp.com>
21. <http://www.bmingenieros.com/c1024.html>
22. <http://www.infomecanica.com>
23. <http://www.bohlerperu.com>
24. <http://www.elprisma.com/apuntes/apuntes.asp?categoria=605>
25. <http://www.mcintoshengineering.com/HardRockMinersHandbook/tabid/76/Default.aspx>
26. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-08882000000100005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-08882000000100005)

## **ANEXOS**

## ANEXO A

## TABLAS Y DATOS UTILES

## A1: RESISTENCIA DE CABLES DE ACERO



**CLASIFICACION 6 x 19 ALMA DE FIBRA  
ACERO DE ARADO MEJORADO  
TIPO COBRA**

Diámetro		Peso Aprox. en kgs. por metro	Resistencia a la Ruptura en Toneladas
mm.	pulg.		
3.2	1/8"	0.04	0.63
4.8	3/16"	0.08	1.40
6.4	1/4"	0.16	2.49
8.0	5/16"	0.24	3.86
9.5	3/8"	0.35	5.53
11.5	7/16"	0.48	7.50
13.0	1/2"	0.63	9.71
14.5	9/16"	0.79	12.2
16.0	5/8"	0.98	15.1
19.0	3/4"	1.41	21.6
22.0	7/8"	1.92	29.2
26.0	1"	2.50	37.9
29.0	1 1/8"	3.17	47.7
32.0	1 1/4"	3.91	58.6
35.0	1 3/8"	4.73	70.5
38.0	1 1/2"	5.63	83.5
42.0	1 5/8"	6.61	97.1
45.0	1 3/4"	7.66	112.0
48.0	1 7/8"	8.80	128.0
52.0	2"	10.00	145.0
54.0	2 1/8"	11.30	162.0
57.0	2 1/4"	12.70	181.0
60.0	2 3/8"	14.10	201.0
63.0	2 1/2"	15.60	221.0

## CONSTRUCCIONES

6x19 (9/9/1) SEALE

6X19 (12/6 + 6F/1) FILLER


6x19 (12/6/1) 2 OPERACIONES

6X21 (10/5/5/1) FILLER

6X26 (10/5 + 5/5/1) WARNINGTON SEALE



**A2: TORQUE RECOMENDADO PARA PERNOS**

	Fastener Type: SAE 5 Min. Tensile Strength: 120,000 PSI Material: Medium Carbon Heat Treated Steel	
	<b>Body Size or Outside Diameter of Fastener</b>	<b>Recommended Torque</b>
	1/4	10
	5/16	19
	3/8	33
	7/16	54
	1/2	78
	9/16	114
	5/8	154
	3/4	257
	7/8	382
	1	587
	1 1/8	794
	1 1/4	1105
	1 3/8	1500
	1 1/2	1775
	1 5/8	2425
	1 3/4	3150
	1 7/8	4200
	2	4550
	2 1/4	6550
	2 1/2	7175
	2 3/4	13000
	3	16000
<b>TORQUE VALUES:</b> All figures in this table are foot-pounds.		



Fastener Type: SAE 8

Min. Tensile Strength: 160,000 PSI

Material: Medium Carbon Alloy Steel

Body Size or Outside Diameter of Fastener	Recommended Torque
1/4	14
5/16	29
3/8	47
7/16	78
1/2	119
9/16	169
5/8	230
3/4	380
7/8	600
1	900
1 1/8	1430
1 1/4	1975
1 3/8	2650
1 1/2	3200
1 5/8	4400
1 3/4	5650
1 7/8	7600
2	8200
2 1/4	12000
2 1/2	17000
2 3/4	23000
3	29000

**TORQUE VALUES:** All figures in this table are foot-pounds.

### A3: CERTIFICADO DE CALIDAD DE MATERIAL PARA RESORTE



Certificado nº ES 991006

# SGS

El sistema de gestión de

## INDUSTRIA PERUANA DEL ACERO, S.A. (IPASA)

Oficinas Centrales:  
Av. República de Panamá nº 4085, Lima 34, Perú.

Planta Industrial:  
Av. Manuel F. Vega nº 151, Pueblo Nuevo, Chincha, Ica, Perú.

ha sido evaluado y certificado en cuanto al cumplimiento de los requisitos de

### ISO 9001:2000

Para las siguientes actividades

**Diseño, fabricación, venta y distribución de hojas  
y muelles de ballesta para uso automotriz.**

Este certificado es válido desde  
23 de junio de 2003 hasta 19 de octubre de 2005.  
Edición 2.- Certificado con SGS desde octubre de 1999.

Autorizado por

Jorge Juny Ezquerro  
Director de Certificación

SGS ICS Ibérica, S.A. Systems & Services Certification  
C/Trespaderno, 29 28042 Madrid España  
t 34 91 313 8115 f 34 91 313 81 02 www.sgs.com

Página 1 de 1



Cualquier declaración adicional relativa tanto al alcance de este certificado como a la aplicabilidad de los requisitos de la norma ISO 9001:2000 puede obtenerse consultando a la Organización.

## A4: CERTIFICADO DE CALIDAD DE PERFILES ESTRUCTURALES



**CORPORACION  
ACEROS AREQUIPA S.A.**

Panamericana Sur Km. 241 - Pisco Telfs.: 056-532967 / 532968 Fax.: 056-532971

### CERTIFICADO DE CALIDAD

N° 1435

PRODUCTO : BARRAS REDONDAS LISAS      NORMA TECNICA : ASTM A36  
 PROCEDENCIA : PLANTA DE PISCO      NORMA DE ENSAYO : ASTM E8  
 CLIENTE : TRADI S.A.      FACTURA N° 002-0055998

DIMENSIONES	N° DE COLADA	SECCION TRANSVERSAL		PROPIEDADES MECANICAS			DOBLADO 180°	COMPOSICION QUIMICA EN LA CUCHARA (%)			
		DIMENSION (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	FLUENCIA kg/mm <sup>2</sup>	RESIST. TRACCION kg/mm <sup>2</sup>	ALARGAM. EN 200 mm %		C	Mn	P	S
3/4"	176299	18.82	278.00	34.6	48.1	24.5	OK	0.16	0.53	0.030	0.032
1"	173288	25.20	498.00	33.9	47.5	26.5	OK	0.13	0.65	0.023	0.018
	173289	25.30	503.00	34.5	49.0	26.0	OK	0.17	0.64	0.024	0.022

PISCO, 2005 - 03 - 15

**CORPORACION  
ACEROS AREQUIPA S.A.**

*Granados*

**Ing° Victor Granados Rivas**  
JEFE DE DEPARTAMENTO METALURGICO CORPORATIVO



**ISO 9001**  
Certificate Number: 32498



## A5: CERTIFICADO DE CALIDAD DE CONSUMIBLES

**Indura S.A. Industria y Comercio Sucursal Perú**  
 Member of the **BOC Group**  
 Av. El Pacifico N° 401 - 423 Independencia LIMA - PERU  
 Teléfono (511) 522 3627 Fax (511) 523 4821 1485-1610

**INDURA**  
 Tecnología a su Servicio

INDURA PERU trabaja bajo estándares  
 internacionales de seguridad,  
 salud, medio ambiente y calidad.



### CERTIFICADO DE CALIDAD

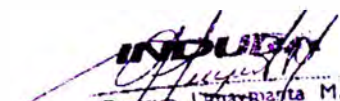
El Departamento de Control de Calidad de Laboratorios INDURA S.A. Perú, después de realizado el Control de Calidad del Producto: OXIGENO (O<sub>2</sub>), ha llegado a la siguiente conclusión:

El producto OXIGENO (O<sub>2</sub>), con Numero de Lote: 0060155 y Cilindros N° 6442359 y 6443258 se encuentra **APTO** para el uso al cual esta destinado, cumpliendo con las Especificaciones de Calidad establecidas por INDURA S.A Perú, así como también con las Normas de Calidad Internacional.

Lima, 14 de Junio del 2005

  
 EDWIN FLORES C.  
 C.O.P. 5949

CONTROL DE CALIDAD

  
 GUSTAVO LINARES M.  
 C.O.P. 5949

DIRECTOR TÉCNICO



## A6: NORMA SSPC PARA LIMPIEZA SUPERFICIAL

■ 8627940 0004161 766 ■

SSPC-SP 3  
November 1, 1982  
Editorial Changes, July 1, 1995

### Steel Structures Painting Council SURFACE PREPARATION SPECIFICATION NO. 3 Power Tool Cleaning

#### 1. Scope

1.1 This specification covers the requirements for the power tool cleaning of steel surfaces.

#### 2. Definition

2.1 Power tool cleaning is a method of preparing steel surfaces by the use of power assisted hand tools.

2.2 Power tool cleaning removes all loose mill scale, loose rust, loose paint, and other loose detrimental foreign matter. It is not intended that adherent mill scale, rust, and paint be removed by this process. Mill scale, rust, and paint are considered adherent if they cannot be removed by lifting with a dull putty knife.

2.3 SSPC-VIS 3, ISO 8501-1:1988 or other visual standards of surface preparation agreed upon by the contracting parties may be used to further define the surface.

#### 3. Reference Standards

3.1 The standards referenced in this specification are listed in Section 3.4 and form a part of the specification.

3.2 The latest issue, revision or amendment of the reference standards in effect on the date of invitation to bid shall govern unless otherwise specified.

3.3 If there is a conflict between the requirements of any of the cited reference standards and the specification, the requirements of the specification shall prevail.

#### 3.4 STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL (SSPC) SPECIFICATIONS:

SP 1	Solvent Cleaning
VIS 3	Visual Standard for Power- and Hand-Tool Cleaned Steel

3.5 International Organization for Standardization (ISO):	
8501-1:1988	Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products: Visual Assessment of Surface Cleanliness, Part I

#### 4. Surface Preparation Before and After Power Tool Cleaning

4.1 Before power tool cleaning, remove visible oil, grease, soluble welding residues, and salts by the methods outlined in SSPC-SP 1.

4.2 After power tool cleaning and prior to painting, re-clean the surface if it does not conform to this specification.

4.3 After power tool cleaning and prior to painting, remove dirt, dust, or similar contaminants from the surface. Acceptable methods include brushing, blow off with clean, dry air, or vacuum cleaning.

#### 5. Methods of Power Tool Cleaning

5.1 Use rotary or impact power tools to remove stratified rust (rust scale).

5.2 Use rotary or impact power tools to remove all weld slag.

5.3 Use power wire brushing, power abrading, power impact or other power rotary tools to remove all loose mill scale, all loose or non-adherent rust, and all loose paint. Do not burnish the surface.

5.4 Operate power tools in a manner that prevents the formation of burrs, sharp ridges, and sharp cuts.

5.5 Regardless of the method used for cleaning, if specified in the procurement documents, feather edges of remaining old paint so that the repainted surface can have a reasonably smooth appearance.

5.6 If approved by the owner, use blast cleaning as a substitute cleaning method for this specification.

#### 6. Inspection

6.1 All work and materials supplied under this specification shall be subject to timely inspection by the purchaser or his authorized representative. The contractor shall correct such work or replace such material as is found defective under this specification. In case of dispute the arbitration or settlement procedure established in the procurement documents, if any, shall be followed. If no arbitration or settlement procedure is established, the procedure specified by the American Arbitration Association shall be used.

■ 8627940 0004362 6T2 ■

SSPC-SP 3  
November 1, 1992  
Editorial Changes, July 1, 1996

6.2 The procurement documents covering work or purchase should establish the responsibility for testing and for any required affidavit certifying full compliance with the specification.

## 7. Safety

7.1 All safety requirements stated in this specification and its component parts apply in addition to any applicable federal, state, and local rules and requirements. They also shall be in accord with instructions and requirements of insurance underwriters.

## 8. Notes\*

8.1 While every precaution is taken to insure that all information furnished in SSPC specifications is as accurate, complete, and useful as possible, SSPC cannot assume responsibility or incur any obligation resulting from the use of any materials, paints, or methods specified therein, or of the specification itself.

8.2 A Commentary Section is available (Chapter 2 of Volume 2 of the Steel Structures Painting Manual) and contains additional information and data relevant to this specification.

The Surface Preparation Commentary, SSPC-SP COM, is not part of this specification. The table below lists the subjects discussed relevant to power tool cleaning and appropriate Commentary Section.

	SSPC-SP COM Section
Degree of Cleaning .....	11
Film Thickness .....	10
Maintenance Painting .....	3.2
Rust Back .....	8
Visual Standards .....	7
Weld Spatter .....	4.1

8.3 Note that the use of visual standards in conjunction with this specification is required only when they are specified in the procurement documents (project specification) covering the work. It is recommended, however, that the use of visual standards be made mandatory in the procurement documents.

SSPC-VIS 3, "Visual Standard for Power- and Hand-Tool Cleaned Steel," provides color photographs for the various grades of surface preparation as a function of the initial condition of the steel. For more information about visual standards, see SSPC-SP COM, Section 7.

\*Notes are not requirements of this specification.

## A7: NORMA ASTM A-36

STD-ASTM A36/A36M REV A-ENGL 1997 0759510 0614903 521



Designation: A 36/A 36M - 97a

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS  
100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428  
Registered from the Annual Book of ASTM Standards. Copyright ASTM

### Standard Specification for Carbon Structural Steel<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A 36/A 36M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

#### 1. Scope

1.1 This specification<sup>2</sup> covers carbon steel shapes, plates, and bars of structural quality for use in riveted, bolted, or welded construction of bridges and buildings, and for general structural purposes.

1.2 Supplementary requirements are provided for use where additional testing or additional restrictions are required by the purchaser. Such requirements apply only when specified in the purchase order.

1.3 When the steel is to be welded, a welding procedure suitable for the grade of steel and intended use or service is to be utilized. See Appendix X3 of Specification A 6/A 6M for information on weldability.

1.4 For Group 4 and 5 wide flange shapes for use in tension, it is recommended that the purchaser consider specifying supplementary requirements, such as fine austenitic grain size and Charpy V-Notch Impact testing.

1.5 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system is to be used independently of the other, without combining values in any way.

1.6 The text of this specification contains notes or footnotes, or both, that provide explanatory material. Such notes and footnotes, excluding those in tables and figures, do not contain any mandatory requirements.

1.7 For plates cut from coiled product, the additional requirements, including additional testing requirements and the reporting of additional test results, of A 6/A 6M apply.

#### 2. Referenced Documents

##### 2.1 ASTM Standards:

A 6/A 6M Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling<sup>3</sup>

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A-1 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys, and is the direct responsibility of Subcommittee A01.02 on Structural Steel for Bridges, Buildings, Rolling Stock, and Ships.

Current edition approved Nov. 10, 1997. Published April 1998. Originally published as A 36 - 60 T. Last previous edition A 36/A 36M - 97.

<sup>2</sup> For ASME Boiler and Pressure Vessel Code Applications, see related Specifications SA-36 in Section II of that Code.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.04.

A 27/A 27M Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application<sup>4</sup>

A 307 Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 psi Tensile Strength<sup>5</sup>

A 325 Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength<sup>5</sup>

A 325M Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints [Metric]<sup>5</sup>

A 500 Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes<sup>6</sup>

A 501 Specification for Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing<sup>6</sup>

A 502 Specification for Steel Structural Rivets<sup>5</sup>

A 563 Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts<sup>5</sup>

A 563M Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts [Metric]<sup>5</sup>

A 570/A 570M Specification for Steel, Sheet and Strip, Carbon, Hot-Rolled, Structural Quality<sup>7</sup>

A 668 Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use<sup>8</sup>

F 568M Specification for Carbon and Alloy Steel Externally Threaded Metric Fasteners<sup>5</sup>

#### 3. Appurtenant Materials

3.1 When components of a steel structure are identified with this ASTM designation but the product form is not listed in the scope of this specification, the material shall conform to one of the standards listed in Table 1 unless otherwise specified by the purchaser.

#### 4. General Requirements for Delivery

4.1 Material furnished under this specification shall conform to the requirements of the current edition of Specification A 6/A 6M, for the ordered material, unless a conflict exists in which case this specification shall prevail.

4.1.1 Coiled product is excluded from qualification to this specification until levelled and cut to length. Plates produced from coil means plates that have been cut to individual lengths

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.02.

<sup>5</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 15.08.

<sup>6</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.01.

<sup>7</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03.

<sup>8</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.05.



STD. ASTM A36/A36M REV A-ENGL 1997 ■ 0759510 0614904 468 ■

 A 36/A 36M

TABLE 1 Apparent Material Specifications

Note 1—The specifier should be satisfied of the suitability of these materials for the intended application. Composition and/or mechanical properties may be different than specified in A 36/A 36M.

Material	ASTM Designation
Steel rivets	A 502, Grade 1
Bolts	A 307, Grade A or F 598M, Class 4.6
High-strength bolts	A 325 or A 325M
Steel nuts	A 563 or A 563M
Cast steel	A 27/A 27M, Grade 65-35 (450-240)
Forgings (carbon steel)	A 688, Class D
Hot-rolled sheets and strip	A 570/A 570M, Grade 36
Cold-formed tubing	A 500, Grade B
Hot-formed tubing	A 501
Anchor bolts	F 1854

from a coiled product and are furnished without heat treatment. The processor decoils, levels, cuts to length and marks the product. The processor is responsible for performing and certifying all tests, examinations, repairs, inspections or operations not intended to affect the properties of the material. For plates produced from coils, two test results shall be reported for each qualifying coil. See Note 1.

Note 1—Additional requirements regarding plate from coil are described in Specification A 6/A 6M.

## 5. Bearing Plates

5.1 Unless otherwise specified, plates used as bearing plates for bridges shall be subjected to mechanical tests and shall conform to the tensile requirements of Section 8.

5.2 Unless otherwise specified, mechanical tests shall not be required for plates over 1½ in. [40 mm] in thickness used as bearing plates in structures other than bridges, subject to the requirement that they shall contain 0.20 to 0.33 % carbon by heat analysis, that the chemical composition shall conform to the requirements of Table 2 in phosphorus and sulfur content, and that a sufficient discard shall be made to secure sound plates.

## 6. Process

6.1 The steel shall be made by one or more of the following processes: open-hearth, basic-oxygen, or electric-furnace.

6.2 No rimmed or capped steel shall be used for plates and bars over ½ in. [12.5 mm] thick or for shapes other than Group 1.

## 7. Chemical Requirements

7.1 The heat analysis shall conform to the requirements prescribed in Table 2, except as specified in 5.2.

7.2 The steel shall conform on product analysis to the requirements prescribed in Table 2, subject to the product analysis tolerances in Specification A 6/A 6M.

## 8. Tensile Requirements

8.1 The material as represented by the test specimen, except as specified in 5.2 and 8.2, shall conform to the requirements as to the tensile properties prescribed in Table 3.

8.2 Shapes less than 1 in.<sup>2</sup> [645 mm<sup>2</sup>] in cross section and bars, other than flats, less than ½ in. [12.5 mm] in thickness or diameter need not be subjected to tension tests by the manufacturer, provided that the chemical composition used is appropriate for obtaining the tensile properties in Table 3.

TABLE 2 Chemical Requirements

Note 1—Where “...” appears in this table there is no requirement. The heat analysis for manganese shall be determined and reported as described in the heat analysis section of Specification A 6/A 6M.

Product	All	Shapes <sup>a</sup>			Plates <sup>b</sup>			Bars		
		To ¼ [20], incl	Over ¼ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 2 ½ [40 to 65], incl	Over 2½ to 4 [65 to 100], incl	Over 4 [100]	To ¼ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 4 [100], incl	Over 4 [100]
Carbon, max. %	0.28	0.25	0.25	0.28	0.27	0.29	0.28	0.27	0.28	0.29
Manganese, %	...	...	0.80-1.20	0.80-1.20	0.85-1.20	0.85-1.20	...	0.60-0.80	0.60-0.80	0.60-0.80
Phosphorus, max. %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max. %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15-0.40	0.15-0.40	0.15-0.40	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max
Copper, min. % when cop- per steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

<sup>a</sup> Manganese content of 0.85-1.35 % and silicon content of 0.15-0.40 % is required for shapes over 426 lb/lr [634 kg/m].

<sup>b</sup> For each reduction of 0.01 % below the specified carbon maximum, an increase of 0.05 % manganese above the specified maximum will be permitted up to the maximum of 1.35 %.

STD-ASTM A36/A36M REV A-ENGL 1997 ■ 0759510 0614905 3T4 ■

 A 36/A 36M
TABLE 3 Tensile Requirements<sup>A</sup>

Plates, Shapes, <sup>B</sup> and Bars:	
Tensile strength, ksi [MPa]	58-80 [400-550]
Yield point, min, ksi [MPa]	36 [250] <sup>C</sup>
Plates and Bars <sup>D,E</sup> :	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	23
Shapes:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	21 <sup>F</sup>

<sup>A</sup> See Specimen Orientation under the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

<sup>B</sup> For wide flange shapes over 426 lb/ft [834 kg/m], the 80 ksi [550 MPa] maximum tensile strength does not apply and a minimum elongation in 2 in. [50 mm] of 19 %, applies.

<sup>C</sup> Yield point 32 ksi [220 MPa] for plates over 8 in. [200 mm] in thickness.

<sup>D</sup> Elongation not required to be determined for floor plate.

<sup>E</sup> For plates wider than 24 in. [600 mm], the elongation requirement is reduced two percentage points. See elongation requirement adjustments under the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

### 9. Keywords

9.1 bars; bolted construction; bridges; buildings; carbon; plates; riveted construction; shapes; steel; structural steel; welded construction

### SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS

These requirements shall not apply unless specified in the order.

Standardized supplementary requirements for use at the option of the purchaser are listed in Specification A 6/A 6M. Those that are considered suitable for use with this specification are listed by title:

#### S5. Charpy V-Notch Impact Test.

#### S14. Bend Test.

### ADDITIONAL SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS

In addition, the following optional supplementary requirements are also suitable for use with this specification.

#### S91. Fine Austenitic Grain Size

S91.1 The steel shall be killed and have a fine austenitic grain size.

#### S97. Limitation on Rimmed or Capped Steel

S97.1 The steel shall be other than rimmed or capped.

*The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.*

## A8: NORMA ASTM A-325

STD-ASTM A325-ENGL 1997 0759510 0607545 120



Designation: A 325 - 97

 American Association  
 State Highway and  
 Transportation Officials  
 Standard AASHTO No. M-184

 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS  
 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19380  
 Reprinted from the Annual Book of ASTM Standards, Copyright ASTM

**Standard Specification for  
 Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum  
 Tensile Strength<sup>1</sup>**

This standard is issued under the fixed designation A 325; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

**1. Scope \***

1.1 This specification<sup>2</sup> covers two types of quenched and tempered steel structural bolts having a minimum tensile strength of 120 ksi for sizes 1.0 in. and less and 105 ksi for sizes over 1.0 to 1½ in., inclusive.

1.2 The bolts are intended for use in structural connections. These connections are covered under the requirements of the Specification for Structural Joints Using ASTM A 325 or A 490 Bolts, approved by the Research Council on Structural Connections of the Engineering Foundation.<sup>3</sup>

1.3 The bolts are furnished in sizes ½ to 1½ in., inclusive. They are designated by type, denoting chemical composition as follows:

Type	Description
Type 1	Medium carbon, carbon boron, or medium carbon alloy steel. Withdrawn in November 1991.
Type 2	Weathering steel. Atmospheric corrosion resistance and weathering characteristics comparable to that of steels in Specifications A 242/A 242M, A 588/A 588M, and A 709/A 709M. The atmospheric corrosion resistance of these steels is substantially better than that of carbon steel with or without copper addition (see 5.2). When properly exposed to the atmosphere, these steels can be used bare (uncoated) for many applications.
Type 3	

Note 1—Bolts for general applications, including anchor bolts, are covered by Specification A 449. Also refer to Specification A 449 for quenched and tempered steel bolts and studs with diameters greater than 1½ in., but with similar mechanical properties.

Note 2—A complete metric companion to Specification A 325 has been developed—Specification A-325M; therefore no metric equivalents are presented in this specification.

1.4 The following safety hazards caveat pertains only to the test methods portion, Section 10, of this specification: *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user*

*of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

**2. Referenced Documents**
**2.1 ASTM Standards:**

- A 153 Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware<sup>4</sup>
- A 194/A 194M Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High-Pressure and High-Temperature Service<sup>5</sup>
- A 242/A 242M Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel<sup>6</sup>
- A 449 Specification for Quenched and Tempered Steel Bolts and Studs<sup>7</sup>
- A 490 Specification for Heat-Treated Steel Structural Bolts, 150 ksi Minimum Tensile Strength<sup>7</sup>
- A 563 Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts<sup>7</sup>
- A 588/A 588M Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel with 50 ksi [345 MPa] Minimum Yield Point to 4 in. [100 mm] Thick<sup>6</sup>
- A 709/A 709M Specification for Carbon and High-Strength Low-Alloy Structural Steel Shapes, Plates, and Bars and Quenched-and-Tempered Alloy Structural Steel Plates for Bridges<sup>6</sup>
- A 751 Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products<sup>8</sup>
- B 695 Specification for Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel<sup>9</sup>
- D 3951 Practice for Commercial Packaging<sup>10</sup>
- F 436 Specification for Hardened Steel Washers<sup>7</sup>
- F 606 Test Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners, Washers, and Rivets<sup>7</sup>
- F 788/F 788M Specification for Surface Discontinuities of

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee F-16 on Fasteners and is the direct responsibility of Subcommittee F16.02 on Steel Bolts, Nuts, Rivets, and Washers.

Current edition approved April 10, 1997. Published September 1997. Originally published as A 325 - 64. Last previous edition A 325 - 96a.

<sup>2</sup> For ASME Boiler and Pressure Vessel Code applications see related Specification SA-325 in Section II of that Code.

<sup>3</sup> Published by American Institute of Steel Construction, Wrigley Building, 400 N. Michigan Ave., Chicago, IL 60611.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.06.

<sup>5</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.01.

<sup>6</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.04.

<sup>7</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 15.08.

<sup>8</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03.

<sup>9</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 02.05.

<sup>10</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 15.09.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

STD-ASTM A325-ENGL 1997 0759510 0607546 067

## A 325

Bolts, Screws, and Studs, Inch and Metric Series<sup>7</sup>  
F 959 Specification for Compressible-Washer-Type Direct  
Tension Indicators for Use with Structural Fasteners<sup>7</sup>

G 101 Guide for Estimating the Atmospheric Corrosion  
Resistance of Low-Alloy Steels<sup>11</sup>

2.2 ANSISME Standards:<sup>12</sup>

B 1.1 Unified Screw Threads

B 18.2.1 Square and Hex Bolts and Screws

B 18.18.3M Inspection and Quality Assurance for Special  
Purpose Fasteners

2.3 Military Standard:<sup>13</sup>

MIL-STD-105 Sampling Procedure and Tables for Inspec-  
tion by Attributes

## 3. Ordering Information

3.1 Orders for bolts under this specification shall include the  
following:

3.1.1 Quantity (number of pieces of bolts and accessories).

3.1.2 Size, including nominal bolt diameter and length (see  
3.1.3.1).

3.1.2.1 Bolts threaded full length, specify Supplementary  
Requirements S1.

3.1.3 Name of product.

3.1.3.1 Heavy Hex Structural Bolts are supplied unless  
otherwise specified. For bolts other than Heavy Hex Structural,  
dimensional requirements must be specified on the purchase  
inquiry and order. The thread length may not be changed  
except as provided in Supplementary Requirements S1.

3.1.4 Type of bolt, that is, Type 1 or 3.

3.1.5 ASTM designation and year of issue.

3.1.6 Accessories such as nuts and washers, when required.

3.1.7 *Zinc Coating*—Specify the zinc coating process re-  
quired, for example, hot dip, mechanically deposited, or no  
preference (see 4.3).

3.1.8 *Other Finishes*—Specify other protective finish, if  
required.

3.1.9 Test reports, if required (see Section 14).

3.1.10 Special requirements.

Note 3—A typical ordering description follows: 1000 pieces 1 in. dia  
× 4 in. long Heavy Hex Structural Bolt, Type 1 ASTM A 325-XX; each  
with one Hardened Washer, ASTM F 436 Type 1; and one Heavy Hex Nut,  
ASTM A 563 Grade DH. Each component hot dip zinc coated. Nuts  
lubricated.

## 3.2 Recommended Nuts:

3.2.1 Unless otherwise specified, all nuts used on these bolts  
shall conform to the requirements of Specifications A 194/  
A 194M or A 563, shall be heavy hex, and shall be of the class  
and surface finish for each type of bolt as follows:

## Bolt Type and Finish

1, plain (uncoated)

1, zinc coated

3, plain

## Nut Class and Finish

A 563-C, e 3, D, DH, DHS,

plain

A 194-2, 2H, plain

A 563-DH, zinc coated

A 194-2H, zinc coated (see

3.2.2)

A 563-C3, DHS, plain

3.2.2 When Specification A 194/A 194M Gr. 2H zinc coated  
nuts are supplied, the zinc coating, overlapping, lubrication,  
and rotational capacity testing shall be in accordance with  
Specification A 563.

3.3 Unless otherwise specified, all washers used on these  
bolts shall conform to the requirements of Specifications F 436  
or F 959 and shall be of a surface finish for each type of bolt  
as follows:

## Bolt Type and Finish

1, plain (uncoated)

1, zinc coated

3, plain

## Washer Finish

plain (uncoated)

zinc coated

weathering steel, plain

## 4. Materials and Manufacture

4.1 *Heat Treatment*—Bolts shall be heat treated by quench-  
ing in a liquid medium from above the austenitizing tempera-  
ture and then tempering by reheating to a temperature of at  
least 800°F.

4.2 *Threading*—Threads of bolts may be cut or rolled.

4.3 *Zinc Coatings, Hot-dip and Mechanically Deposited:*

4.3.1 When zinc-coated fasteners are required, the pur-  
chaser shall specify the zinc coating process, for example, hot  
dip, mechanically deposited, or no preference.

4.3.2 When hot-dip is specified, the fasteners shall be  
zinc-coated by the hot-dip process and the coating shall  
conform to the coating weight/thickness and performance  
requirements of Class C of Specification A 153.

4.3.3 When mechanically deposited is specified, the fasten-  
ers shall be zinc-coated by the mechanical deposition process  
and the coating shall conform to the coating weight/thickness  
and performance requirements of Class 50 of Specification  
B 695.

4.3.4 When no preference is specified, the supplier may  
furnish either a hot-dip zinc coating in accordance with  
Specification A 153, Class C, or a mechanically deposited zinc  
coating in accordance with Specification B 695, Class 50.  
Threaded components (bolts and nuts) shall be coated by the  
same zinc-coating process and the supplier's option is limited  
to one process per item with no mixed processes in a lot.

4.4 *Lubrication*—When zinc coated nuts are ordered with  
the bolts, the nuts shall be lubricated in accordance with  
Specification A 563, Supplementary Requirement S1, to mini-  
mize galling.

4.5 *Secondary Processing*—If heat treatment, zinc coating,  
lubrication, or other processing affecting properties is per-  
formed by a subcontractor, the fasteners shall be inspected after  
such processing by the party responsible for supplying the  
fasteners to the user or installer. Heat treated fasteners shall be  
tested for all mechanical properties; hot dip zinc coated  
fasteners for all mechanical properties and rotational capacity;  
mechanically zinc coated fasteners for rotational capacity; and

<sup>11</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.02.

<sup>12</sup> Available from American National Standards Institute, 11 West 42nd Street,  
13th Floor, New York, NY 10036.

<sup>13</sup> Available from Standardization Documents Order Desk, Bldg. 4 Section D,  
700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5094, Attn: NPODS.



STD-ASTM A325-ENGL 1997 0759510 0607547 TT3

## A 325

lubricated fasteners for rotational capacity.

### 5. Chemical Composition

5.1 Type 1 bolts shall be plain carbon steel, carbon/boron steel, or alloy steel, at the manufacturer's option, conforming to the chemical composition specified in Table 1.

5.2 Type 3 bolts shall be weathering steel and shall conform to one of the chemical compositions specified in Table 2. The selection of the chemical composition, A, B, C, D, E, or F, shall be at the option of the bolt manufacturer. See Gulde G 101 for methods of estimating the atmospheric corrosion resistance of low alloy steels.

5.3 Product analyses may be made by the purchaser from finished material representing each lot of bolts. The chemical composition thus determined shall conform to the requirements specified in 5.1 or 5.2.

5.4 Heats of steel to which bismuth, selenium, tellurium, or lead has been intentionally added shall not be permitted for bolts.

5.5 For Type 1 bolts made from plain carbon steel or alloy steel, heats of steel to which boron has been intentionally added shall not be permitted.

TABLE 1 Chemical Requirements for Type 1 Bolts

Element	Carbon Steel	
	Heat Analysis	Product Analysis
Carbon	0.30-0.52	0.28-0.55
Manganese, min	0.60	0.57
Phosphorus, max	0.040	0.048
Sulfur, max	0.050	0.058
Silicon	0.15-0.30	0.13-0.32
Boron	see 5.5 and 5.6	

Element	Carbon Boron Steel	
	Heat Analysis	Product Analysis
Carbon	0.30-0.52	0.28-0.55
Manganese, min	0.60	0.57
Phosphorus, max	0.040	0.048
Sulfur, max	0.050	0.058
Silicon	0.10-0.30	0.08-0.32
Boron	0.0005-0.003	0.0005-0.003

Element	Alloy Steel	
	Heat Analysis	Product Analysis
Carbon	0.30-0.52	0.28-0.55
Manganese, min	0.60	0.57
Phosphorus, max	0.035	0.040
Sulfur, max	0.040	0.045
Silicon	0.15-0.35	0.13-0.37
Boron	see 5.5 and 5.6	
Alloying Elements	A	A

<sup>A</sup> Steel, as defined by the American Iron and Steel Institute, shall be considered to be alloy when the maximum of the range given for the content of alloying elements exceeds one or more of the following limits: Manganese, 1.65%; silicon, 0.60%; copper, 0.60% or in which a definite range or a definite minimum quantity of any of the following elements is specified or required within the limits of the recognized field of construction alloy steels: aluminum, chromium up to 3.99%, cobalt, columbium, molybdenum, nickel, titanium, tungsten, vanadium, zirconium, or any other alloying elements added to obtain a desired alloying effect.

5.6 Compliance with 5.4 and 5.5 shall be based on certification that heats of steel having any of the listed elements intentionally added were not used to produce the bolts.

5.7 Chemical analyses shall be performed in accordance with Test Methods, Practices, and Terminology A 751.

### 6. Mechanical Properties

6.1 *Hardness*—The bolts shall conform to the hardness specified in Table 3.

6.2 *Tensile Properties*:

6.2.1 Bolts having a length of 3 times the diameter or longer (see 6.2.3) shall be tested full size and shall conform to the tensile strength and proof load or alternative proof load specified in Table 4.

6.2.2 Bolts having a length less than 3 times the diameter are not subject to tensile tests, except as permitted in 6.2.3.

6.2.3 Bolts having a length of 2 times the diameter or longer may be tested full size for tensile properties whenever test equipment is available. In such cases reference to "3 times the diameter" in Table 3, 6.2.1, and 6.2.2 shall be considered to be "2 times the diameter".

6.2.4 For bolts on which hardness and tension tests are performed, acceptance based on tensile requirements shall take precedence in the event of controversy over low hardness tests.

6.3 *Rotational Capacity Test*:

6.3.1 *Definition*—The rotational capacity test is intended to evaluate the presence of a lubricant, the efficiency of the lubricant, and the compatibility of assemblies as represented by the components selected for testing.

6.3.2 *Requirement*—Zinc coated bolts and zinc coated and lubricated nuts tested full size in an assembled joint or tension measuring device, in accordance with 10.2, shall not show signs of failure when subjected to the nut rotation in Table 5. The test shall be performed by the responsible party (see Section 15) prior to shipment after zinc coating and lubrication of nuts.

6.3.3 *Acceptance Criterion*—The bolt and nut assembly shall be considered as non-conforming if the assembly fails to pass any one of the following specified requirements:

6.3.3.1 Inability to install the assembly to the nut rotation in Table 5.

6.3.3.2 Inability to remove the nut after installing to the rotation specified in Table 5.

6.3.3.3 Shear failure of the threads as determined by visual examination of bolt and nut threads following removal.

6.3.3.4 Torsional or torsional/tension failure of the bolt. Elongation of the bolt, in the threads between the nut and bolt head, is to be expected at the required rotation and is not to be classified as a failure.

### 7. Dimensions

7.1 The bolts shall be full-body conforming to the dimensions for Heavy Hex Structural Bolts specified in ANSI/ASME B18.2.1.

7.1.1 Heavy Hex Structural Bolts shall be supplied, unless otherwise specified. For bolts other than Heavy Hex Structural, dimensional requirements must be specified on the purchase inquiry and order. The thread length may not be changed except as provided in Supplementary Requirement S1. Special

STD-ASTM A325-ENGL 1997 0759510 0607546 93T

**A 325**

**TABLE 2 Chemical Requirements for Type 3 Bolts**

Element	Composition, %					
	Type 3 Bolts <sup>a</sup>					
	A	B	C	D	E	F
<b>Carbon:</b>						
Heat analysis	0.33-0.40	0.38-0.48	0.15-0.25	0.15-0.25	0.20-0.25	0.20-0.25
Product analysis	0.31-0.42	0.36-0.50	0.14-0.28	0.14-0.26	0.18-0.27	0.18-0.28
<b>Manganese:</b>						
Heat analysis	0.90-1.20	0.70-0.90	0.80-1.35	0.40-1.20	0.60-1.00	0.90-1.20
Product analysis	0.88-1.24	0.67-0.93	0.78-1.39	0.38-1.24	0.58-1.04	0.86-1.24
<b>Phosphorus:</b>						
Heat analysis	0.040 max	0.06-0.12	0.036 max	0.040 max	0.040 max	0.040 max
Product analysis	0.045 max	0.06-0.125	0.040 max	0.045 max	0.045 max	0.045 max
<b>Sulfur:</b>						
Heat analysis	0.050 max	0.050 max	0.040 max	0.050 max	0.040 max	0.040 max
Product analysis	0.055 max	0.055 max	0.045 max	0.055 max	0.045 max	0.045 max
<b>Silicon:</b>						
Heat analysis	0.15-0.35	0.30-0.50	0.15-0.35	0.25-0.50	0.15-0.35	0.18-0.35
Product analysis	0.13-0.37	0.25-0.55	0.13-0.37	0.20-0.55	0.13-0.37	0.13-0.37
<b>Copper:</b>						
Heat analysis	0.25-0.45	0.20-0.40	0.20-0.50	0.30-0.50	0.30-0.80	0.20-0.40
Product analysis	0.22-0.48	0.17-0.43	0.17-0.53	0.27-0.53	0.27-0.63	0.17-0.43
<b>Nickel:</b>						
Heat analysis	0.25-0.45	0.50-0.80	0.25-0.50	0.50-0.80	0.30-0.80	0.20-0.40
Product analysis	0.22-0.48	0.47-0.83	0.22-0.53	0.47-0.83	0.27-0.63	0.17-0.43
<b>Chromium:</b>						
Heat analysis	0.45-0.65	0.50-0.75	0.30-0.50	0.50-1.00	0.60-0.90	0.45-0.65
Product analysis	0.42-0.68	0.47-0.83	0.27-0.53	0.45-1.05	0.55-0.95	0.42-0.68
<b>Vanadium:</b>						
Heat analysis	...	...	0.020 min	...	...	...
Product analysis	...	...	0.010 min	...	...	...
<b>Molybdenum:</b>						
Heat analysis	...	0.06 max	...	0.10 max	...	...
Product analysis	...	0.07 max	...	0.11 max	...	...
<b>Titanium:</b>						
Heat analysis	...	...	...	0.05 max	...	...
Product analysis	...	...	...	...	...	...

<sup>a</sup> A, B, C, D, E, and F are classes of material used for Type 3 bolts. Selection of a class shall be at the option of the bolt manufacturer.

**TABLE 3 Hardness Requirements for Bolts**

Bolt Size, in.	Bolt Length, in.	Brinell		Rockwell C	
		Min	Max	Min	Max
1/2 to 1, Incl	Less than 3D <sup>a</sup>	253	319	25	34
	3D and over	-	319	-	34
1 1/4 to 1 1/2, Incl	Less than 3D <sup>a</sup>	223	288	19	30
	3D and over	-	288	-	30

<sup>a</sup> Bolts having a length less than 3 times the diameter are subject only to minimum Brinell hardness. Such lengths cannot be reasonably tensile tested. D = Nominal diameter or thread size.

thread lengths can be ordered under Specification A 449.

7.2 Threads shall be the Unified Coarse Thread Series as specified in ANSI/ASME B1.1, and shall have Class 2A tolerances. When specified, 8-pitch thread series may be used on bolts over 1 in. in diameter.

7.3 Unless otherwise specified, bolts to be used with nuts or tapped holes which have been tapped oversize, in accordance

with Specification A 563, shall have Class 2A threads before hot-dip or mechanically deposited zinc coating. After zinc coating, the maximum limit of pitch and major diameter may exceed the Class 2A limit by the following amount:

Diameter, in. <sup>a</sup>	Oversize Limit, in. <sup>a</sup>
1/4	0.016
5/16, 3/8	0.017
7/16, 1/2	0.018
9/16 to 3/4 Incl	0.020
7/8	0.022
1.0 to 1 1/4 Incl	0.024
1 1/2, 1 3/4	0.027

<sup>a</sup> These values are the same as the oversize required for zinc-coated nuts in Specification A 563.

7.4 The gaging limit for bolts shall be verified during manufacture. In case of dispute, a calibrated thread ring gage of the same size as the oversize limit in 7.3 (Class X tolerance, gage tolerance plus) shall be used to verify compliance. Assembly of the gage, or the nut described above, must be possible with hand effort following application of light machine oil to prevent galling and damage to the gage. These

STD-ASTM A325-ENGL 1997 ■ 0759530 0607549 876 ■



**TABLE 4 Tensile Requirements for Full Size Bolts**

Bolt Size, Threads per Inch and Series Designation	Stress Area, <sup>a</sup> in. <sup>2</sup>	Tensile Strength, <sup>b</sup> min, lbf	Proof Load, <sup>c</sup> Length Measurement Method	Alternative Proof Load, <sup>d</sup> Yield Strength Method, min
Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
1/4-19 UNC	0.142	17 050	12 050	13 050
3/8-11 UNC	0.226	27 100	19 200	20 800
-10 UNC	0.334	40 100	28 400	30 700
3/4-9 UNC	0.462	55 450	39 250	42 500
1-8 UNC	0.606	72 700	51 500	55 750
1 1/4-7 UNC	0.763	90 100	56 450	61 800
1 1/4-8 UN	0.790	92 850	58 450	64 000
1 1/2-7 UNC	0.989	101 700	71 700	78 800
1 1/2-8 UN	1.000	105 000	74 000	81 000
1 3/4-8 UNC	1.155	121 300	85 450	93 500
1 3/4-8 UN	1.233	129 500	91 250	99 870
1 1/2-8 UNC	1.405	147 500	104 000	113 800
1 1/2-8 UN	1.482	156 700	110 400	120 850

<sup>a</sup> The stress area is calculated as follows:  
 $A_s = 0.7854 [D - (0.9743/n)]^2$

where:  
 $A_s$  = stress area, in.<sup>2</sup>  
 $D$  = nominal bolt size, and  
 $n$  = threads per inch.

<sup>b</sup> Loads tabulated are based on the following:

Bolt Size, in.	Column 3	Column 4	Column 5
1/2 to 1, incl	120 000 psi	85 000 psi	92 000 psi
1 1/4 to 1 1/2, incl	105 000 psi	74 000 psi	81 000 psi

**TABLE 5 Rotational Capacity Test for Zinc-Coated Bolts**

Bolt Length, in.	Nominal Nut Rotation, degrees (turn)
Up to and including 4 x dia	240 (3/4)
Over 4 x dia, but not exceeding 8 x dia	360 (1)
Over 8 x dia, but not exceeding 12 x dia	420 (1 1/4)
Over 12 x dia.	Test not applicable

inspections, when performed to resolve disputes, are to be performed at the frequency described in Table 6.

**8. Workmanship**

8.1 Surface discontinuity limits shall be in accordance with Specification F 788/F 788M.

**9. Number of Tests and Retests**

**9.1 Testing Responsibility:**

**TABLE 6 Sample Size and Acceptance Numbers for Inspection of Hot Dip or Mechanically Deposited Zinc-Coated Threads**

Lot Size	Sample Size <sup>a,b</sup>	Acceptance Number <sup>a</sup>
2 to 90	13	1
91 to 150	20	2
151 to 290	32	3
291 to 500	50	5
501 to 1 200	80	7
1 201 to 3 200	125	10
3 201 to 10 000	200	14
10 001 and over	315	21

<sup>a</sup> Sample size of acceptance numbers are selected from "Single Sampling Plan for Normal Inspection," Table II A, MIL-STD-105.

<sup>b</sup> Inspect all bolts in the lot if the lot size is less than the sample size.

9.1.1 Each lot shall be tested by the manufacturer prior to shipment in accordance with the production lot identification control quality assurance plan in 9.2 through 9.6.

9.1.2 When bolts are furnished by a source other than the manufacturer, the Responsible Party as defined in 15.1 shall be responsible for assuring all tests have been performed and the bolts comply with the requirements of this specification (see 4.5).

9.2 *Purpose of Lot Inspection*—The purpose of a production lot inspection program is to ensure that each lot conforms to the requirements of this specification. For such a plan to be fully effective it is essential that secondary processors, distributors, and purchasers maintain the identification and integrity of each lot until the product is installed.

9.3 *Production Lot Method*—All bolts shall be processed in accordance with a lot identification-control quality assurance plan. The manufacturer, secondary processors, and distributors shall identify and maintain the integrity of each production lot of bolts from raw-material selection through all processing operations and treatments to final packing and shipment. Each lot shall be assigned its own lot-identification number, each lot shall be tested, and the inspection test reports for each lot shall be retained.

9.4 *Production Lot Definition*—A production lot, for purposes of assigning an identification number and from which test samples shall be selected, shall consist of all bolts processed essentially together through all operations to the shipping container that are of the same nominal size, the same nominal length, and produced from the same mill heat of steel.

**9.5 Number of Tests:**

9.5.1 The minimum number of tests from each production lot shall conform to the following:

Test	Number of Pieces in Production Lot	Number of Tests	Acceptance Number
Hardness	800 and less	1	0
	801 to 8 000	2	0
	8 001 to 35 000	3	0
Tensile Proof Load	35 001 to 150 000	8	0
	150 001 and over	13	0
Rotational Capacity	150 000 and less	2	0
Coating Weight	250 000 and less	4	0
Dimensions	In accordance with the manufacturer's standard quality control practices. In the event of dispute, acceptance shall be based on the requirements for Final Inspection-Non Destructive shown in ASME/ANSI B 18.18.3M		
Thread fit	Same as Dimensions		
Non Coated	In accordance with 7.4 and Table 6		
Head Bursts	In accordance with Section 11 and Table 7		

9.6 When tested in accordance with the required sampling plan, a lot shall be rejected if any of the test specimens fail to meet the applicable test requirements.

**10. Test Methods**

**10.1 Tensile and Hardness:**

10.1.1 Tensile and hardness tests shall be conducted in accordance with Test Methods F 606 using the wedge tension



STD-ASTM A325-ENGL 1997 ■ 0759510 0607550 598 ■

## A 325

testing of full size product method to determine full size tensile strength.

10.1.2 Proof load shall preferably be determined using Method 1, Length Measurement.

10.1.3 Fracture shall be in the body or threads of the bolt without any fracture at the junction of the head and body.

10.2 Rotational Capacity—The zinc-coated bolt shall be placed in a steel joint or tension measuring device and assembled with a zinc-coated washer and a zinc-coated and lubricated nut with which the bolt is intended to be used. The nut shall have been provided with the lubricant described in the last paragraph of the Manufacturing Processes section of Specification A 563. The joint shall be one or more flat structural steel plates or fixture stack up with a total thickness, including the washer, such that 3 to 5 full threads of the bolt are located between the bearing surfaces of the bolt head and nut. The hole in the joint shall have the same nominal diameter as the hole in the washer. The initial tightening of the nut shall produce a load in the bolt not less than 10 % of the specified proof load. After initial tightening, the nut position shall be marked relative to the bolt, and the rotation shown in Table 5 shall be applied. During rotation, the bolt head shall be restrained from turning.

### 11. Visual Inspection for Head Bursts

11.1 Requirement—Each lot shall be visually inspected for head bursts and shall meet an acceptable quality level of 2.5 as specified in Table 7.

11.2 Testing—AQL sampling and inspection shall be conducted in accordance with the sample size, acceptance, and rejection values specified in Table 7. Samples shall be picked at random.

#### 11.3 Definitions:

11.3.1 Burst—A burst is an open break in the metal (material). Bursts can occur on the flats or corners of the heads of bolts.

11.3.2 Defective Bolt—A defective bolt, for the purposes of the visual inspection for bursts, shall be any bolt that contains a burst in the flat of the head which extends into the top crown surface of the head (chamfer circle) or the under-head bearing surface. In addition, bursts occurring at the intersection of two wrenching flats shall not reduce the width across corners below the specified minimum.

11.3.3 Lot—A lot, for the purposes of visual inspection,

TABLE 7 Sample Size with Acceptance and Rejection Numbers for Inspection of Bursts 2.5 AQL

Lot Size	Sample Size <sup>A,B</sup>	Acceptance Number <sup>A</sup>	Rejection No.
2 to 8	2	0	1
9 to 15	3	0	1
16 to 25	5	0	1
26 to 150	20	1	2
151 to 280	32	2	3
281 to 500	50	3	4
501 to 1 200	80	5	6
1 201 to 3 200	125	7	8
3 201 to 10 000	200	10	11
10 001 to 35 000	315	14	15

<sup>A</sup> Sample size, acceptance numbers, and rejection numbers are extracted from "Single Sampling Plan for Normal Inspection," Table IA, MIL-STD-105.

<sup>B</sup> Inspect all bolts in the lot if the lot size is less than the sample size.

shall consist of all bolts of one type having the same nominal diameter and length made from the same heat of material and by the same production process and subsequently submitted for final inspection at one time.

#### 11.4 Acceptance Criteria:

11.4.1 Manufacturer—If the number of defective bolts found during inspection by the manufacturer is greater than the acceptance number given in Table 7 for the sample size, all bolts in the lot shall be visually inspected and all defective bolts shall be removed and destroyed.

11.4.2 Purchaser—If the number of defective bolts found during inspection by the purchaser is greater than the acceptance number given in Table 7 for the sample size, the lot shall be subject to rejection.

### 12. Inspection

12.1 If the inspection described in 12.2 is required by the purchaser, it shall be specified in the inquiry and contract or order.

12.2 The inspector representing the purchaser shall have free entry to all parts of the manufacturer's works, or supplier's place of business, that concern the manufacture or supply of the material ordered. The manufacturer or supplier shall afford the inspector all reasonable facilities to satisfy him that the material is being furnished in accordance with this specification. All tests and inspections required by the specification that are requested by the purchaser's representative shall be made before shipment, and shall be conducted as not to interfere unnecessarily with the operation of the manufacturer's works or supplier's place of business.

### 13. Rejection and Reheating

13.1 Material that fails to conform to the requirements of this specification may be rejected. Rejection should be reported to the manufacturer or supplier promptly and in writing. In case of dissatisfaction with the results of the test, the manufacturer or supplier may make claim for a reheating.

### 14. Certification

14.1 When specified on the purchase order, the manufacturer or supplier, whichever is the responsible party as defined in Section 15, shall furnish the purchaser a test report which includes the following:

14.1.1 Heat analysis, heat number, and a statement certifying that heats having the elements listed in 5.4 and 5.5 intentionally added were not used to produce the bolts,

14.1.2 Results of hardness, tensile, and proof load tests,

14.1.3 Results of rotational capacity tests. This shall include the test method used (solid plate or tension measuring device); and the lubricant present for zinc coated nuts when shipped with zinc coated bolts,

14.1.4 Zinc coating measured coating weight/thickness for coated bolts,

14.1.5 Results of visual inspection for bursts,

14.1.6 Statement of compliance with dimensional and thread fit requirements,

14.1.7 Lot number and purchase order number,

14.1.8 Complete mailing address of responsible party, and

14.1.9 Title and signature of the individual assigned



STD-ASTM A325-ENGL 1997 ■ 0759510 0607551 424 ■

**A 325**

certification responsibility by the company officers.

14.2 Failure to include all the required information on the test report shall be cause for rejection.

**15. Responsibility**

15.1 The party responsible for the fastener shall be the organization that supplies the fastener to the purchaser and certifies that the fastener was manufactured, sampled, tested and inspected in accordance with this specification and meets all of its requirements.

**16. Product Marking**

16.1 *Manufacturer's Identification*—All Type 1 and 3 bolts shall be marked by the manufacturer with a unique identifier to identify the manufacturer or private label distributor, as appropriate.

**16.2 Grade Identification:**

16.2.1 Type 1 bolts shall be marked "A 325." Additionally, the bolts may be marked with 3 radial lines 120 degrees apart.

16.2.2 Type 3 bolts shall be marked A 325 with the A 325 underlined. The manufacturer may add other distinguishing marks indicating the bolt is a weathering type.

16.3 *Marking Location and Methods*—All marking shall be located on the top of the bolt head and may be either raised or depressed at the manufacturer's option.

16.4 *Acceptance Criteria*—Bolts which are not marked in accordance with these provisions shall be considered nonconforming and subject to rejection.

16.5 Type and manufacturer's or private label distributor's identification shall be separate and distinct. The two identifications shall preferably be in different locations and, when on the same level, shall be separated by at least two spaces.

**17. Packaging and Package Marking**

**17.1 Packaging:**

17.1.1 Unless otherwise specified, packaging shall be in accordance with Practice D 3951.

17.1.2 When zinc coated nuts are included on the same order as zinc coated bolts, the bolts and nuts shall be shipped in the same container.

17.1.3 When special packaging requirements are required, they shall be defined at the time of the inquiry and order.

**17.2 Package Marking:**

17.2.1 Each shipping unit shall include or be plainly marked with the following information:

17.2.1.1 ASTM designation and type,

17.2.1.2 Size,

17.2.1.3 Name and brand or trademark of the manufacturer,

17.2.1.4 Number of pieces,

17.2.1.5 Lot number,

17.2.1.6 Purchase order number, and

17.2.1.7 Country of origin.

**18. Keywords**

18.1 bolts; carbon steel; steel; structural; weathering steel

**SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS**

The following supplementary requirements shall apply only when specified by the purchaser in the contract or order. Details of these supplementary requirements shall be agreed upon in writing between the manufacturer and purchaser. Supplementary requirements shall in no way negate any requirement of the specification itself.

**S1. Bolts Threaded Full Length**

S1.1 Bolts with nominal lengths equal to or shorter than four times the nominal bolt diameter shall be threaded full length. Bolts need not have a shoulder, and the distance from the underhead bearing surface to the first complete (full form) thread, as measured with a GO thread ring gage, assembled by

band as far as the thread will permit, shall not exceed the length of 2½ threads for bolt sizes 1 in. and smaller, and 3½ threads for bolt sizes larger than 1 in.

S1.2 Bolts shall be marked in accordance with Section 16, except that the symbol shall be A 325 T instead of A 325.

**SUMMARY OF CHANGES**

This section identifies the location of selected changes to this standard that have been incorporated since the -96a issue. For the convenience of the user, Committee F-16 has highlighted those changes that impact the use of this standard. This section may also include descriptions of the changes or reasons for the changes, or both.

(1) In Table 5, limited the RCT to lengths 12 × diameter and shorter.

ANEXO B

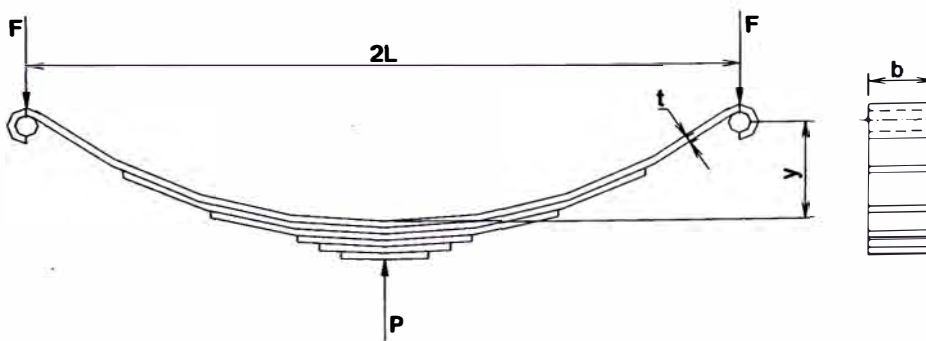
CALCULO DE RESORTE DE SISTEMA DE SEGURIDAD

B.1: CÁLCULO CUANDO TRABAJA COMO SKIP

$W_{\text{Jaula-Skip}} =$	<b>3,900</b> kg	=	<b>8580</b> Lib	
$W_{\text{mineral}} =$	<b>5500</b> kg	=	<b>12100</b> Lib	
$P =$	<b>20680</b> Lib	=	$W_{\text{Jaula-Skip}} + W_{\text{mineral}}$	
$F =$	<b>10340</b> Lib			Carga de reaccion en el resorte
$L =$	<b>12.5</b> pulg			Longitud media de la luz entre los apoyos
$b =$	<b>2.5</b> pulg			Ancho de la hoja
$t =$	<b>0.375</b> pulg			Espesor de la hoja
$E =$	<b>3.05E+07</b> Lib/pulg <sup>2</sup>			Modulo del material
$y =$	<b>3.000</b> pulg	=	<b>2.874</b> pulg	Deformacion
$n_e =$	<b>1</b> hojas			Numero de hojas completas
$n_g =$	<b>9</b> hojas			Numero de hojas graduables

$$y = 12FL^3 / (bt^3E(3n_e + 2n_g))$$

$$\frac{3n_e + 2n_g}{21} = \frac{12FL^3}{(bt^3Ey)} = 20.12$$



**B.2: CÁLCULO CUANDO TRABAJA COMO JAULA**

$W_{\text{Jaula-Skip}} =$	<b>3900</b> kg	$=$	<b>8580</b> Lib
$W_{\text{personal}} =$	<b>700</b> kg	$=$	<b>1540</b> Lib

$P =$	<b>10120</b> Lib	$= W_{\text{Jaula-Skip}} + W_{\text{personal}}$
-------	------------------	---

$F =$  **5060** Lib      Carga de reaccion en el resorte

$L =$  **17.25** pulg      Longitud media de la luz entre los apoyos

$b =$  **3** pulg      Ancho de la hoja

$t =$  **0.375** pulg      Espesor de la hoja

$E =$  **3.045E+07** Lb/pulg<sup>2</sup>      Modulo del material

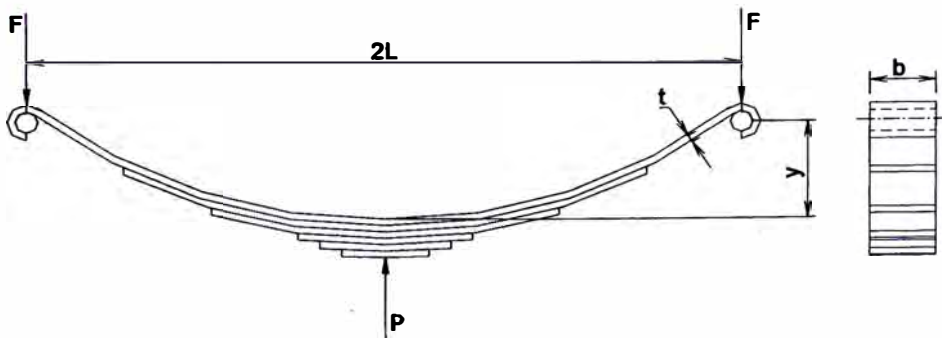
$y =$  **4.000** pulg      Deformación

$n_e =$  **1** hojas      Numero de hojas completas

$n_g =$  **7** hojas      Numero de hojas graduables

$$y = \frac{12FL^3}{(bt^3E(3n_e + 2n_g))}$$

$$\frac{3n_e + 2n_g}{17} = \frac{12FL^3}{(bt^3Ey)} = 16.17$$



## ANEXO C

## CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION



DISEÑO DE SISTEMA DE IZAJE  
CIA. MINERA CASAPALCA S.A.  
WINCHE : CIR 96" x 60" UNIDAD : EL CARMEN  
RESULTADOS PREVIOS

2

5.50	Tn/skip	787	HP POTENCIA	AC
------	---------	-----	-------------	----

ELABORADO POR: BENITES MALPICA INGENIEROS S.A.C.  
RESPONSABLE: ADAN SERRANO CARO

PARAMETROS INICIALES:	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES
Mineral	2200	Tn/día	
Desmorte	2170	Tn/día	
Total	4370	Tn/día	Mineral + Desmorte
Días laborables	26	días/mes.	Definido por el cliente
Horas netas de operación / turno	10.00	hrs / turno	Estimado por el cliente
Tornos / día	2.00		
Hrs. de operación neta/día	20.00	hrs./día	(# Hr. De Op./turno)x(# tornos/día)
Factor de utilización del winche.	85%		Definido por el cliente
Toneladas/Hr.	218.50	Tn/hr.	(# Tn/día)x(# horas/día)
Producción de mineral	57200.00	Tn/mes	(# Tn/día)x(# días/mes)
Producción de Desmorte	56420.00	Tn/mes	(# Tn/día)x(# días/mes)
Producción total	113620.00	Tn/mes	

CALCULO DEL CICLO DE IZAJE	CANTIDAD	UNID.	CANTIDAD	UNID.	OBS.
D : Prof. max. de izaje	1312.34	ft.	400.00	m.	Pr. Max
V : Vel. media de izaje	16.40	ft/sec.	5.00	mt/seg	V. max
A : Aceleracion	2.50	ft/sec <sup>2</sup> .			
D : Desceleracion	2.50	ft/sec <sup>2</sup> .			
RT : Tiempo de reposo	20.00	sec.			

## CICLO DE IZAJE

PERIODO	TIEMPO(seg)	Desplazamiento (Ft)
Aceleración	6.56	53.8
Vel. constante	73.44	1,204.7
Desaceleración	6.56	53.8
Tiempo reposo	20.0	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>106.6</b>	<b>1,312.3</b>

Nº de viajes o skips/ hora	28.7	skips/hr.	3600/Tiempo (seg)
Ciclo de izaje	106.6	seg	
Ciclo de izaje	1.78	minutos	

Peso total a izarse/ skip	5.50	Tn.
Volúmen total al ras	2.75	m <sup>3</sup> .
Peso específico mineral	2.00	Tn/m <sup>3</sup>

(SW) PESO DE SKIP 4.40 Tn

**PROCEDIMIENTO DETALLADO DE CALCULO:**

DESCRIPCION	ABREVIAT.	CANTIDAD	UNID.	OBSERVACIONES
1. Operación en balancín				
2. Profundidad	(D)	1,312	pies	
3. Carga útil del Skip	(SL)	12,122	lb.	
4. Peso del Skip	(SW)	9,676	lb.	
5. Capacidad de izaje		219	ton/hr.	
6. Tiempo de aceleración	AT	6.56	sec.	
7. Tiempo de desaceleración	DT	6.56	sec.	
8. Tiempo muerto (rest time)	(RT)	20.0	sec	
9. Eficiencia mecánica - eléctrica	(E)	77%		
10. Tipo de cable	58.60 Tn	1 1/4	pulg.	3.91 kg/m
11. Peso unitario del cable	(Rw)	2.62	lb/ft.	Cable 6x19
12. Peso total del cable suspendido	(R)	3,441	lb.	
13. Velocidad del cable	(V)	16.40	ft/sec.	
14. Aceler. y Desacel.	(A=D)	2.50	ft/sec <sup>2</sup> .	
15. Tiempo a veloc. const.	(TFS)	73.44	sec.	
16. Tipo de motor	inducción		AC/DC	

**PARAMETROS DE CALCULO:**

EEW:	Peso efectivo equivalente (Según ábacos)	PARA TAMBORA 96" x 60"	60000	lb.
TSL:	Carga total suspendida =	EEW + SL + 2SW + 2R =	98355	lb.
SLB:	Carga en la base del pique =	SL + R + (V x AT x Rw) =	15845	lb.
SLT:	Carga en la cima del pique =	SL - R + (V x DT x Rw) =	8964	lb.

**CALCULO DE POTENCIA PARCIALES:**

HP1:	Hp. req. para acelerar =	TSL x V2/(32.2 x AT x 550) =	228	hp.
HP2:	Hp. req. para desacelerar =	-(TSL x V2)/(32.2 x DT x 550) =	-228	hp.
HP3:	Hp. al inicio de la aceler. =	[(SL + R) x V] / 550 =	464	hp.
HP4:	Hp. a vel. const. al final de la acelerac. =	(SLB x V) / 550 =	473	hp.
HP5:	Hp. a vel. const. al inicio de la desacel. =	(SLT x V) / 550 =	267	hp.
HP6:	Hp. al final de la desacel. =	[(SL - R) x V] / 550 =	259	hp.
HP7:	Factor de corr. de pot. para una eficiencia dada del motor.	[(SL x V)] x (1-E)	108	hp.
		550°E		

**CALCULO DE POTENCIAS vs. CICLO DE IZAJE:**

A :	Potencia de aceler. pico =	HP1 + HP7 + (HP4 + 2HP3)/3 =	803	hp.
B :	Pot. a vel. const. al final de la aceleración =	HP4 + HP7 =	581	hp.
C :	Pot. a vel. const. al comienzo de la desacel. =	HP5 + HP7 =	375	hp.
D :	Potencia de desaceleración =	HP2 + HP7 + (HP5 + 2HP6)/3 =	142	hp.
HP8:	Pot. req. para acel. el rotor del motor =	(0.6 A x 1.2) / AT =	88	hp.
HP9:	Pot. req. para desacel. el rotor del motor =	-(0.6 A x 1.2) / DT =	-88	hp.
E :	Pot. total req. para acel. el izaje y el motor =	A + HP8 =	891	hp.
F :	Pot. total req. para desac. el izaje y el motor =	D + HP9 =	54	hp.

Para un Winche con motor de corriente continua (DC), su potencia RMS se calcula mediante la siguiente relación:

$$RMS HP = \sqrt{\frac{E^2 \times AT + ((B^2 + C^2 + BC) \times TFS)/3 + F^2 \times Tr}{3Ta/4 + TFS + 3DT/4 + RT/2}} = \sqrt{\frac{22260889.69}{93.282}}$$

$$RMS HP = \begin{matrix} 489 \\ 752 \end{matrix} \quad \begin{matrix} hp. \\ hp. \end{matrix} \quad \begin{matrix} A NIVEL DEL MAR \\ PARA 4650 M. S. N. M. \end{matrix} \quad 65\%$$

Para un Winche con motor de corriente continua (AC), su potencia RMS se calcula mediante la siguiente relación:

$$RMS HP = \sqrt{\frac{E^2 \times AT + ((B^2 + C^2 + BC) \times TFS)/3 + F^2 \times Tr}{Ta/2 + TFS + DT/2 + RT/4}} = \sqrt{\frac{22260889.69}{85.001}}$$

$$RMS HP = \begin{matrix} 512 \\ 787 \end{matrix} \quad \begin{matrix} hp. \\ hp. \end{matrix} \quad \begin{matrix} A NIVEL DEL MAR \\ PARA 4500 M. S. N. M. \end{matrix} \quad 65\%$$

### CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL CABLE

#### 1. Condiciones de operación:

Altura del collar al eje de la polea	98 ft.	30 m.
Profundidad al nivel mas bajo	1,312 ft.	400 m.
Capacidad de la jaula	8 personas	
Peso del skip/Jaula	9,676 lbs.	
Peso de la fijación del cable.	77 lbs.	35 kg
Peso unitario del cable de 1 1/8"	2.62 lb/ft	

#### 2. Peso del personal.

8 hombres @ 80 kg 1,408 lbs.

#### 3. Carga suspendida en el Skip en el collar del pique.

Peso del skip/Jaula	9,676 lbs.	4,398 kg
Peso de la carga	12,122 lbs.	5,510 kg
Fijación de cable	77 lbs.	35 kg
Peso del cable en el castillo: h x w	258 lbs.	117 kg
<b>Peso total</b>	<b>22,133 lbs.</b>	<b>10,060 kg</b>

#### 4. Carga suspendida en el Skip en el nivel mas bajo del pique:

Peso del skip/Jaula	9,676 lbs.	4,398 kg
Peso de la carga	12,122 lbs.	5,510 kg
Fijación del cable	77 lbs.	35 kg
Peso del cable (H + h) x w	3,698 lbs.	1,681 kg
<b>Peso total</b>	<b>25,573 lbs.</b>	<b>11,624 kg</b>

#### 5. Carga suspendida en la jaula en el nivel mas bajo

Peso del Skip/Jaula	9,675.76 lbs.	4,398 kg
Peso del personal	1,408 lbs.	640 kg
Fijación del cable	77 lbs.	35 kg
Peso del cable (H + h) x w	3,698 lbs.	1,681 kg
<b>Peso total</b>	<b>14,859 lbs.</b>	<b>6,754 kg</b>

#### 6. Selección del cable y verificación del factor de seguridad, de acuerdo a los items 3 y 4:

Según tabla, un cable de = 1.25 pulg Ø tiene una resistencia de: 128,920 lbs.  
Por consiguiente los factores de seguridad para éste cable, es:

	Actual	Requerido	
Del skip en collar	5.82	5.0	Ok
Del Skip en el pocket de carga	5.04	5.0	Ok
Cuando trabaja como Jaula	8.68	7.0	Ok

**Según MEM**



## ANEXO D

### MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN EL SISTEMA DE IZAJE

- 1) No se utilizara ninguna jaula o balde para elevar o bajar personas si no esta construido de manera que evite que el trabajador que viaja en el, entre en contacto accidentalmente con la estructura del pique.
- 2) Las jaulas o baldes quo se usan en un pique para elevar o bajar personas cumplirán con las siguientes condiciones:
- 3) La capota será hecha de láminas de acero de un grosor mínimo de 3/16 de pulgadas o de un material de resistencia equivalente.
- 4) Los costados de la jaula estarán forrados con láminas de hierro o acero de un grosor mínimo de 1/8 de pulgadas o de un material de resistencia equivalente. El forro tendrá una altura mínima de 5 pies desde el piso de la jaula.
- 5) La jaula tendrá puertas de material adecuado, con una altura mínima de 5 pies desde el piso de la jaula.
- 6) Las puertas estarán colocadas de una manera que no se abra para afuera.
- 7) Se obtendrá del fabricante un certificado de la capacidad de la jaula o skip y sus accesorios que incluirá el peso del cable de cola.

**ANEXO E****EXTRACTO DEL DECRETO SUPREMO N° 046-2001-EM**

(El Peruano: 26-07-01)

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que, por Decreto Supremo N° 023-92-EM, de fecha 9 de octubre de 1992, se aprobó el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera;

Que, por Decreto Supremo N° 03-94-EM, de fecha 15 de enero de 1994, se aprobó el Reglamento de Diversos Títulos del Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería, a través de cuyos Títulos Undécimo, Duodécimo, Décimo Tercero, Décimo Cuarto y Décimo Quinto, se dictaron disposiciones relativas a bienestar, educación y salud de la actividad minera;

Que, es necesario aprobar el nuevo Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, en el que se incorporan conceptos acordes al avance tecnológico;

Que, el proyecto de Reglamento de Seguridad e Higiene Minera ha sido prepublicado en la página Web del Ministerio de Energía y Minas, recibándose importantes aportes que lo complementan;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

**Artículo 1°.-** Apruébase el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, el mismo que consta de (3) Títulos, seis (6) Capítulos, cincuenta (50) Subcapítulos, trescientos cincuenta y siete (357) Artículos y dos (2) Disposiciones Complementarias y catorce (14) Anexos, que forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

**Artículo 2°.-** Derógase el Decreto Supremo N° 023-92-EM y déjase sin efecto los Títulos XI, XII XIII, XIV y XV del Decreto Supremo N° 03-94-EM, Reglamento de Diversos Títulos del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería.

**Artículo 3°.-** El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Energía y Minas.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinte días del mes de julio del año dos mil uno.

VALENTIN PANIAGUA CORAZAO  
Presidente Constitucional de la República

CARLOS HERRERA DESCALZI  
Ministro de Energía y Minas



**TITULO SEGUNDO**  
**GESTIÓN DE LAS EMPRESAS MINERAS**  
**CAPÍTULO II**  
**GESTIÓN DE LA SEGURIDAD E HIGIENE MINERA**  
**SUBCAPÍTULO TRECE**  
**INSPECCIONES, AUDITORIAS Y CONTROL**

**Artículo 104°.-** Los Supervisores, están obligados a realizar inspecciones diarias a todas las áreas de trabajo e impartir las medidas pertinentes de seguridad a sus trabajadores.

**Artículo 105°.-** Es obligación del titular de la actividad minera, realizar inspecciones planeadas de las áreas de trabajo, equipos y partes críticas, evaluaciones de orden y limpieza, inspecciones generales y recorridos originados por aspectos de seguridad y salud de parte de la administración superior.

**Artículo 106°.-** Las inspecciones inopinadas o por sorteo, serán realizadas por el Comité de Seguridad e Higiene Minera, en cualquier momento.

**Artículo 107°.-** En las inspecciones generales de las zonas de trabajo, equipos y maquinarias de las operaciones mineras se tomará en cuenta lo siguiente:

**A diario:**

1. Zonas de alto riesgo.
2. Instalaciones de izaje y tracción.

**Semanal:**

1. Sistemas de bombeo y drenaje.
2. Bodegas y talleres.
3. Polvorines.

**Mensual:**

1. Instalaciones eléctricas.
2. Cables de izaje y cablecarril.
3. Sistemas de alarma.
4. Sistemas de contra incendios.
5. Evaluaciones de orden y limpieza de las diferentes áreas de trabajo.

**Trimestral:**

1. Recorridos de seguridad y salud de parte de la administración superior.

El resultado de estas inspecciones con los plazos para las correcciones serán anotado en el Libro de Seguridad e Higiene Minera y su cumplimiento será verificados por la Autoridad Minera y el Fiscalizador Externo en la oportunidad de la fiscalización.

**TITULO TERCERO**  
**GESTIÓN DE LAS OPERACIONES MINERAS**  
**CAPÍTULO I**  
**ESTANDARES DE LAS OPERACIONES MINERAS**  
**SUBCAPÍTULO SIETE**  
**TRANSPORTE, CARGA, ACARREO Y DESCARGA**  
**MINERÍA SUBTERRANEA**

**Artículo 238°.-** Para carga, acarreo y descarga subterránea el titular de la actividad minera cumplirá lo siguiente:

a) Las locomotoras y automotores estarán provistas de faros delanteros y posteriores, frenos y bocina; además de señales portátiles o dispositivos de material altamente reflectivo de color rojo en el último carro del convoy.

b) Los titulares de actividad minera establecerán los estándares de acarreo subterráneo, así como las funciones de los operadores, autorizaciones y manuales de manejo.

c) Las dimensiones de los rieles, así como sus empalmes y soportes, se ajustarán a las especificaciones de fábrica dadas a esa clase de material para el peso y velocidad de los vehículos que sobre ellos transitan.

d) En las galerías o socavones de acarreo en donde existan cruces y desvíos de vías, se colocarán avisos luminosos o semáforos en ambos extremos.

e) Los pozos o chimeneas que concurren en las galerías de acarreo deberán ser abiertas fuera del eje de las galerías y estar protegidos para evitar la caída de personas o materiales.

f) En las galerías de acarreo se dejará un espacio no menor de setenta (70) centímetros entre los puntos más salientes de los vehículos, cuando menos a uno de los costados de la galería, para permitir la circulación del personal.

g) La pendiente máxima permisible en las galerías y demás labores horizontales en donde haya que utilizarse acarreo mecánico sobre rieles serán de seis por mil (6 x 1000).

h) Los accesos de las galerías a los inclinados, deberán estar protegidos igual que las estaciones de pique, su respectiva iluminación y señalización, para evitar accidentes debido a caídas de personas, materiales o maquinaria minera.

i) Los enganches de los carros en planos inclinados deberán tener sistemas de engrapes adecuados para evitar que puedan desprenderse durante la marcha.

j) Se tomará las precauciones de seguridad necesarias para evitar que los carros o vagonetas puedan trasladarse más allá del límite fijado, colocando barreras delante de dicho límite.

k) Cuando por las galerías se realice el tránsito mecanizado de vagonetas, se establecerán refugios a distancias no mayores de cincuenta (50) metros, con por lo

menos (01) metro cuadrado de frente por un (01) metro de profundidad cada uno. Estos sitios de refugio se conservarán siempre libres de materiales y de escombros.

l) El cable de trolley en las instalaciones subterráneas estará instalado de manera tal que quede perfectamente aislado de todo material combustible y con los dispositivos de seguridad convenientes al caso.

m) Los cables de trolley deberán estar instalados a una altura no menor de un metro y ochenta centímetros (1.80 m) sobre los rieles y estarán protegidos en las zonas de circulación intensa de personal, para evitar contactos con las personas o herramientas.

n) La velocidad máxima de las locomotoras en interior mina no debe ser mayor de 10 kilómetros por hora. En túneles y socavones principales se permitirán velocidades mayores, bajo responsabilidad del titular.

**Artículo 239°.-** El motorista antes de iniciar su trabajo debe verificar que sus herramientas de trabajo como barretillas, estrobo de cable de acero, sapa encarriladora, cuñas entre otros se encuentren en buen estado. Además debe cumplir con lo siguiente:

a) Para mover el convoy se regirán por las siguientes señales de silbato:

Un toque: Parar el convoy

Dos toques: Acercarse al punto de toque

Tres toques: Alejarse del punto de toque

Cuatro toques: Reducir la velocidad.

b) Con la luz de lámpara de mina, se utilizarán las siguientes señales:

Mover de pared a pared en forma horizontal: Parar el convoy

Mover subiendo y bajando en forma vertical: Acercarse hacia la señal

Darle vueltas en círculo: Alejarse de la señal

Tapar y destapar la luz: Reducir la velocidad.

El motorista debe repetir las señales para hacer entender que las ha comprendido.

**Artículo 240 °.-** Para la extracción del mineral roto deberán cumplirse con lo siguiente:

a) La maquinaria de bajo perfil para la remoción del material derribado deberá tener protector guarda cabezas sólido y resistente a las posibles caídas de roca; además, deberá estar provisto de luces delanteras, posteriores, bocinas y extintor adecuados.

b) Los equipos que usen motores a petróleo estarán provistos de dispositivos adecuados para el control de emisión de gases y humos. Si no poseen dichos dispositivos estarán prohibidos de ingresar a la mina. No se permitirá el ingreso a subsuelo a los equipos cuya emisión de gases y humos estén provocando

concentraciones por encima de los límites máximos permisibles (LMP), establecidos en el Artículo 86° e Inciso c) del Artículo 87° del presente Reglamento.

c) Los echaderos deben tener un muro de 80 centímetros de altura y parrillas, con una gradiente máxima de 6% así como una adecuada iluminación.

d) Deberán usar un sistema de señales y semáforos en los cruces, cambios y vías de tangentes largas para prevenir accidentes de tránsito.

e) La abertura de los elementos de la parrilla en los echaderos convencionales de mineral y desmonte estarán colocados con una separación no mayor de 20 centímetros. Para caso de echaderos donde se usa equipos de carga de bajo perfil, las parrillas deberán ser ubicadas con una separación no mayor de 50 centímetros.

f) Las vías de tránsito vehicular, deberán tener las tolerancias necesarias de un metro por lado para el libre tránsito del personal.

g) No está permitido transportar personal sobre carga de mineral o desmonte, sobre los estribos u otros espacios. En la cabina se transportará sólo el número reglamentario de personal.

### **El Pique y El Castillo**

**Artículo 241°.-** El pique construido para el transporte de carga o personal, debe:

a) Ser diseñado sobre la base de estudios geológicos, geomecánicos e hidrogeológicos.

b) Ser construido de acuerdo al diseño y sostenido con materiales no degradables que soporten el esfuerzo producido.

c) Tener guías de recorrido de las jaulas o baldes.

d) Tener suficiente espacio en profundidad que exceda la distancia de parada de la jaula o balde a su máxima velocidad.

e) Tener sus compartimientos debidamente separados por una barrera sólida y resistente.

f) El collar y las estaciones deben tener puertas que cierren su acceso.

g) Para efectos de reparación o cambio de baldes o jaulas, el pique debe estar provisto de dispositivos llamados "sillas" para sostener dichos elementos.

h) En laboreo de piques se colocarán obligatoriamente guarda cabezas o sombreros de seguridad. En las reparaciones de tolvas, piques o chimeneas se emplearán tapones debidamente contruidos.

**Artículo 242°.-** El castillo instalado en superficie o en subsuelo debe:

a) Ser diseñado de acuerdo a los criterios y normas técnicas actuales, cuyos planos serán elaborados por profesionales especializados en la materia.

b) Ser construido de acuerdo al diseño con una estructura que soporte el esfuerzo de la carga a transportarse.

c) Tener la suficiente elevación la que debe ser dos veces la distancia de parada de la jaula o balde a su máxima velocidad.

**Artículo 243°.-** El código de señales que se detalla en el presente Artículo será de uso obligatorio en todas las minas y se colocará mediante avisos en la casa de winche y en cada nivel.

1 Timbre: Para parar cuando la jaula está en movimiento.

1 Timbre: Para izar cuando la jaula esté detenida.

1 Timbre largo: Para parar la jaula cuando el timbrero o winchero no ha entendido o se ha equivocado la señal emitida.

2 Timbres: Para bajar lentamente

3 Timbres: Señal preventiva de que va a moverse personal y subir lentamente

4 Timbres: Señal que se va a disparar, cuando se está profundizando un pique, el winchero debe responder a esta señal, subiendo o bajando unos metros la jaula; y debe mantenerse alerta hasta que se haya completado el disparo.

5 Timbres: Señales particulares de cada mina

9 Timbres: Señal de peligro en caso de incendio o algún desastre (derrumbe, inundaciones, y otros).

**Artículo 244°.-** Sistemas de frenos y embragues:

a) Todo winche debe estar provisto de un sistema de frenos que debe:

1. Detener y sostener la jaula o balde cuando estos están trabajando a su máxima carga y velocidad.

2. Por lo menos uno de los sistemas debe estar conectado directamente al tambor y ser aplicado automáticamente cuando en forma intempestiva se corte la energía eléctrica o cuando la presión del sistema hidráulico o neumático haya bajado a menos de lo normal.

3. Si la jaula o el balde sobrepasen sus límites de velocidad normal, se debe disponer un sistema de levas giratorias conectado al eje del tambor del winche y de un dispositivo de peso adicional para aplicar mayor fuerza a los frenos. El control de este dispositivo de emergencia debe estar instalado al alcance del operador del winche.

b) El sistema de embrague del winche debe estar conectado con el sistema de frenos, de modo que:

1. Los embragues puedan ser desacoplados solamente cuando los frenos estén aplicados totalmente.

2. Los embragues deben estar completamente engranados para que el freno del tambor pueda ser soltado.

3. El freno actúe automáticamente cuando el embrague se desacople desengranado.

4. El operador perciba mediante señales que el embrague está engranado o desengranado.

c) Para el transporte de mineral, la velocidad puede ser mayor en función de la profundidad del pique y las especificaciones del fabricante.

**Artículo 245°.-** Del tambor, su relación con el cable y el enrollamiento:

a) Los canales del tambor deben alojar exactamente al cable.

b) Las pestañas del tambor deben tener suficiente altura y resistencia.

c) El enrollamiento del cable debe efectuarse en forma suave sin golpes, una capa sobre otra, hasta un máximo de tres si la superficie del tambor tiene canales helicoidales, en espiral o no tiene canales; hasta cuatro capas si tiene canales de resina. En ningún caso debe tener más de tres vueltas muertas de cable.

d) La relación del diámetro del tambor al diámetro del cable debe ser:

1. 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.

2. Cuando el winche es usado en profundización de pique o trabajos preliminares, el radio entre el diámetro del tambor y el diámetro del cable será igual o mayor que:

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

60 a 1 cuando el diámetro nominal del cable es más de 25.4 mm.

3. Cuando se trate de un winche de fricción, el diámetro del tambor y el diámetro del cable deben ser igual o mayor que:

80 a 1 para cables tipo Flattened Strand.

100 a 1 para cables tipo Locked Coil.

### **Cables**

**Artículo 246°.-** Los cables de las jaulas utilizadas para el transporte de personal deben ser cambiados cada tres (03) años o cuando exista un deterioro prematuro, estos deben tener las siguientes características:

a) Una carga de rotura siete (07) veces mayor que la carga de trabajo.

b) Ser de una sola pieza, siendo prohibido usar cables empatados.

c) Deberán ser revisados por los menos una (01) vez a la semana y ser lubricados por lo menos (02) veces al mes.

d) El extremo del cable utilizado en el amarre mencionado en el Artículo anterior será cortado por lo menos cada cuatro (04) meses.

e) En ningún caso los cables guías y los cables tractores podrán tener un coeficiente de seguridad inferior a cinco (05).



**Artículo 247°.-** En todas las minas se llevará un registro especial relativo a los cables, en el que se consignará:

- a) Fecha de colocación y cambio de cada cable.
- b) Diámetro, número de hilos, trenzado y longitud al comenzar a usarse.
- c) Carga de rotura garantizada por el fabricante y demás normas técnicas.
- d) Dimensiones de los trozos que se recorten, indicando si son del extremo del tambor o de la jaula y fecha de estos recortes.
- e) Número de hilos rotos en todo el cable y en la sección de dos (02) metros donde haya más roturas.
- f) Cuanta anomalía se observe, tales como dobleces, irregularidades en las espiras, disminución de sección, alargamientos extraordinarios, oxidación, entre otros.

**Artículo 248°.-** Ningún cable de izaje se usará en un pique cuando ocurra uno de los siguientes defectos:

- a) Que la resistencia existente haya disminuido a menos del noventa por ciento (90%) de la original.
- b) Que la sección de un segmento de cable de prueba haya disminuido a menos del sesenta por ciento (60%) de la sección original cuando sea sometido a un máximo de tracción.
- c) Que el número de hilos rotos en el tramo de dos metros donde haya más roturas exceda del diez por ciento (10%) de la cantidad total de hilos.
- d) Que exista una corrosión acentuada.
- e) Que la tasa de alargamiento de un cable de izaje que trabaja por fricción comience a mostrar un rápido incremento sobre el alargamiento observado durante su trabajo normal.
- f) Que exista aplastamiento o flexión brusca en cualquier punto de su longitud.

**Artículo 249°.-** Todo cable de izaje debe pasar por una prueba de laboratorio, sometido a un esfuerzo de rotura señalado por el fabricante.

- a) Después de 18 meses de uso, luego a intervalos que no excedan de seis meses, se cortarán porciones de cable del extremo del balde o jaula en una longitud mínima de 2.50 m. para la prueba de laboratorio, atando cuidadosamente los extremos de la porción del cable cortado.
- b) Los cables de izaje utilizado en piques mineros deberán ser inspeccionados en toda su longitud, utilizando equipos electromagnéticos, a intervalos que no excedan los seis meses.
- c) Los cables de contrapeso y los cables guía a los de fricción deberán ser igualmente inspeccionados con el equipo electromagnético dentro de los doce meses de puesto en servicio, luego a intervalos que no excedan de ocho meses. La fecha y

los resultados obtenidos en dichas inspecciones serán anotados en el Libro de Registro de Cables de izaje.

d) Ningún cable será utilizado en izaje minero si ha sido empalmado o ha sido volteado, cambiando la ubicación sus extremos, cuando su resistencia la carga de rotura haya disminuido hasta:

1. 90% en cualquier tramo del cable de varios torones.
2. 85% en cualquier tramo de un cable de un solo torón.
3. 75% en cualquier tramo de un cable guía o fricción.

El cable será cambiado, cuando:

1. El número de hilos rotos en cualquier tramo exceda del 5% del total.
2. Cuando el técnico de las pruebas electromagnéticas lo recomiende.
3. Cuando haya sufrido aplastamiento o flexión brusca en cualquier punto de su longitud.
4. Cuando la sección del cable, sometido a su máxima carga, haya disminuido a menos del setenta por ciento (70%) de su sección original.
5. Cuando haya cumplido tres (3) años de trabajo ininterrumpidos garantizados con los exámenes físico eléctrico y de laboratorio o cuando existe un deterioro prematuro.

e) El factor de seguridad de carga de rotura/carga de trabajo de los cables utilizados en minería será:

1. Siete (7) cuando el cable se usa para el transporte de personal.
2. Cinco (5) cuando el cable se usa para el transporte de mineral o materiales.
3. Cinco (5) para los cables de polea de fricción.
4. Siete (7) para los cables de cola o contrapeso.
5. Cinco (5) para los cables guía.

#### **Uso de Echaderos y Tolvas de Mineral**

**Artículo 250°.-** Cuando se realicen trabajos en chutes y tolvas se deberán tener presente las siguientes medidas de seguridad:

a) Los caminos, escaleras, peldaños y descansos deben mantenerse en buen estado de conservación; de lo contrario, poner un aviso indicador.

Todos los echaderos de mineral y desmonte deben tener sus parrillas de protección.

b) El tabique que separa el echadero del camino debe estar sólidamente construido sin ninguna abertura.

c) El motorista al cargar los carros mineros debe tomar las siguientes precauciones:



1. Ubicarse siempre al costado de los chutes, parados sobre una plataforma segura.

2. No debe pararse al borde del carro minero.

3. Usar la barretilla siempre al costado de su cuerpo.

d) En el caso de chutes y echadero con material campaneado:

1. No desatorar inundando el buzón con agua.

2. No ingresar al interior del chute y echadero.

3. Desatracar usando las ventanas del tabique o colocando plastas con listones y/o tubos de hierro empatados hasta alcanzar el tope de la carga.

4. Todo trabajo de desatoro de chutes y echadero con material campaneado debe hacerse bajo la supervisión de un jefe responsable.

e) Durante el desatoro y carguío de mineral o desmonte de los chutes y echaderos se impedirá la presencia de personal en las cercanías del área de trabajo.

**Artículo 251°.-** En las tolvas o echaderos subterráneos que se construyen para almacenar temporalmente el mineral para su posterior izaje o extracción a superficie, debe cumplirse con lo siguiente:

a) Construir las chimeneas en rocas competentes y resistentes a deterioros por efectos de golpes de caída libre o presencia de mineral abrasivo o material erosionante.

b) En echaderos principales, construir tolvas fuera del eje de la chimenea, al cual se unirá por un codo cercano y no mayor de 10 a 15 m de altura desde el piso de la galería, para evitar golpes directos y deterioros prematuros, conectado a una ventana que servirá para desatracar la chimenea en caso de campaneos.

c) Inspeccionar como mínimo una vez a la semana el estado de conservación de las tolvas.

d) Construir compuertas sólidas, de preferencia metálicas, accionados con dispositivos mecánicos y si fuera necesario con paneles de control remoto.

**CAPÍTULO II**  
**ESTANDARES DE SERVICIOS Y ACTIVIDADES CONEXAS**  
**SUBCAPÍTULO SEIS**  
**SISTEMA DE IZAJE**  
**GENERALIDADES**

**Artículo 320°.-** Para el uso de equipos y accesorios de izaje se debe tener en consideración lo siguiente:

a) La construcción, operación y mantenimiento de todos los equipos y accesorios deben estar de acuerdo a las normas técnicas establecidas por los fabricantes. Cada equipo de izaje y accesorios debe tener claramente indicado la capacidad máxima y una tabla de ángulos de izaje debe ser pegada en un lugar adecuado, fácilmente visible para el operador.

b) Los equipos de izaje son utilizados para levantar, bajar, empujar o tirar una carga; tales como elevadores eléctricos, de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes - grúa, winches y tecles.

c) Los componentes accesorios, en el proceso de izaje, es aquel utilizado para conectar la máquina elevadora a la carga, tales como cadenas, eslingas de fibra, estrobos, ganchos, grilletes, anillos y poleas.

d) Artefactos de izaje fabricados para trabajos especiales.

e) Cuerda guía amarrada a la carga.

f) La inspección de equipos y componentes accesorios es esencial para asegurar que el sistema de izaje se encuentra en buenas condiciones de operación y funcionamiento.

g) Los titulares serán responsables del mantenimiento, así como de las inspecciones periódicas a que deben estar sujetos, por personal competente, a fin de mantenerlos en condiciones seguras de trabajo, manteniendo en lugar visible, la constancia de dichas inspecciones.

h) Para asegurar el uso correcto del sistema de izaje se requiere la capacitación del personal. El supervisor responsable del área de trabajo autoriza el uso del equipo de izaje solo al personal calificado.

i) Cualquier trabajo con movimientos de carga en altura, debe señalizarse en los niveles inferiores con avisos o barreras advirtiendo la probabilidad de caídas de objetos. Toda grúa móvil debe estar dotada de un dispositivo de sonido que alarme su traslado o giro.

j) Durante las operaciones de izaje, sólo debe usarse señales manuales estándares. Al comenzar el levante, la persona responsable de las señales debe estar adecuadamente identificada y coordinada. La única excepción a la regla, es una señal de detección de emergencia que puede ser ejecutada por otra persona que no sea el señalero.

k) La carga antes de ser suspendida debe, en toda circunstancia, estar amarrada por un cordel o cuerda guía que evite su balanceo. El equipo de izaje debe ser usado para el propósito diseñado. No debe exceder la capacidad de carga. Debe brindarse acceso seguro a las grúas aéreas.

l) En el caso de grúas - puente, en la superficie inferior del puente debe indicarse los movimientos de traslación, subir - bajar, en correspondencia a lo marcado en la botonera de control y comando. Los equipos de izaje motorizado deben estar provistos de interruptores-límites de seguridad, tanto para la acción de traslado como de levante máximo. En todo equipo de izaje accionado eléctricamente, se debe asegurar que los conductores no serán atrapados por efecto de la acción de izaje; que debe poseer todas las protecciones del caso, incluyendo la conexión a tierra.

m) Los equipos de izaje y accesorios deben tener números identificatorios claramente pintados o estampados, además de su hoja de registro. El equipo accesorio debe mantenerse limpio y almacenado en lugares adecuados, de manera tal que no estén en contacto con el suelo.

n) En los ganchos se deben marcar tres puntos equidistantes a fin de medir la deformación producto de su uso, la cual jamás deberá exceder el quince por ciento (15 %) de las longitudes originales. Todos los ganchos deben estar equipados con un pasador de seguridad para prevenir una desconexión de la carga. Los ganchos de levante no deben pintarse a fin de detectar fisuras. No debe soldarse, afilarse, calentarse o repararse los ganchos de levante.

o) El número de hilos rotos en el tramo de dos (2) metros del cable donde haya roturas que exceda el diez por ciento (10%) de la cantidad total de hilos, deberá ser retirado.

p) En el caso de tambores de enrollado de cables, se debe asegurar que con el gancho depositado a nivel del suelo, permanezcan en el tambor por lo menos tres vueltas.

## **SUBCAPÍTULO DIEZ**

### **TRANSPORTE DE PERSONAL**

#### **JAULAS**

**Artículo 350°.-** Para el uso de la jaula para el transporte de personal se debe cumplir con lo siguiente:

a) Deberá ser construida con piezas metálicas. Las paredes, pisos, techos y puertas deberán ser construidas de tal forma que impidan que las personas o materiales puedan asomar accidentalmente fuera de los límites de la jaula.

b) Queda prohibido el tránsito de las jaulas cuando haya personal trabajando en los compartimientos de los pozos o lumbreras en que ellas funcionan.

c) La velocidad de las jaulas para el transporte de personal no podrá exceder de ciento cincuenta (150) metros por minuto para piques de menos de doscientos (200) metros de profundidad. Para piques de mayor profundidad, esta velocidad no

debe exceder de doscientos cincuenta (250) metros por minuto, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

d) Queda prohibido transportar en las jaulas herramientas o materiales en forma simultánea con el personal.

e) El funcionamiento de la jaula no deberá iniciarse hasta que su puerta esté cerrada.

f) Las jaulas estarán provistas de dispositivos mecánicos de traba, amarras y demás dispositivos de seguridad para el transporte de personal y materiales.

g) Se colocarán carteles en lugares visibles de las estaciones y en el interior de la jaula indicando el número máximo de pasajeros que puedan ocuparla.

**Artículo 351°.-** El amarre y la unión entre la jaula y el cable tractor deben ser hechos de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes. Se probará, antes de transportar personal con una carga doble a la máxima que va a utilizarse en el trabajo.

**Artículo 352°.-** Cuando en la operación de izaje exista una parada de varias horas, como en el caso de cambio de guardia, la jaula debe ser bajada y subida vacía todo el trayecto del pique antes de transportar personal o carga. Asimismo, los implementos de seguridad de las instalaciones de izaje deberán ser probados al inicio de la guardia por los operadores, quienes comunicarán de inmediato cualquier deficiencia que encuentren.

**Artículo 353°.-** Antes de la puesta en operación, todo sistema de izaje debe ser sometido a las siguientes pruebas:

a) Si el sistema es nuevo:

1 Verificar los sistemas de seguridad eléctrico - mecánicos, automáticos y manuales, en el winche, en el castillo, en el pique y otros, como jaulas, baldes, sistemas de carga y descarga y otros.

2 El número máximo de personas que deberá transportar la jaula no excederá del 85% del peso máximo de materiales que pueda transportar, dividido entre 90.

3. Fijar la carga máxima de transporte de acuerdo a los factores de seguridad de los cables tractores.

b) Si el sistema es antiguo y estuvo parado por un tiempo considerable, los titulares deben inspeccionar el amarre entre la jaula o balde con el cable tractor y los vientos.

c) Efectuar una prueba real en vacío para comprobar el funcionamiento de los sistemas de traba "leonas". Esta prueba debe hacerse cada tres meses.

d) Se debe comprobar la operatividad del pique haciendo recorrer la jaula o el balde en vacío al cambio de cada guardia.

### **CABRESTANTES**

**Artículo 354°.-** Los cabrestantes que se empleen para mover jaulas con personal deberán tener los siguientes dispositivos de seguridad:

- a) Limitadores de velocidad, frenos manuales y automáticos.
- b) Indicadores de posición de las jaulas.
- c) Limitadores de altura y profundidad.

**Artículo 355°.-** Las jaulas y los baldes deben ser construidos con piezas y puertas metálicas.

a) Las jaulas estarán provistas de trabas "leonas", vientos y otros que impidan su caída libre por el pique.

b) La velocidad de la jaula que transporta personal no excederá de 150 metros por minuto en piques de menos de doscientos (200) metros de profundidad. Para piques de mayor profundidad la velocidad no debe exceder de doscientos cincuenta (250) metros por minuto.

c) Prohibir el transporte de personal junto con materiales o herramientas, al igual que el transporte del personal en baldes.

d) El movimiento de la jaula no se iniciará hasta que su puerta sea cerrada.

e) Está prohibido el tránsito de la jaula o el balde cuando hay personal trabajando en los compartimentos del pique.

f) Inspeccionar una vez por mes los sistemas de seguridad del winche, de la polea, del pique, del balde y la jaula, anotando sus observaciones en el Libro de Control correspondiente.

## ANEXO F

### CARACTERISTICAS DE LOS ACEROS Y ALUMINIOS

#### F.1 ACERO SAE/AISI 1020

**E 920 (BOHLER)**      **NORMAS:**  
    W.N° :1.1141  
    AISI :1020  
    DIN :CK-15

Tipo de aleación (%)	C	Si	Mn
	0.17	0.25	0.70

**Propiedades**                      Acero de cementación no aleado para piezas pequeñas, exigidas principalmente al desgaste y donde la dureza del núcleo no sea importante. Buena soldabilidad.

**Aplicaciones**                      Levas, uniones, bujes, pines, pivotes, partes prensadas ó troqueladas, pernos grado 3, ejes de transmisión con baja exigencia al torque.

**Tratamiento Térmico**                      Forjar:1150-850°C  
    Normalizar:890-920°C  
    Recocer:650-700°C  
    Enfriamiento lento en el horno  
    Cementar:880- 950°  
    Templar después de cementar al agua770-800°C  
    Dureza obtenible en la capa cementada:58 - 60 RC  
    Revenir:150- 200°C  
    Soldadura: Acero fácilmente soldable con electrodos BOHLER UTP-6020

#### CARACTERISTICAS MECANICAS EN ESTADO RECOCIDO

DUREZA BRINELL HB	LIMITE DE FLUENCIA N/mm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A LA TRACCION N/mm <sup>2</sup>	ELONGACION L=5d % LONG. TRANSV.	RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DVM JOULE LONG. TANG. TRANSV.	RESIST. A LA TRACCION EN ESTADO TEMPLADO N/mm <sup>2</sup>
143 máx.	235	410 - 520	20 - 19 máx.	48 - 31 - 24	480 - 620

#### INSTRUCCION PARA EL TORNEADO CON METAL DURO

##### CALIDAD BOHLERIT : SB 30

PROF. DE CORTE mm	0.5 a 1	1 a 4	4 a 8	>8
AVANCE mm/R	0.1 a 0.3	0.2 a 0.3	0.3 a 0.6	0.5 a 1.2

## F.2 ACERO SAE/AISI 1045

<b>H 1045 (BOHLER)</b>	<b>NORMAS:</b>			
	Nº Mat. :1.1191	DIN	:CK45	
	AISI :1042/1045	BS	:080M46	
	AFNOR :XC 45	SIS	:1660	
	JIS : S45C	UNI	:C 45	
	GOST :45	BOEHLER	:V495	

Tipo de aleación (%)	C	Si	Mn
	0.45	0.30	0.70

**Propiedades** Acero fino al carbono de alta calidad. Gran pureza lograda con un proceso especial de fabricación y estricto control de calidad.

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

**Tratamiento Térmico** Forjar: 1100-850°C, enfriamiento en el horno o en material termoaislante.  
 Normalizar: 840-870°C, enfriamiento al aire.  
 Recocer: 1650- 700°C, enfriamiento regulado en el horno. dureza después del recocido: máx. 1,90 Brinell.  
 Temple: al agua 820 - 850°C  
 Dimensiones menores : al aceite 830 - 860°C  
 Revenido: Según el uso 100 - 300°C  
 Nitruado: en baño de sal 580°C  
 SOLDADURA : Con soldadura especial de alta resistencia. Segun tamaño y complejidad del trabajo, se recomienda un precalentamiento. electrodos BÖHLER UTP6020 ó 6824LC.

Estado	CARACTERISTICAS MECANICAS				
	Diámetro mm.	Fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento (L=5d) min %	Contracción min. %
Natural	-	370	650	15	35
Recocido	16 - 100	340	650 - 750	17	35
	100 - 250	330	580 - 700	18	-
RECOMENDACIONES PARA EL TORNEADO CON PASTILLAS SOLDADAS					
Estado	Prof. de corte m.m.	Avance mm/Rev.	Calidad BOHLERIT	<	Calidad de corte m/min.
Bonificado	1 a 4	0.2 a 0.4	HB 05 HB 20	+	210 a 150
	4 a 8	0.3 a 0.6		+	160 a 110
Templado	1 a 4	0.2 a 0.4	HB 05 HB 20	+	50 a 30
	4 a 8	0.3 a 0.6		+	35 a 15



### F.3 NORMAS QUE REGULAN LA CALIDAD EN LA FABRICACION DE LOS ACEROS

La siguiente información ha sido tomada del Manual de Aceros Arequipa S.A.

Podemos decir que las normas representan un Lenguaje común para que se comuniquen:

<p>Fabricantes Compradores Vendedores Constructores Calculistas</p>
---

Cada país tiene sus normas, las más importantes están indicadas a continuación

SAE	ESTADOS UNIDOS
ASTM	ESTADOS UNIDOS
DIN	ALEMANIA
JIS	JAPON
BS	INGLATERRA
AFNOR	FRANCIA
ITINTEC	PERÚ
COVENIM	VENEZUELA
UNE	ESPAÑA
UNI	ITALIA
GOST	RUSIA

En el caso de los aceros para construcción las normas más comunes son:

ASTM A615 GRADO 60	Barras de construcción
ASTM A706	Barras de construcción soldables
ASTM A36	Perfiles de acero estructurales

Qué contiene un estándar?

Definiciones

sos

Composición Química

Propiedades Mecánicas

Dimensiones y tolerancias

Pesos y Tolerancias

Sistema de muestreo

Identificación

Empaquetamiento, etc.

### **NORMA SAE (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS)**

La norma SAE suministra un medio uniforme de designación de aceros. Los códigos SAE establecen rangos de composición química que deben de cumplir el acero para poder usar el prefijo SAE.

### **NORMA SAE**

La norma SAE J403e establece la composición química de los aceros al carbono SAE:

SAE 1005	SAE 1095
SAE 1110	SAE 12L14
SAE 1513	1572

La norma SAE J404F establece la composición química de los aceros aleados.

La norma J405b establece la composición química de los aceros aleados forjados.

## ESTRUCTURA DE LA CODIFICACION SAE (SAE J402b)

El primer dígito del código indica el tipo al cual pertenece el acero:

“1” indica un acero al carbono  
 “2” indica un acero al níquel  
 “3” indica un acero al cromo – níquel

En el caso de un simple acero aleado, el 2º dígito del código generalmente indica un aleante o combinación de aleantes y, algunas veces, el porcentaje aproximado del elemento aleante predominante.

Usualmente los últimos 2 ó 3 dígitos indican el contenido aproximado de carbono, en “puntos o centésimos de uno por ciento. Así el “SAE 5135” indica un acero al cromo de aproximadamente 1% de cromo (0,80 a 1,05%) y 0,35% de carbono (0,33% a 0,38%)

### Ejemplos:

ACEROS AL CARBONO (Mn = 1.0 % max.)	
1 0	X X
El “1” indica el acero al carbono	Contenido de carbono

### Ejemplos:

1. El acero SAE 1020, tiene los siguientes rangos de composición química

C	=	0,18 – 0,23 %
Mn	=	0,30 - 0,60 %
P	=	0,040 % max.
S	=	0,050 % max.
Si	=	0,035 % max

El código SAE nos indica SAE 1020

<b>S A E</b>	<b>1 0</b>	<b>2 0</b>
	Acero al carbono	Carbono = 0,20%

2. El acero SAE 1045, tiene la siguiente composición química:

C	=	0,43 – 0,49 %
Mn	=	0,60 – 0,90 %
P	=	0,040 % máximo
S	=	0,050 % máximo
Si	=	0,35 % máximo

El código SAE 1045 indica:

<b>S A E</b>	<b>1 0</b>	<b>4 5</b>
	Acero al carbono	Carbono = 0,45%

### ACEROS RESULFURADOS

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>X X</b>
acero al carbono carbono	acero resulfurado	contenido de carbono

Ejemplo:

El acero SAE 1116 tiene la siguiente composición química:

Carbono	=	0,14 – 0,16 %
Manganeso	=	1,10 – 1,40 %

Fósforo	=	0,040 % max.
Azufre	=	0,16 / 0,23 %

El código SAE 1116 indica:

<b>S A E</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1 6</b>
	Acero al carbono	Acero resulturado	Carbono = 0,16%

#### ACEROS RESULTURADOS Y REFOSFORADOS

<b>S A E</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>X X</b>
	Acero al carbono	Resulturado y refosforado	Contenido de carbono

Ejemplo SAE 1213

El acero 1213 tiene la siguiente composición química:

Carbono	=	0,13 % máximo
Manganeso	=	0,70 – 1,0 %
Fósforo	=	0,07 – 0,12 %
Azufre	=	0,24 – 0,33 %

El código SAE 1213 indica:

<b>S A E</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1 3</b>
	Acero al carbono	resulturado y refosforado	carbono = 0,13

**ACEROS AL MANGANESO**

<b>S A E</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>X X</b>
	Aceros al carbono	Al manganeso	Contenido de carbono

*Ejemplo:* SAE 1345

El acero 1345 tiene la siguiente composición química:

Carbono	=	0,43 – 0,48 %
Manganeso	=	1,60 – 1,90 %
Fósforo	=	0,035 %
Azufre	=	0,040 %
Silicio	=	0,20 % - 0,35 %

El código SAE que corresponde es el :

<b>S A E</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4 5</b>
	Acero al carbono	Al manganeso	Carbono = 0,45%

**ACEROS AL MOLIBDENO**

<b>S A E</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>XX</b>
	Acero al molibdeno	Molibdeno carbono	contenido de carbono

Ejemplo: SAE 4012

El acero SAE 4012 tiene la siguiente composición química:

Carbono	=	0,09 – 0,14 %
Manganeso	=	0,75 – 1,00 %
Fósforo	=	0,035 %
Azufre	=	0,040 %
Silicio	=	0,20 – 0,35 %
Molibdeno	=	0,15 – 0,25 %

El código SAE 4012 indica:

<b>S A E</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1 2</b>
	Acero al molibdeno	Molibdeno	Carbono = 0.12%

**ACERO AL CROMO**

<b>S A E</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1 5</b>
	Acero al cromo	Cromo	Contenido de carbono

Ejemplo: SAE 5015

El acero SAE 5015 tiene la siguiente composición química:

Carbono	=	0,12 – 0,17 %
Manganeso	=	0,30 – 0,50 %
Fósforo	=	0,035 % máximo
Azufre	=	0,040 % máximo
Silicio	=	0,20 – 0,35 %
Cromo	=	0,30 – 0,50 %



El código SAE 5015 indica:

<b>S A E</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1 5</b>
	Acero al cromo	Cromo	Carbono = 0,15 %

**NORMA ASTM**  
(AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS)

### Estructura del código ASTM

Está formado de la siguiente manera:

<b>A S T M</b>	<b>A 3 6 / A 3 6 M</b>	<b>-</b>	<b>9 6</b>	<b>a</b>
Norma	Código (sistema Inglés y Sistema Métrico)		Año de adopción	Revisión en año

### Ejemplos:

ASTM A 6 / A 6M -	9 6 b	Requerimientos generales para planchas, perfiles y láminas de acero estructural laminados.
	3º revisión en 1996	
ASTM A615/A615M -	9 a	Barras de acero deformado y lisa para refuerzo de concreto armado
	2º revisión año 1996	

Cuando el acero tiene varios grados, se indica el grado del acero a continuación de la norma. Ejemplos:

ASTM A615/A615M – 96 a Grado 60	ó	ASTM A572 /A572M – 94c Grado 50
---------------------------------	---	---------------------------------

Generalmente en estos casos el grado indica el valor del límite de fluencia en miles de libras por pulgada cuadrada (Kips). Así por ejemplo:

ASTM A615 /A615M 96a Grado 60 indica las barras de construcción con un límite de fluencia mínimo de 60 000 libras por pulgada cuadrada.

El acero ASTM A572/A572M-94c Grado 50 indica que el límite de fluencia mínimo de este acero estructural es de 50 000 libras por pulgadas al cuadrado.

Las normas ASTM de materiales establecen valores mínimos para:

Límite de fluencia Resistencia a la tracción Alargamiento Doblado
--

Ejemplo:

En el acero ASTM A 36 los valores mínimos establecidos por la norma son:

Límite de fluencia: 36 000 lbs/pulg <sup>2</sup> Resistencia a la tracción: 58 000 – 80 000 lbs /pulg <sup>2</sup> Alargamiento: 20 %
---

En el caso del alargamiento hay que indicar la distancia entre marcas que puede ser de 2" u 8".

### **Composición química**

Para efectos de garantizar la soldabilidad la norma ASTM establece valores máximos permisibles para el:

Carbono Manganeso Azufre Fósforo
---

Así por ejemplo la Norma ASTM A615 Grado 60 establece como límite máximo de fósforo de 0.050 %.

La norma ASTM A 36 establece valores mínimos siguientes:

S	=	0.050 % máximo
P	=	0.040 % máximo

La norma ASTM es la más utilizada internacionalmente y es esa la razón por la cual se ha hecho tantas referencias a ella en este capítulo.

Por ejemplo, la norma peruana para las barras de construcción es similar a la norma norteamericana ASTM - AGIS GR.60

La norma ASTM es la más utilizada internacionalmente y es esa la razón por la cual se ha hecho tantas referencias a ella en este capítulo.

Por ejemplo, la norma peruana para las barras para construcción es similar a la norma norteamericana ASTM - AGIS GR.60.

## **F4: CARACTERISTICAS DEL ALUMINIO**

### **Introducción:**

¿Por qué elijo el aluminio para un trabajo sobre propiedades mecánicas de los materiales?

El aluminio es un metal que reúne una serie de propiedades mecánicas excelentes dentro del grupo de los metales no férricos, de ahí su elevado uso en la industria.

Dentro del ciclo vital del aluminio, éste se encuentra actualmente en la etapa de madurez, es decir su producción está estabilizada desde hace un par de décadas, aunque en la industria de la automoción su uso es cada vez mayor. Esta aparente contradicción se debe a que está siendo sustituido por nuevos materiales, como los plásticos o los materiales compuestos, en aplicaciones en las que hasta ahora se había utilizado el aluminio. Esto mismo ocurre en mayor medida con los metales ferrosos, donde su producción sí ha disminuido, al verse sustituidos por los nuevos materiales o por el propio aluminio, es el caso de los automóviles o motocicletas, donde cada día aparecen más motos con bastidores de aluminio y coches con suspensiones, partes del chasis y carrocería fabricados con aluminio.

El aluminio, cuando se habla de aluminio se tiene en cuenta todas sus aleaciones, satisface como ningún otro metal las actuales demandas que se piden a un material estructural como son:

La ligereza, la densidad del aluminio (2,70 g/cm) es realmente baja comparada con la del hierro (7,90 g/cm).

La buena resistencia mecánica de algunas de sus aleaciones, incluso a altas temperaturas, lo que hace que esté logrando sustituir a aleaciones de titanio en el mundo aeronáutico, donde la ligereza unido a la resistencia mecánica son factores importantísimos.

Muy buena resistencia a la corrosión gracias a la película de alúmina, que se forma en su superficie de forma espontánea y lo protege de la corrosión.

Una propiedad cada vez más en alza como es la reciclabilidad donde el aluminio destaca especialmente, ya que si bien el aluminio es el metal más abundante en la corteza terrestre, el proceso de obtención del aluminio requiere una alta cantidad de energía en comparación con otros metales como puede ser el acero, pero esta cantidad de energía se reduce enormemente en el proceso de producción secundaria (reciclaje) para el caso del aluminio, provocando que la industria lo tenga muy en cuenta a la hora de ahorrar dinero en forma de energía.

Como propiedades físicas del aluminio caben resaltar, su alta conductividad térmica y eléctrica, esta última le hace adecuado para muchas aplicaciones dentro de la industria eléctrica, su baja temperatura de fusión unido a su elevada temperatura de ebullición hacen al aluminio muy idóneo para la fundición. El aluminio cristaliza en la red FCC (ó CCC) y no sufre cambios alotrópicos, lo que le confiere una alta plasticidad, aunque las propiedades mecánicas varían enormemente según sean los elementos aleantes y los tratamientos termomecánicos a los que se haya sometido el aluminio.

#### Aleantes y clasificación de las aleaciones del aluminio:

Las propiedades del aluminio dependen de un conjunto de factores, de estos, el más importante es la existencia de aleantes. Con la excepción del aluminio purísimo (99,99 % de pureza), técnicamente se utilizan sólo materiales de aluminio que contienen otros elementos. Aún en el aluminio purísimo, las impurezas (Fe y Si) determinan, en gran medida, sus propiedades mecánicas.

Los elementos aleantes principales del aluminio son: cobre (Cu), silicio (Si), magnesio (Mg), zinc (Zn) y manganeso (Mn):

En menores cantidades existen, frecuentemente, como impurezas o aditivos: hierro (Fe), cromo (Cr) y titanio (Ti). Para aleaciones especiales se adiciona: níquel (Ni), cobalto (Co), plata (Ag), litio (Li), vanadio (V), circonio (Zr), estaño (Sn), plomo (Pb), cadmio (Cd) y bismuto (Bi).

La clasificación del aluminio y sus aleaciones se divide en dos grandes grupos bien diferenciados, estos dos grupos son: forja y fundición. Esta división se debe a los diferentes procesos de conformado que puede sufrir el aluminio y sus aleaciones.

Dentro del grupo de aleaciones de aluminio forjado encontramos otra división clara, que es la del grupo de las tratables térmicamente y las no tratables térmicamente. Las no tratables térmicamente solo pueden ser trabajadas en frío con el fin de aumentar su resistencia.

A continuación aparecen dos cuadros con los grupos básicos para las aleaciones de forja y fundición, además hay unas designaciones para especificar el grado de endurecimiento que no serán comentadas por ser demasiado específicas y no venir al caso en el tema de este trabajo.

Conviene señalar que, dentro de las aleaciones para forja, los grupos principales de las no tratables térmicamente son: 1xxx, 3xxx y 5xxx. Dentro de las tratables térmicamente los grupos principales son: 2xxx, 6xxx y 7xxx. En esta última división, se encuentran las aleaciones de aluminio con mayores resistencias mecánicas, los grupos 2xxx y 7xxx, por lo que son las aleaciones más indicadas para

este trabajo. Al final de este, se hará una mención especial a estos dos grupos y sus características mecánicas.

A continuación se adjunta un cuadro con aleaciones de aluminio para forja y fundición con sus composiciones químicas y propiedades mecánicas más típicas. Especial mención, como se comentaba antes, a las aleaciones 2024 y 7075 que son muy utilizadas en situaciones que requieren máxima resistencia mecánica junto con ligereza.

### **Propiedades mecánicas:**

Las propiedades mecánicas o propiedades de resistencia mecánica sirven en la mayoría de los casos como base para dictaminar sobre un material metálico, con vistas a un fin de aplicación concreto. A continuación se da un resumen de las propiedades mecánicas más importantes del aluminio no sólo sometido a esfuerzo continuo sino también, oscilante y por golpe.

### **Dureza**

La mayoría de las veces se da en los materiales de aluminio la dureza Brinell, a causa de la sencillez de su determinación, los valores de la dureza Brinell se extienden desde HB=15 para aluminio purísimo blando hasta casi HB=110 para AlZnMgCu 1,5 endurecido térmicamente, es decir, aleación 7075. Los valores de la dureza determinados por otros métodos, como el Vickers o el de Knoop, apenas tienen significado práctico en este metal. De vez en cuando se utiliza la microdureza, una variante del método Vickers, para determinar la dureza de capas anodizadas.

### **Resistencia a la compresión, a la flexión, al corte y a la torsión**

En los materiales aluminicos se puede admitir que el valor del límite de aplastamiento 0,2% ( parámetro de la resistencia a la compresión ) es igual al valor del límite elástico 0,2% de tracción. La resistencia a la compresión o el límite de aplastamiento 0,2% tienen importancia principalmente en las piezas sometidas a compresión tales como cojinetes de fricción.

La resistencia a la flexión en las aleaciones de aluminio se tiene en cuenta para las de fundición, en aquellos casos en que, al realizar el ensayo de tracción no es posible determinar el límite elástico con suficiente exactitud a causa de su pequeño valor.

La resistencia al cizallamiento es importante para el cálculo de la fuerza necesaria para el corte y para determinadas construcciones. No existen valores normalizados. Generalmente está entre el 55 y 80 % de la resistencia a la tracción.

Casi nunca se determina la resistencia a la torsión, si se considera una distribución lineal de tensiones, puede considerársela igual a la resistencia al cizallamiento.

### **Características de resistencia a bajas temperaturas**

El comportamiento de los metales a bajas temperaturas depende fundamentalmente de la estructura de su red cristalina. El aluminio con su red FCC ( ó CCC ) tiene la misma estructura que el cobre, el níquel o los aceros austeníticos, por eso no se presentan nunca en las aleaciones de aluminio a temperaturas bajas las complicaciones ( rápido descenso de la resiliencia, entre otras ) que tienen lugar en los metales BCC, sobretodo en los aceros ferríticos.

En las dos primeras figuras se representan la variación de la resistencia a la tracción, del límite 0,2% y del alargamiento de rotura del aluminio puro a bajas temperaturas. En las siguientes tres figuras se representa la influencia de la temperatura hasta -196 C, sobre las propiedades resistentes de algunas aleaciones AlMg y AlMgMn en estado blando.

### **Resistencia a la fatiga**

La fatiga depende de una serie de factores. Además de la composición, estado y procedimiento de obtención del material, hay que considerar la clase y frecuencia de las sollicitaciones y, especialmente, la configuración de los elementos constructivos (distribución de fuerzas, tensiones máximas, superficie). La denominación "resistencia a la fatiga" se utiliza como concepto genérico para todos los casos de sollicitud alternativas.

Para el aluminio el límite de ciclos de carga está fijado en 10. Los ensayos se hacen casi siempre con 5 10 ciclos. Los resultados de los ensayos de fatiga alternativa presentan siempre una dispersión que no se disminuye aunque se utilicen métodos más precisos de medición. Se deben, principalmente, a contingencias casuales que intervienen al originarse la primera fisura y prosiguen en las fases iniciales de su expansión.

Influencia del material. La resistencia a la fatiga se aumenta mediante la formación de soluciones cristalinas, la conformación en frío y el endurecimiento. En las aleaciones de aluminio para laminación y forja existe una clara diferencia entre las no endurecibles y las endurecibles. Esto se manifiesta en el siguiente gráfico, donde la aleación AlMg es la no endurecible térmicamente y la AlZnMgCu es la endurecible térmicamente.



## **Mecánica de la rotura. Tenacidad**

El comportamiento en cuanto a la resistencia a la rotura de un material es importante. En los elementos de construcción se presupone que existen siempre fisuras de un determinado tamaño y que se dimensionan los elementos de tal modo que estas fisuras no sobrepasan una magnitud crítica, dentro de un período de vida previsto y sobre todo, que no aumenten de modo inestable. La carga puede ser monótona estática u oscilante. También se puede tener en cuenta la carga de fluencia (método más apropiado para los materiales de aluminio) o las grietas de corrosión bajo tensión.

El valor característico utilizado con más frecuencia es el de la tenacidad a las fisuras  $K$ , definido para el estado de tensiones uniforme como la concentración de tensiones crítica en la punta de la fisura, que ocasiona la continuación del crecimiento de la misma. Los valores altos de  $K$  significan alta tenacidad, siendo favorables, cuando también son elevados los valores de resistencia a la tracción y el límite elástico.

Entre los valores de resistencia habituales obtenidos del ensayo de tracción y la tenacidad a las fisuras no existe, en general, ninguna dependencia. Desde el punto de vista cualitativo, la tenacidad a las fisuras desciende al aumentar la resistencia. El objetivo de la investigación de los materiales es desarrollar los que tengan más resistencia y al mismo tiempo mayor tenacidad a la rotura.

### **Influencia de los tratamientos térmicos y mecánicos en las propiedades mecánicas**

**Deformación en frío:** la resistencia a la tracción, el límite elástico 0,2% y la dureza aumentan por deformación en frío, mientras que el alargamiento a la rotura y la estricción a la rotura, disminuyen. El curso típico, en función del grado de deformación.

Se reconoce en ella que el límite elástico 0,2% sube con la deformación en frío más fuertemente que la resistencia a la tracción, aproximándose cada vez más a esta de modo que se llega casi a una rotura por fragilidad sin deformación, lo que supone que la deformación en frío tiene sus limitaciones. El comportamiento en cuanto al aumento de resistencia por deformación en frío depende de la composición. También juegan un papel importante el estado de la estructura antes de la deformación y el tipo de deformación, la velocidad y la temperatura de trabajo.

Mediante la deformación en frío se pueden modificar también otras características como la conductividad eléctrica, que disminuye muy poco. La influencia de una deformación en frío sobre la resistencia a la corrosión es escasa.

**Ablandamiento:** mediante recocido a elevadas temperaturas se elimina la acritud en los metales deformados en frío, lo que supone, que el aumento de la resistencia conseguida con la deformación en frío, se puede aminorar en mayor o menor medida. Una eliminación total de la acritud hasta conseguir el estado inicial se produce cuando el recocido se realiza a temperaturas por encima del umbral de la recristalización. A temperaturas por debajo de este umbral aparece solamente una eliminación parcial del ablandamiento (regeneración). La siguiente figura muestra una curva típica de ablandamiento basada en el curso de la curva de resistencia a la tracción, del límite elástico 0,2% y del alargamiento a la rotura para AlMg3 como función de la temperatura de recocido para una duración constante de recocido. Bajo estas circunstancias se supone que comienza la recristalización a unos 240 C. El curso exacto de la curva de ablandamiento depende, además del material, muy fuertemente del nivel de la deformación en frío sufrida. Otras magnitudes que influyen son: el tiempo de recocido, la velocidad de calentamiento y el estado de la estructura antes de la conformación, es decir, los tratamientos térmicos y mecánicos sufridos, a los que se le puede añadir el procedimiento de fundición que se haya seguido en el material de partida.

**Recocido de ablandamiento, estabilización:** el recocido de ablandamiento sirve para transformar materiales a un estado de resistencia muy baja y alto alargamiento. Se realiza de ordinario para facilitar trabajos de conformación o para hacerlos posible. En los materiales endurecidos en frío, el recocido de ablandamiento consiste en un recocido de recristalización, habiendo de tenerse en cuenta el tamaño de grano, la duración del recocido, el nivel del grado de deformación en frío y los recocidos intermedios.

**Normalizado:** el normalizado sirve para la eliminación de tensiones propias, que pueden surgir debido a un rápido enfriamiento de las piezas al colarlas, por enfriamiento rápido después del proceso de endurecimiento o por trabajo mecánico. Debido a las tensiones propias, pueden producirse deformaciones en las piezas.

Las temperaturas a aplicar en el normalizado térmico son relativamente bajas, ya que de otro modo hay que contar con una merma de la resistencia mecánica no tolerable.

El tratamiento de normalizado es tanto más activo cuando más alta es la temperatura y más largo el tiempo de recocido, aunque deben tenerse en cuenta las posibles modificaciones permanentes de las propiedades del material. El normalizado debe realizarse siempre antes de mecanizar la pieza o al menos antes de la última operación, debido a que está ligada a una deformación permanente.

**Recocido total, homogeneización:** con los recocidos totales se pretende conseguir una eliminación de las tensiones propias del producto fundido, un equilibrio de los granos segregados y una disolución de los constituyentes estructurales eutécticos en los bordes de los mismos. Además el recocido total sirve con frecuencia para conseguir una disgregación regular de elementos disueltos en

estado de sobresaturación, especialmente Mn y Fe, que influyen sobre el comportamiento en la recristalización y en la conformabilidad en caliente. Finalmente en las aleaciones endurecibles se consigue disolver los elementos de aleación que provocan el endurecimiento. Estos se depositan de nuevo, en el siguiente enfriamiento, que no suele ser rápido. Además si se realiza correctamente el proceso, la distribución tiene lugar de tal forma que, mediante un temple posterior, la disolución tiene lugar de forma rápida y total.

El recocido total puede colaborar, por lo tanto, a la disminución de las fuerzas necesarias para la conformación en caliente, a una tendencia hacia el ablandamiento uniforme y recocido de ablandamiento y a un mejoramiento de la conformabilidad en frío.

**Endurecimiento por precipitación:** es el tratamiento térmico más importante que se aplica a las aleaciones de aluminio. Este tratamiento eleva notablemente la resistencia mecánica de las aleaciones de aluminio endurecibles por tratamiento térmico.

El endurecimiento por precipitación tiene lugar, fundamentalmente en tres fases:

- Por calentamiento a temperatura elevada se disuelven en la solución sólida de aluminio la mayor parte de los componentes de la aleación, que provocan el endurecimiento ( recocido de disolución ).
- Por enfriamiento rápido, la solución sólida, enriquecida en estos componentes de la aleación se transforma, en primer lugar, en un estado sobresaturado (temple).
- Por permanencia, a la temperatura ambiente o a una temperatura más elevada, se producen precipitaciones de la solución sólida sobresaturada, que provocan un aumento de la resistencia a la tracción, del límite elástico 0,2% y de la dureza (envejecimiento o maduración).

### **Influencia de la sollicitación**

Al juzgar los valores de la resistencia a la fatiga se ha de tener en cuenta el tipo de sollicitación (tracción, compresión, flexión alternativa o rotativa) y, ante todo, la posición de la tensión media o la relación de tensiones respectivamente. Además, se ha de observar atentamente si se da la amplitud de resistencia a la fatiga o a la máxima tensión superior.

Además de los anteriores factores, también influyen en la resistencia a la fatiga, los máximos de tensión o efectos de entalladura, el estado superficial y del ambiente, la soldadura y la temperatura.

### **Resistencia en el ensayo de tracción**

Los importantísimos valores característicos que se obtienen en el ensayo de tracción para juzgar las propiedades resistentes de los materiales metálicos en general, son aplicables a los materiales de aluminio. Generalmente estos valores son el límite elástico 0,2%, la resistencia máxima a la tracción, el alargamiento a la rotura, así como la estricción de ruptura.

En general, la resistencia aumenta con el aumento en elementos de aleación. Los dominios de la resistencia en cada aleación surgen, ante todo, como consecuencia de los aumentos de resistencia que se consiguen por deformación en frío o endurecimiento por tratamiento térmico. Los distintos elementos de aleación actúan de modo muy diferente en cuanto al aumento de resistencia.

Al aumentar la resistencia, aumenta el límite 0,2% más deprisa que la resistencia a la tracción, independientemente del mecanismo que motive el aumento de la resistencia. Este aumento se nota especialmente cuando el aumento de resistencia tiene lugar por deformación en frío. En general no se desean altas relaciones entre los límites elásticos (límite 0,2% y resistencia máxima) ya que expresan un comportamiento relativamente quebradizo del material, razón fundamental por la que no se puede aumentar de forma arbitraria la resistencia de un material metálico.

### **Propiedades resistentes a temperaturas elevadas**

Al aumentar la temperatura, disminuyen la resistencia a la tracción, el límite elástico y la dureza, en tanto que, en general, aumenta el alargamiento de rotura y la estricción de rotura. El factor tiempo juega un papel esencial en la determinación de valores de resistencia para altas temperaturas. Esta influencia se exterioriza de dos maneras:

#### **Cambios de estado**

Bajo la influencia de temperaturas elevadas se pueden producir modificaciones permanentes en la estructura de los materiales que han experimentado endurecimiento por deformación en frío, estas traen consigo una disminución de la resistencia mecánica.

## **Procesos de fluencia**

A temperaturas elevadas el material puede experimentar deformaciones lentas bajo la acción de cargas en reposo, aumentando la velocidad en el cambio de forma con el incremento de la temperatura y de la tensión. Al mismo tiempo pueden surgir tensiones por debajo de la resistencia a la tracción o del límite elástico 0,2%.

## **Características de resistencia a bajas temperaturas**

El comportamiento de los metales a bajas temperaturas depende fundamentalmente de la estructura de su red cristalina. El aluminio con su red FCC ( ó CCC ) tiene la misma estructura que el cobre, el níquel o los aceros austeníticos, por eso no se presentan nunca en las aleaciones de aluminio a temperaturas bajas las complicaciones ( rápido descenso de la resiliencia, entre otras ) que tienen lugar en los metales BCC, sobretodo en los aceros ferríticos.

En las dos primeras figuras se representan la variación de la resistencia a la tracción, del límite 0,2% y del alargamiento de rotura del aluminio puro a bajas temperaturas. En las siguientes tres figuras se representa la influencia de la temperatura hasta -196 C, sobre las propiedades resistentes de algunas aleaciones AlMg y AlMgMn en estado blando.

## **Resistencia a la fatiga**

La fatiga depende de una serie de factores. Además de la composición, estado y procedimiento de obtención del material, hay que considerar la clase y frecuencia de las sollicitaciones y, especialmente, la configuración de los elementos constructivos (distribución de fuerzas, tensiones máximas, superficie). La denominación "resistencia a la fatiga" se utiliza como concepto genérico para todos los casos de sollicitud alternativas.

Para el aluminio el límite de ciclos de carga está fijado en 10. Los ensayos se hacen casi siempre con 5 a 10 ciclos. Los resultados de los ensayos de fatiga alternativa presentan siempre una dispersión que no se disminuye aunque se utilicen métodos más precisos de medición. Se deben, principalmente, a contingencias casuales que intervienen al originarse la primera fisura y prosiguen en las fases iniciales de su expansión.

Influencia del material. La resistencia a la fatiga se aumenta mediante la formación de soluciones cristalinas, la conformación en frío y el endurecimiento. En las aleaciones de aluminio para laminación y forja existe una clara diferencia entre las no endurecibles y las endurecibles.

Influencia de la sollicitación. Al juzgar los valores de la resistencia a la fatiga se ha de tener en cuenta el tipo de sollicitación (tracción, compresión, flexión alternativa o rotativa )y, ante todo, la posición de la tensión media o la relación de tensiones respectivamente. Además, se ha de observar atentamente si se da la amplitud de resistencia a la fatiga o a la máxima tensión superior.

Además de los anteriores factores, también influyen en la resistencia a la fatiga, los máximos de tensión o efectos de entalladura, el estado superficial y del ambiente, la soldadura y la temperatura.

### **Mecánica de la rotura. Tenacidad**

El comportamiento en cuanto a la resistencia a la rotura de un material es importante. En los elementos de construcción se presupone que existen siempre fisuras de un determinado tamaño y que se dimensionan los elementos de tal modo que estas fisuras no sobrepasan una magnitud crítica, dentro de un período de vida previsto y sobre todo, que no aumenten de modo inestable. La carga puede ser monotonamente estática u oscilante. También se puede tener en cuenta la carga de fluencia ( método más apropiado para los materiales de aluminio) o las grietas de corrosión bajo tensión.

El valor característico utilizado con más frecuencia es el de la tenacidad a las fisuras  $K$ , definido para el estado de tensiones uniforme como la concentración de tensiones crítica en la punta de la fisura, que ocasiona la continuación del crecimiento de la misma. Los valores altos de  $K$  significan alta tenacidad, siendo favorables, cuando también son elevados los valores de resistencia a la tracción y el límite elástico.

Entre los valores de resistencia habituales obtenidos del ensayo de tracción y la tenacidad a las fisuras no existe, en general, ninguna dependencia. Desde el punto de vista cualitativo, la tenacidad a las fisuras desciende al aumentar la resistencia. El objetivo de la investigación de los materiales es desarrollar los que tengan más resistencia y al mismo tiempo mayor tenacidad a la rotura.

### **Resistencia al desgaste**

La resistencia a la abrasión o al desgaste de los materiales de aluminio es particularmente baja en el rozamiento en seco. No existe relación entre dureza y resistencia mecánica por un lado y resistencia a la abrasión por el otro.

Los materiales de aluminio sometidos a rozamiento, en determinadas circunstancias de funcionamiento, muestran un comportamiento aceptable como prueban las numerosas aplicaciones que tienen en cojinetes de fricción y émbolos. Debe mencionarse también que el desgaste se puede reducir drásticamente por un tratamiento superficial apropiado.



## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ALEACIONES COMERCIALES DE ALUMINIO DE FORJA



Normas EN AW	Denominaciones ALU-STOCK	% Si	% Fe	% Cu	% Mn	% Mg	% Zn	% Ti	% Pb	% Cr	% Otros	% Al	
1050 A	Puralitok 99.50	0,25	0,40	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05			0,03	99,50	
1080	Puralitok 99.80	0,25	0,35	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03			0,03	99,60	
1080	Puralitok 99.80	0,15	0,15	0,03	0,02	0,02	0,06	0,03		Ga 0.03	V 0.05	99,80	
1100	Puralitok 99.10	0.95 Si+Fe		0.05-0.20	0.05		0.10					99,00	
1200	Puralitok 99.00	10 S.+Fe		0.05	0.05		0.10	0.05				99,00	
1390	Elect-pural 99.5	0,10	0,40	0,05	0,01		0,05				0.05 B 0.02 V+Ti	0,03	99,50
2007	Cobrealitok 07	0,80	0,80	3.30-4.60	0.50-1.00	0.40-1.80	0.80	0.20	0.80-1.50		Bi 0.20	0.30	Resio
2011	Cobrealitok 11	0.40	0.70	5.00-6.00			0.30		0.20-0.60	0.01	Bi 0.20-0.60	0.15	*
2014	Cobrealitok 14	0.50-1.20	0.70	3.90-5.00	0.40-1.20	0.20-0.80	0.25	0.15		0.10		0.15	*
2018	Cobrealitok 18	0.50-0.90	0.50	3.90-5.00	0.40-1.20	0.40-0.80	0.25	0.15		Bi 0.2-0.6	0.20 Zr + Ti	0.15	*
2017 A	Cobrealitok 17	0.20-0.80	0.70	3.50-4.50	0.40-1.00	0.40-1.00	0.25	0.15		0.10	0.25 Zr + Ti	0.15	*
2024	Cobrealitok 24	0.50	0.50	3.80-4.90	0.30-0.90	1.20-1.80	0.25	0.15		0.10	0.25 Zr + Ti	0.15	*
2618 A	Cobrealitok 18	0.15-0.25	0.90-1.40	1.80-2.70	0.25	0.40-0.80	0.15	0.20	Ni (0.8-1.4)	0.10	0.25 Zr + Ti	0.15	*
2030	Cobrealitok 30	0.80	0.70	3.30-4.50	0.20-1.00	0.50-1.30	0.50	0.20	0.80-1.50	0.10	Bi 0.20	0.15	*
3003	Almantok 3003	0.60	0.70	0.05-0.20	1.00-1.50		0.10	-Zr 0.20		0.10		0.15	*
3004	Almantok 3004	0.30	0.70	0.25	1.00-1.50	0.80-1.30	0.25					0.15	*
3104	Almantok 3104	0.60	0.80	0.05-0.25	0.8-1.4	0.80-1.30	0.25	0.10			0.05	0.15	*
3005	Almantok 3005	0.60	0.70	0.30	1.0-1.5	0.2-0.6	0.25	0.10		0.10	0.05 V	0.15	*
3105	Almantok 3105	0.60	0.70	0.30	0.30-0.80	0.20-0.80	0.40	0.10		0.20		0.15	*
5005	Magnealitok 10	0.30	0.45	0.05	0.15	0.70-1.10	0.20			0.10		0.15	*
5050	Magnealitok 15	0.40	0.70	0.20	0.10	1.10-1.80	0.25	0.15		0.10		0.15	*
5052	Magnealitok 25	0.25	0.40	0.10	0.10	2.20-2.80	0.10	0.20		0.15-0.35		0.15	*
5058	Magnealitok 50	0.30	0.40	0.10	0.05-0.20	4.50-6.80	0.20			0.05-0.20		0.15	*
5083	Magnealitok 45	0.40	0.40	0.10	0.40-1.00	4.00-4.90	0.25	+Zr 0.20		0.05-0.25		0.15	*
5088	Magnealitok 40	0.40	0.50	0.10	0.20-0.70	3.50-4.50	0.25	-Zr 0.20		0.05-0.25		0.15	*
5154 A	Magnealitok 35	0.50	0.50	0.10	0.50	3.10-3.90	0.20	+Zr 0.20		0.15-0.35		0.15	*
5251	Magnealitok 20	0.40	0.50	0.15	0.10-0.50	1.70-2.40	0.15	0.15		0.15		0.15	*
5454	Magnealitok 31	0.25	0.40	0.10	0.50-1.00	2.40-3.60	0.25	0.20		0.05-0.20		0.15	*
5754	Magnealitok 30	0.40	0.40	0.10	0.50	2.60-3.60	0.15	0.15		0.30	0.1-0.6Mn+Cr	0.15	*
6005 A	Simagalitok 05	0.50-0.90	0.35	0.10	0.30	0.40-0.70	0.20	0.10		0.30	0.12-0.5 Mn+Cr	0.15	Resio
6012	Simagalitok 12	0.60-1.40	0.50	0.10	0.40-1.00	0.60-1.20	0.30	0.30	0.40-2.0	0.30	Bi 0.7	0.15	*
6060	Simagalitok 60	0.30-0.60	0.10-0.30	0.10	0.10	0.35-0.60	0.15	0.10		0.05		0.15	*
6081	Simagalitok 81	0.40-0.80	0.70	0.15-0.40	0.15	0.80-1.20	0.25	0.15		0.04-0.35		0.15	*
6063	Simagalitok 63	0.20-0.60	0.35	0.10	0.10	0.45-0.90	0.10	0.10		0.10		0.15	*
6082	Simagalitok 82	0.70-1.30	0.50	0.10	0.40-1.00	0.80-1.20	0.20	0.10		0.25		0.10	*
6101	Simagalitok 01	0.30-0.70	0.50	0.10	0.03	0.35-0.80	0.10					0.15	*
6106	Simagalitok 06	0.30-0.60	0.35	0.25	0.05-0.20	0.40-0.8	0.20	0.10		0.20		0.15	*
6181	Simagalitok 81	0.80-1.20	0.45	0.10	0.15	0.60-1.00	0.20			0.10		0.15	*
6262	Simagalitok 62	0.40-0.80	0.70	0.15-0.40	0.15	0.80-1.20	0.25		0.40-0.70	0.04-0.14	Bi 0.4-0.7	0.15	*
6351	Simagalitok 51	0.70-1.30	0.50	0.10	0.40-0.80	0.40-0.80	0.20	0.20				0.15	*
7003	Alzintok 03	0.30	0.35	0.20	0.30	0.50-1.00	5.00-6.50	+Zr 0.20		0.10-0.35		0.15	*
7020	Alzintok 20	0.35	0.40	0.20	0.05-0.50	1.00-1.40	4.00-5.00	Zr0.09-0.25		0.10-0.30	Ga 0.08-0.2	0.15	*
7022	Alzintok 22	0.50	0.50	0.50-1.00	0.10-0.40	2.60-3.70	4.30-5.20	+Zr 0.20				0.15	*
7049 A	Alzintok 49	0.40	0.50	1.20-1.90	0.50	2.10-3.10	7.20-8.40	+Zr 0.25		0.05-0.25		0.15	*
7050	Alzintok 50	0.12	0.15	1.90-2.50	0.10	2.00-2.70	5.90-6.90	0.06		0.04		0.15	*
7075	Alzintok 75	0.40	0.50	1.20-2.00	0.30	2.10-2.90	5.10-6.10	+Zr 0.20				0.15	*
7175	Alzintok 175	0.15	0.20	1.20-2.00	0.10	2.10-2.90	5.1-6.1	+Zr 0.20		0.18-0.28		0.15	*
	Alzintok 175	0.12	0.15	1.50-2.60	0.10	1.80-2.80	5.70-6.70	0.06		0.05	Zr 0.08-0.15	0.15	*



## PROPIEDADES MEDIAS DEL ALUMINIO FRENTA A OTROS METALES



MATERIAL Y ALEACIONES	PROPIEDADES MECÁNICAS					PROPIEDADES FÍSICAS				
	Características a la tracción			Resist. a la cizalladura	Módulo elástico	Peso específico	Coefic. de dilatac. a 100°C	Conductividad		
	Rm	Rp 0,2	A 5,56					Térmica	Eléctrica	
	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	g/cm <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup> /K	W/m °C	% IACS	

### ALUMINIO Y ALEACIONES

1050 - H24	Semiduro	120	100	11	75	69.000	2,70	23,6	231	61,6
1200 - 0	Recocido	90	-	40	65	69.000	2,71	24,3	222	59,5
3003 - 0	Recocido	115	-	40	75	69.000	2,73	23,9	180	50
3003 - H18	Duro	220	190	7	110	69.000	2,73	23,9	154	40
5754 - H38	Recocido	220	190	23	130	71.000	2,66	23,8	125	35,3
5754 - H38	Semiduro	310	270	5	165	71.000	2,66	23,8	125	31
5083 - 0	Recocido	300	140	18	180	71.000	2,67	24,5	120	28,3
5083 - H34		375	285	9	-	71.000	2,67	24,5	120	28,3
6061 - 0		120	60	28	80	69.000	2,70	23,2	156	-
6061 - T6		310	270	13	200	69.000	2,70	23,2	156	43,1
2017 - T4		390	245	14	260	74.000	2,73	23,0	134	-
2024 - T4		460	320	18	290	73.000	2,77	23,6	121	30
7020 - T6		350	290	10	250	71.500	2,78	23,0	140	37,5
7075 - T6		540	480	11	330	72.000	2,80	23,5	130	34

### ACERO INOXIDABLE

AISI 304	***	185	45	470	203.000	7,9	17,3	17	2,4
AISI 305	***	175	45	470	203.000	7,9	17,3	17	2,4
AISI 316	***	205	40	470	203.000	7,9	17,3	17	2,4

### BRONCE

Recocido		150	60	-	112.000	8,8	17,2	79	18
Duro		525	10	-	112.000	8,8	17,2	79	18

### COBRE

Recocido		70	45	160	119.000	8,9	16,4	388	100
Duro		315	6	195	119.000	8,9	16,4	-	-

### HIERRO

De fundición gris		175	0,5	305	98.000	7,1	10,1	50	2
Acero laminado		265	30	315	196.000	7,8	11,7	58	12
Acero duro		875	15	470	203.000	7,8	17,3	17	2,1

### MONEL

Recocido		560	245	40	320	162.000	8,8	14	3,6
Duro		770	700	8	610	162.000	8,8	14	3,6

## ANEXO G

## LISTA DE PARTES DEL SKIP/JAULA

ITEM	CODIGO	CANT,	DESCRIPCION	PLANO REF.
1	RG01	4	PLANCHA DE PARED DE SOPORTE DE R.G.	BM-005/05-CA1,1-002-003
2	RG02	4	PLANCHA BASE DE SOPORTE DE R.G.	BM-005/05-CA1,1-002-003
3	RG03	4	CARTELA CENTRAL DE SOPORTE DE R.G.	BM-005/05-CA1,1-002-003
4	RG04	4	CARTELA VENTRAL. SOSTEN DE R.G.	BM-005/05-CA1,1-002-003
5	RG05	8	CARTELA LATERAL DE SOPORTE DE R.G.	BM-005/05-CA1,1-002-003
6	RG06	4	CARTELA ATIEZADORA DE SOPORTE DE R.G.	BM-005/05-CA1,1-002-003
7	RG07	12	RUEDA GUIA	BM-005/05-CA1,1-002-014
8	RG08	12	PIN DE RUEDA GUIA	BM-005/05-CA1,1-002-014
9	RG09	24	RODAMIENTO 6006 ZZ	BM-005/05-CA1,1-002-014
10	RG10	12	TUERCA 1" NF-2	BM-005/05-CA1,1-002-014
11	RG11	12	ARANDELA PLANA 1"	BM-005/05-CA1,1-002-014
12	RG12	12	ARANDELA PLANA 3/4"	BM-005/05-CA1,1-002-014
13	RG13	12	TUERCA 3/4" NF-2	BM-005/05-CA1,1-002-014
14	RG14	12	TAPA	BM-005/05-CA1,1-002-014
15	SS01	1	GUARDACABLE	BM-005/05-CA1,1-002-010
16	SS02	1	PIN DE GUADACABLE	BM-005/05-CA1,1-002-014
17	SS03	1	RESORTE SEMIELIPTICO	BM-005/05-CA1,1-002-018
18	SS04-A	2	LEONA DE SEGURIDAD (DERECHA)	BM-005/05-CA1,1-002-010
19	SS04-B	2	LEONA DE SEGURIDAD (IZQUIERDA)	BM-005/05-CA1,1-002-010
20	SS05	2	EJE DE ACCIONAMIENTO	BM-005/05-CA1,1-002-010
21	SS06	4	SOPORTE DE EJE DE LEONAS	BM-005/05-CA1,1-002-010
22	SS07	4	BOCINA DE SOPORTE DE EJE DE LEONAS	BM-005/05-CA1,1-002-010
23	SS08	4	TAPA DE LEONA	BM-005/05-CA1,1-002-010
24	SS09	2	CUBO CENTRAL DE EJE DE LONAS	BM-005/05-CA1,1-002-010
25	SS10	4	BRAZO ARTICULADOR	BM-005/05-CA1,1-002-010
26	SS11	4	BOCINAS DE BRAZO ARTICULADOR	BM-005/05-CA1,1-002-010
27	SS12	2	CRUCETA	BM-005/05-CA1,1-002-004
28	SS13	2	SEPARADOR DE CRUCETA	BM-005/05-CA1,1-002-014
29	SS14	2	PIN ARTICULADOR DE RESORTE	BM-005/05-CA1,1-002-014
30	SS15	2	PIN ARTICULADOR DE BRAZO SOPORTE DE RESORTE	BM-005/05-CA1,1-002-014
31	SS16	2	PIN SUPERIOR DE BRAZO ARTICULADOR	BM-005/05-CA1,1-002-014
32	SS17	2	PIN INFERIOR DE BRAZO ARTICULADOR	BM-005/05-CA1,1-002-014
33	SS18	2	BOCINA DE BRAZO SOPORTE DE RESORTE	BM-005/05-CA1,1-002-014
34	SS19	4	SEPARADOR DE BRAZO SOPORTE	BM-005/05-CA1,1-002-014
35	SS20	4	BRAZO SOPORTE DE RESORTE	BM-005/05-CA1,1-002-014
36	SS21	2	BOCINA DE CRUCETA	BM-005/05-CA1,1-002-014

ITEM	CODIGO	CANT,	DESCRIPCION	PLANO REF.
37	SS22	4	OREJA DE CUBO CENTRAL DE EJE DE LEONAS	BM-005/05-CA1,1-002-014
38	SS23	1	TUERCA 1 1/2" NC-2	BM-005/05-CA1,1-002-010
39	SS24	2	CHAVETA DE CUBO CENTRAL EJE DE LEONAS	BM-005/05-CA1,1-002-010
40	SS25	4	CHAVETA DE LEONAS	BM-005/05-CA1,1-002-010
41	SS26	1	SUPLE DE RESORTE	BM-005/05-CA1,1-002-018
42	SS27	1	SUPLE DE RESORTE	BM-005/05-CA1,1-002-018
43	SS28	1	PERNO CENTRAL DE RESORTE	BM-005/05-CA1,1-002-018
44	PN01	2	RODILLO O POLIN	BM-005/05-CA1,1-002-013
45	PN02	2	EJE DE POLIN	BM-005/05-CA1,1-002-013
46	PN03	2	ARANDELA 1"	BM-005/05-CA1,1-002-013
47	PN04	2	TUERCA 1" NF-2	BM-005/05-CA1,1-002-013
48	PN05	2	PLANCHA BASE DE EJE DE POLIN	BM-005/05-CA1,1-002-013
49	PN06	2	TAPA SUPERIOR DE POLIN	BM-005/05-CA1,1-002-013
50	PN07	2	TAPA INFERIOR DE POLIN	BM-005/05-CA1,1-002-013
51	PN08	4	RODAMIENTO 32211A	BM-005/05-CA1,1-002-013
52	BA01	2	PLANCHA LATERAL DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
53	BA02	2	ANGULO DE REFUERZO DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
54	BA03	2	CANAL DE REFUERZO DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
55	BA04	4	ANGULO DE REFUERZO DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
56	BA05	2	ANGULO DE REFUERZO DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
57	BA06	2	CANAL DE REFUERZO DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
58	BA07	3	CANAL DE REFUERZO DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
59	BA08	1	CANAL DE REFUERZO DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
60	BA09	2	PLANCHA TRANCISION DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
61	BA10	1	PLANCHA POSTERIOR DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
62	BA11	1	PLANCHA FRONTAL DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
63	BA12	1	PLANCHA INFERIOR DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-008
64	BA13	2	PLANCHA LATERAL DE BALDE EN JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-008
65	BA14	2	PLATINA DE REFUERZO UNION BALDE Y JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-008
66	BA15	4	PLANCHA DE UNION ENTRE BALDE Y SOPORTE	BM-005/05-CA1,1-002-011
67	BA16	2	PLANCHA SOPORTE DE PIN DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-011
68	BA17	2	PLANCHA SOPORTE DE PIN DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-011
69	BA18	2	PIN DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-016
70	BA19	2	BOCINA DE BRAZO DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-016
71	BA20	2	PLANCHA SOPORTE DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-011
72	BA21	2	BRAZO DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-009
73	BA22	1	PLANCHA FRONTAL DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-009
74	BA23	4	CANAL DE REFUERZO DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-009
75	BA24	2	CANAL DE REFUERZO DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-009
76	BA25	1	CANAL DE REFUERZO DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-009
77	BA26	1	BRAZO DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1,1-002-015
78	BA27	1	PIN PIVOTE DE BRAZO DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1,1-002-014





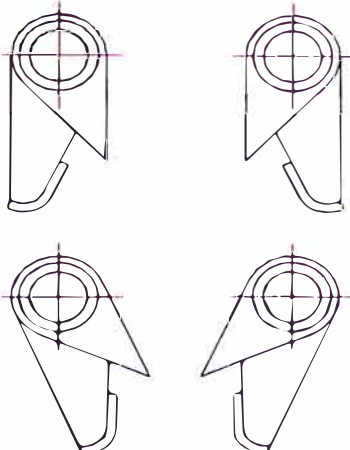
ITEM	CODIGO	CANT,	DESCRIPCION	PLANO REF.
79	BA28	2	OREJA GUIA DE PIN PIVOTE	BM-005/05-CA1,1-002-014
80	BA29	1	SUPLE DE OREJA GUIA	BM-005/05-CA1,1-002-014
81	BA30	1	BOCINA DE PIN DE BRAZO DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1,1-002-014
82	BA31	1	TUERCA DE PIN DE BRAZO DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1,1-002-014
83	BA32	1	ARANDELA DE PIN DE BRAZO DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1,1-002-014
84	BA33	1	RODILLO GUIA DE BRAZO DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1,1-002-014
85	BA34	1	PIN DE RODILLO GUIA	BM-005/05-CA1,1-002-014
86	BA35	1	TUERCA DE PIN DE RODILLO GUIA	BM-005/05-CA1,1-002-014
87	BA36	2	ESPARRAGO PIVOTE DE PISO DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-021
88	BA37	4	TUERCA 1" NC-2	BM-005/05-CA1,1-002-022
89	BA38	6	BOCINAS DE ESPARRAGO	BM-005/05-CA1,1-002-021
90	BA39	4	ESPACIADORES	BM-005/05-CA1,1-002-021
91	BA40	2	PLNACHA COMPUERTA PISO DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-021
92	BA41	2	MANIJA DE PISO PIVOTANTE DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-020
93	BA42	4	BOCINAS PARA MANIJA DE PISO DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-020
94	CH01	6	ZAPATA DE PISO DE SKIP	BM-005/05-CA1,1-002-011
95	CH02	12	ZAPATA DE PARED DE SKIP	BM-005/05-CA1,1-002-011
96	CH03	4	ANGULO GUIA	BM-005/05-CA1,1-002-008
97	CH04	4	PLANCHA DE REFUERZO DE UNION ENTRE ANGULOS	BM-005/05-CA1,1-002-011
98	JA01	2	TECHO PIVOTANTE DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
99	JA02	1	TECHO FIJO DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
100	JA03	2	ANGULO ATIEZADOR DE TECHO DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
101	JA04	4	ANGULO DE CHASIS DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
102	JA05	2	CANAL ATIEZADOR DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
103	JA06	4	CANAL ATIEZADOR DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
104	JA07	4	CANAL ATIEZADOR DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
105	JA08	4	PLATINA MARCO DE PUERTA POSTERIOR	BM-005/05-CA1,1-002-012
106	JA09	4	PLATINA MARCO DE PUERTA POSTERIOR	BM-005/05-CA1,1-002-012
107	JA10	2	CANAL MARCO DE BASE DE AAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
108	JA11	2	CANAL MARCO DE BASE DE AAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
109	JA12	2	CANAL MARCO DE BASE DE AAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
110	JA13	4	ANGULO DE CHASIS DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
111	JA14	2	ANGULO SOPORTE DE TECHO FIJO	BM-005/05-CA1,1-002-012
112	JA15	2	PLANCHA LATERAL DE JAULA (PARTE A)	BM-005/05-CA1,1-002-008
113	JA16	2	PLANCHA LATERAL DE JAULA (PARTE B)	BM-005/05-CA1,1-002-008
114	JA17	2	PLANCHA LATERAL DE JAULA (PARTE C)	BM-005/05-CA1,1-002-008
115	JA18	2	MALLA DE PUERTA POSTERIOR DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
116	JA19	1	PLANCHA PISO DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-021
117	JA20	2	PLANCHA ACANALADA DE PUERTA DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-019
118	JA21-A	4	TUBO MARCO DE PUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-019
119	JA21-B	4	TUBO MARCO DE PUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-019
120	JA22	4	BOCINA DE BISAGRA DE PUERTA DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-020
121	JA23	4	PIN DE BISAGRA DE PUERTA DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-020

ITEM	CODIGO	CANT.	DESCRIPCION	PLANO REF.
122	JA24	2	MANIJA DE PUERTA DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-020
123	JA25	2	CERROJO DE PUERTA DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-020
124	JA26	4	BOCINA DE CERROJO DE PUERTA E JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-020
125	CS01	2	PLANCHA FRONTAL DE CABEZA EN C	BM-005/05-CA1,1-002-021
126	CS02	4	PLANCHA LAERAL DE CARTELA EN C	BM-005/05-CA1,1-002-006
127	CS03	2	CANAL PUENTE DEL CABEZAL SUPERIOR	BM-005/05-CA1,1-002-006
128	CS04	2	PLANCHA LATERAL DEL CABEZAL SUPERIOR	BM-005/05-CA1,1-002-005
129	CS05	2	PLANCHA SUPERIOR DE CABEZAL SUPERIOR	BM-005/05-CA1,1-002-005
130	CI01	2	PLANCHA FRONTAL DE CABEZA EN C	BM-005/05-CA1,1-002-011
131	CI02	4	PLANCHA LATERAL DE CARTELA EN C	BM-005/05-CA1,1-002-011
132	CI03	2	CANAL PUENTE DE CABEZAL INFERIOR	BM-005/05-CA1,1-002-011
133	CI04	2	PLANCHA LATERAL DE CABEZAL INFERIOR	BM-005/05-CA1,1-002-005
134	CI05	2	PLANCHA INFERIOR DE CABEZAL INFERIOR	BM-005/05-CA1,1-002-005
135	CI06	2	PLANCHA SOPORTE DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-011
136	CI07	1	CANAL SOPORTE DE BALDE	BM-005/05-CA1,1-002-011
137	PV01	4	PLATINA GUIA DE RODILLO	BM-005/05-CA1,1-002-017
138	PV02	140	CARTELA DE PLATINA GUIA	BM-005/05-CA1,1-002-017
139	PV03	2	PLACA DE VOLTEO	BM-005/05-CA1,1-002-017

## ANEXO G

## PRUEBAS FINALES

	<b>PRUEBA DE SKIP/JAULA</b>	<b>RQ-009-BM</b>	
		Fecha	06/11/2005
		Revisión	ASC
		Aprobado	RBM
		Hoja: 2	de: 2
MINA	CIA. MINERA CASAPALCA S.A.		
EJE (POZO)	CARMEN PIQUE 720		
INSPECCIONADO POR	RBM		
SUPERVISOR			
<p><b>SEGURIDAD:</b> SE TOMARON LAS MEDIDAS NECESARIAS ANTES DE LAS PRUEBAS A AMBOS SKIPS</p>			
<p><b>PRUEBA DE CAIDA:</b></p>			
<p><b>1. - Inspección Visual de resortes</b></p>			
<p>Hoja Rota: <u>NO</u></p>			
<p>Distorsión: <u>NORMAL AL SUSPENDER EL SKIP</u></p>			
<p>Anormalidades: <u>NINGUNA</u></p>			
<p>Otros: <u>SE PROBO CON UN RESORTE NUEVO Y CON 2 HOJAS MAS DE REFUERZO</u></p>			
<p><b>2. - Inspección de Leonas.</b></p>			
<p><u>LAS LEONAS Y SUS UÑAS RESPECTIVAS SE ENCUENTRAN EN PERFECTO ESTADO</u></p>			
<p><b>3. - Mediciones despues de Prueba de Caida</b></p>			
<p><b>Longitud Total de Caida</b>                      4 pulg</p>			
<p><b>Longitud de Corte en Guía</b>                      LAS LEONAS ACTUARON BIEN</p>			
<p><b>Otras Mediciones y/o Comentarios</b>                      SE HIZO UNA MODIFICACION AL BRAZO DE ARTICULACION PARA REGULAR LA CARRERA DEL RESORTE</p>			

	<b>PRUEBA SISTEMA DE SEGURIDAD</b>				<b>RQ-010-BM</b>	
					Fecha	06/11/2005
		Aprobado	RBM		Hoja.....de.....	
CLIENTE	CIA MINERA CASAPALCA S.A.		PROYECTO	SKIP-JAULA 5,5Tn		
ELEMENTO PROBADO	SISTEMA DE SEGURIDAD - APERTURA DE LEONAS		PLANO REF.	S/P		
<b>CARACTERISTICAS DE PRUEBA</b>			<b>DIAGRAMA DE PRUEBA</b>			
TIPO DE ELEMENTO	JAULA					
TIPO DE MATERIAL DEL ELEMENTO	A-36					
PESO DEL ELEMENTO	3,1Tn					
CAPACIDAD / VOLUMEN DEL ELEMENTO	5,5Tn					
VELOCIDAD DE TRABAJO	5 m/s					
CABLE	1 1/4"					
TIPO DE SISTEMA DE SEGURIDAD	RBSRTE SEMIELIPTICO					
GUIAS DE MADERA EMPLEADA	6-3/4" X 5"					
<b>RESULTADOS (en milímetros)</b>						
ITEM	PRUEBA N°	PUNTO DE INSPECCION				OBSERVACIONES
		A	B	C	D	
1	001	4"				SIN PESO
2	002	7 1/4"				3,1Tn DE PESO TOTAL
ELEMENTO APROBADO		PROBAR NUEVAMENTE CADA 6 MESES				
ELEMENTO RECHAZADO						
<b>OBSERVACIONES</b>						
1.- LA JAULA SKIP VA A TRABAJAR A UNA VELOCIDAD PROMEDIO DE 5 m/s PERO LA PRUEBA SE REALIZO EN CAIDA LIBRE						
2.- LA PRUEBA SE REALIZO EN EL PIQUE DONDE VA A TRABAJAR						
<b>CONCLUSIONES</b>						
1.- POR APERTURA DE LEONAS ESTA OK EN PESO TOTAL DE 3,1Tn						
2.- SE GIRARON LOS BRAZOS DE LA BOCINA CENTRAL DEL EJE EN 6,5° HACIA ABAJO						
SUPERVISOR		QC / QA			SUPERVISION EXTERNA	



## **ANEXO I**

### **CRONOGRAMA DE FABRICACION DE SKIP/JAULA**

Se presenta el Cronograma detallado de fabricación tal y conforme como se realizo en su oportunidad en los talleres.

Cabe hacer la mención que la orden de compra para la fabricación fue por 2 Skip/Jaula por lo que se construyeron en simultáneo ambos.

Se tuvo un cronograma de actividades inicial, sin embargo hubieron cambios en el diseño en el transcurso de su fabricaron, e inclusive después de su entrega final.

El Cronograma detallado a continuación es por la fabricación de 2 Skip/Jaula.





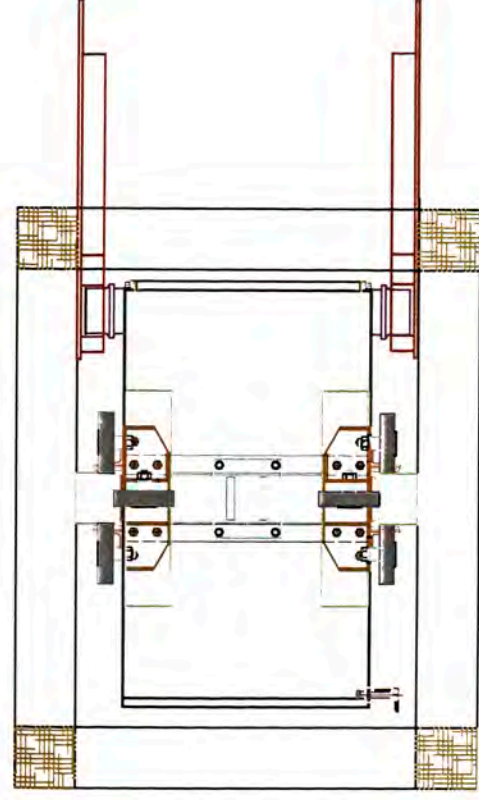
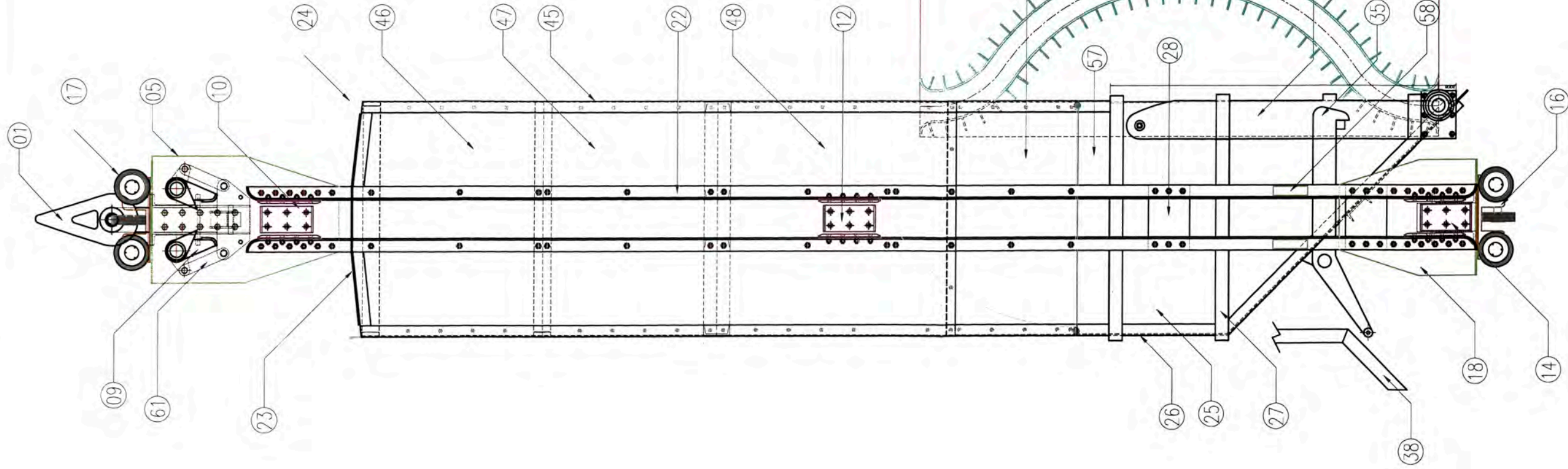


## ANEXO J

## PLANOS DE FABRICACION DE SKIP/JAULA

ITEM	CANT,	DESCRIPCION	PLANO REF.
1	1	LISTS DE PARTES PRINCIPALES	BM-005/05-CA1,1-002-001-01
2	1	LISTA DE PARTES PRINCIPALES	BM-005/05-CA1,1-002-001-02
3	1	DIMENSIONES GENERALES	BM-005/05-CA1,1-002-001-03
4	1	DIMENSIONES DEL PIQUE	BM-005/05-CA1,1-002-002
5	1	SOPORTE DE RUEDA GUIA	BM-005/05-CA1,1-002-003
6	1	CRUCETA	BM-005/05-CA1,1-002-004
7	1	PLANCHAS LATERALES DE CABEZALES	BM-005/05-CA1,1-002-005
8	1	CABEZAL SUPERIOR	BM-005/05-CA1,1-002-006
9	1	CHASIS Y ESTRUCTURA DE SKIP JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-008
10	1	COMPUERTA Y FORRO INTERNO DE SKIP	BM-005/05-CA1,1-002-009
11	1	SISTEM DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1,1-002-010
12	1	CABEZAL INFERIOR Y SOPORTES DE SKIP	BM-005/05-CA1,1-002-011
13	1	CHASIS DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-012
14	1	POLIN DE VOLTEO	BM-005/05-CA1,1-002-013
15	1	PINES, BOCINAS Y ACCESORIOS	BM-005/05-CA1,1-002-014
16	1	BRAZO DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1,1-002-015
17	1	PIN DE COMPUERTA – ENSAMBLE	BM-005/05-CA1,1-002-016
18	1	PLACAS DE VOLTEO	BM-005/05-CA1,1-002-017
19	1	RESORTE SEMIELIPTICO	BM-005/05-CA1,1-002-018
20	1	PUERTA DE JAULA	BM-005/05-CA1,1-002-019
21	1	DETALLES Y ACCESORIOS – PUERTA	BM-005/05-CA1,1-002-020
22	1	PISO DE JALA	BM-005/05-CA1,1-002-021
23	1	PISO PIVOTANTE - DETALLES	BM-005/05-CA1,1-002-022
24	1	GUERDA DE COMPUERTA - AMPLIACION	BM-005/05-CA1,1-002-025





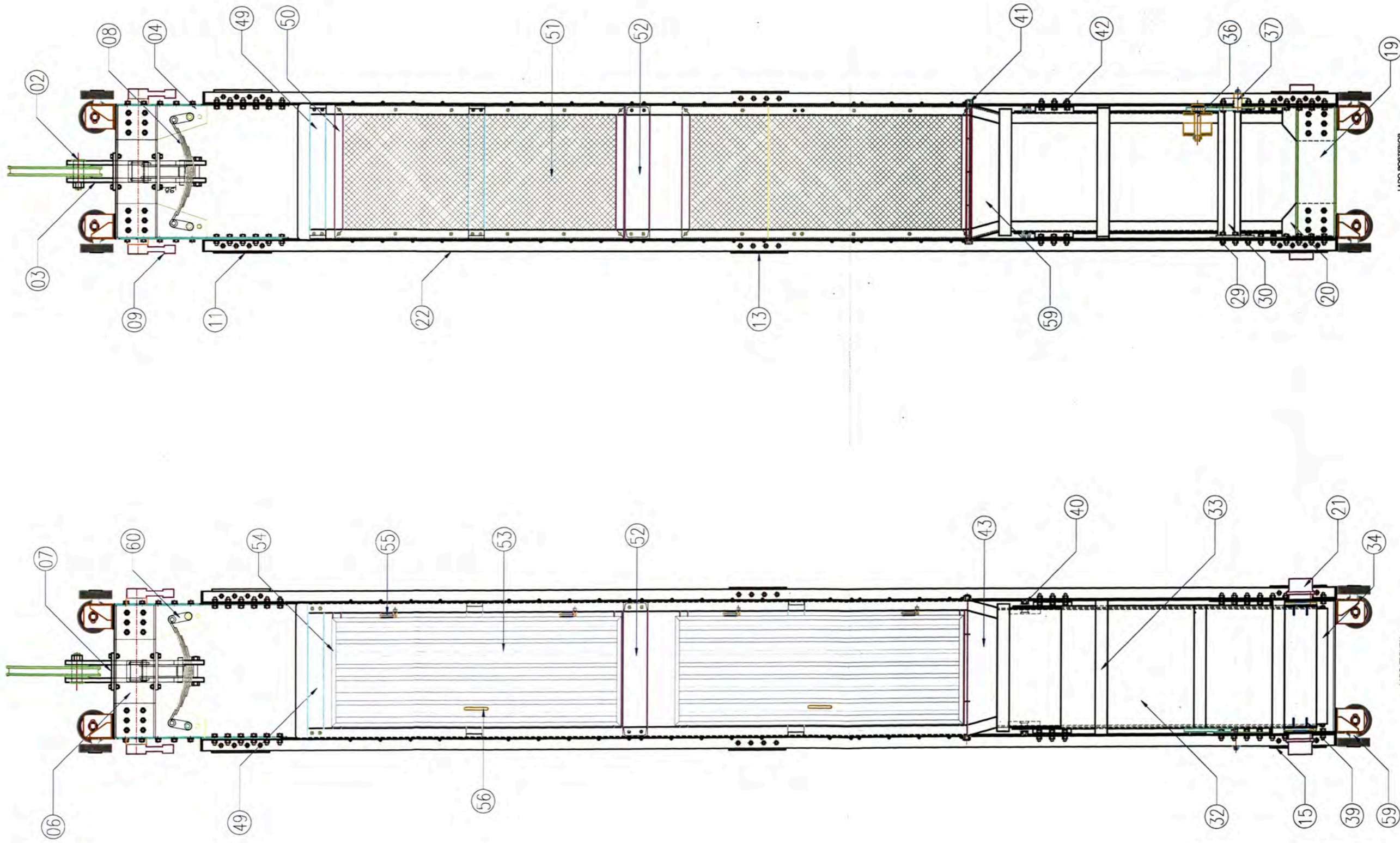
64	PV03 02	PLACA DE VOLTEO	BM-005/05-CA1.1-002-017
63	PV02 140	CARTELA DE REFUERZO DE PLATINA	BM-005/05-CA1.1-002-017
62	PV01 04	PLATINA GUIA DE POLIN	BM-005/05-CA1.1-002-017
61	SS10 02	BRAZO ARTICULADOR DE CRUCETA	BM-005/05-CA1.1-002-010
60	SS20 02	BRAZO PIVOTE DE RESORTE	BM-005/05-CA1.1-002-014
59	RG08 12	PIN DE RUEDA GUIA	BM-005/05-CA1.1-002-014
58	CI04 04	PLANCHAS DE REFUERZO DE UNION DE ANGULOS	BM-005/05-CA1.1-002-011
57	BA09 02	PLANCHAS TRANSICION DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-008
56	JA24 02	MANUJA DE PUERTA	BM-005/05-CA1.1-002-020
55	JA22 04	BISAGRA DE PUERTA	BM-005/05-CA1.1-002-020
54	JA21 02	MARCO DE PUERTA DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-019
53	JA20 02	PLANCHAS ACANALADA DE PUERTA DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-019
52	JA19 01	BASE DE 2do PISO DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-021
51	JA18 02	MALLA POSTERIOR DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-012
50	JA09 02	MARCO DE PUERTA POSTERIOR DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-012
49	JA06 02	CANAL ATIZADOR DE TECHO DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-012
48	JA17 02	PLANCHAS INFERIOR LATERAL DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-008
47	JA16 02	PLANCHAS CENTRAL LATERAL DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-008
46	JA15 02	PLANCHAS SUPERIOR LATERAL DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-008
45	JA04 04	ANGULO CHASIS DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-012
44	BA13 02	PLANCHAS LATERAL DE BALDE EN JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-008
43	BA10 01	PLANCHAS POSTERIOR DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-008
42	BA15 04	PLANCHAS DE UNION ENTRE BALDE Y PL. SOPORTE	BM-005/05-CA1.1-002-011
41	BA36 02	ESPARRAGO PIVOTE DE COMPUERTA PISO DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-027
40	BA18 02	PIN PIVOTE DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1.1-002-016
39	BA40 04	CARTELAS DE REFUERZO DE BASE DE POLIN	BM-005/05-CA1.1-002-013
38	AC01 01	ANGULO DE ACCIONAMIENTO DE BRAZO	S / P
37	BA33 01	RODILLO DE DESLIZAMIENTO DE BRAZO	BM-005/05-CA1.1-002-014
36	BA27 01	PIN PIVOTE DE BRAZO DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1.1-002-014
35	BA26 01	BRAZO DE SEGURIDAD DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1.1-002-015
34	BA12 01	PLANCHAS INFERIOR DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-008
33	BA24 03	CANAL RIGIDIZADOR DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1.1-002-009
32	BA22 01	PLANCHAS FRONTAL DE COMPUERTA	BM-005/05-CA1.1-002-008
31	BA21 02	BRAZO DE COMPUERTA DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-008
30	CI07 02	CANAL ASIENTO DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-011
29	CI06 02	PLANCHAS SOPORTE ASIENTO DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-011
28	BA20 02	PLANCHAS SOPORTE DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-011
27	BA03 02	CANAL LATERAL RIGIDIZADOR DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-008
26	BA02 02	ANGULO LATERAL RIGIDIZADOR DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-008
25	BA01 02	PLANCHAS LATERAL DE BALDE	BM-005/05-CA1.1-002-008
24	JA03 02	ANGULO ATIZADOR DE TECHO	BM-005/05-CA1.1-002-012
23	JA01 02	TECHO PIVOTANTE DE JAULA	BM-005/05-CA1.1-002-012
22	CH03 04	ANGULO GUIA	BM-005/05-CA1.1-002-008
21	PN01 02	POLIN	BM-005/05-CA1.1-002-013
20	CI02 04	CARTELA DE CABEZAL INFERIOR	BM-005/05-CA1.1-002-011
19	CI03 02	CANAL PUENTE DE CABEZAL INFERIOR	BM-005/05-CA1.1-002-011
18	CI04 02	PLANCHAS LATERAL DE CABEZAL INFERIOR	BM-005/05-CA1.1-002-005
17	RG07 12	RUEDA GUIA	BM-005/05-CA1.1-002-014
16	RG01 04	PLANCHAS SOPORTE DE RUEDA GUIA	BM-005/05-CA1.1-002-003
15	CH02 04	ZAPATA INFERIOR DE PARED	BM-005/05-CA1.1-002-011
14	CH01 02	ZAPATA INFERIOR DE PISO	BM-005/05-CA1.1-002-011
13	CS02 04	ZAPATA CENTRAL DE PARED	BM-005/05-CA1.1-002-011
12	CH01 02	ZAPATA CENTRAL DE PISO	BM-005/05-CA1.1-002-011
11	CH02 04	ZAPATA SUPERIOR DE PARED	BM-005/05-CA1.1-002-011
10	CH01 02	ZAPATA SUPERIOR DE PISO	BM-005/05-CA1.1-002-011
09	SS04 04	LEONA DE SEGURIDAD	BM-005/05-CA1.1-002-010
08	SS03 01	RESORTE SEMIELIPTICO	BM-005/05-CA1.1-002-016
07	CS05 02	GUIA DE CRUCETA	BM-005/05-CA1.1-002-014
06	CS03 02	CANAL PUENTE DE CABEZAL SUPERIOR	BM-005/05-CA1.1-002-006
05	CS04 02	PLANCHAS LATERAL DE CABEZAL SUPERIOR	BM-005/05-CA1.1-002-006
04	CS02 04	CARTELA DE CABEZAL SUPERIOR	BM-005/05-CA1.1-002-006
03	SS12 02	CRUCETA	BM-005/05-CA1.1-002-004
02	SS02 01	PIN DE GUARDACABLE	BM-005/05-CA1.1-002-010
01	SS01 01	GUARDACABLE	BM-005/05-CA1.1-002-010
ITEM	00000	DESCRIPCION	PLANO DE REFERENCIA

PROYECCION:	COMPANIA:	CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
	PROYECTO:	SKIP - JAULA 5.5 Tn
	TITULO:	LISTA DE PARTES PRINCIPALES
	DISEÑO:	BM INGENIERIA
	REVISADO:	R. BENITES
	DIBUJO:	A. SERRANO
	APROBADO:	R. BENITES
	FECHA:	09-07-2005
	ESCALA:	1/25
	PAPEL:	A3
	PLANO:	BM-005/05-CA1.1-002-001-01
	REV.:	△



REVISIONES	PLANO DE ARREGLO GENERAL	PLANO DE ARREGLO GENERAL MODIFICADO	BM INGENIERIA	R. BENITES	09-07-2005
2	REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	09-07-2005
1	REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	25-05-2005





LADO POSTERIOR

LADO FRONTAL

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
			COMPANIA: CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
			PROYECTO: SKIP - JAULA 5.5 Tn
			TITULO: LISTA DE PARTES PRINCIPALES
			DISEÑO: BM INGENIERA REVISADO: R. BENITES
			DIBUJO: A. SERRANO APROBADO: R. BENITES
			FECHA: 25-05-2005 ESCALA: 1/25 PAPEL: A3
			PLANO: BM-005/05-CA1.1-002-001-02 REV: 2

PROYECCION:	INGENIEROS S.A.C.

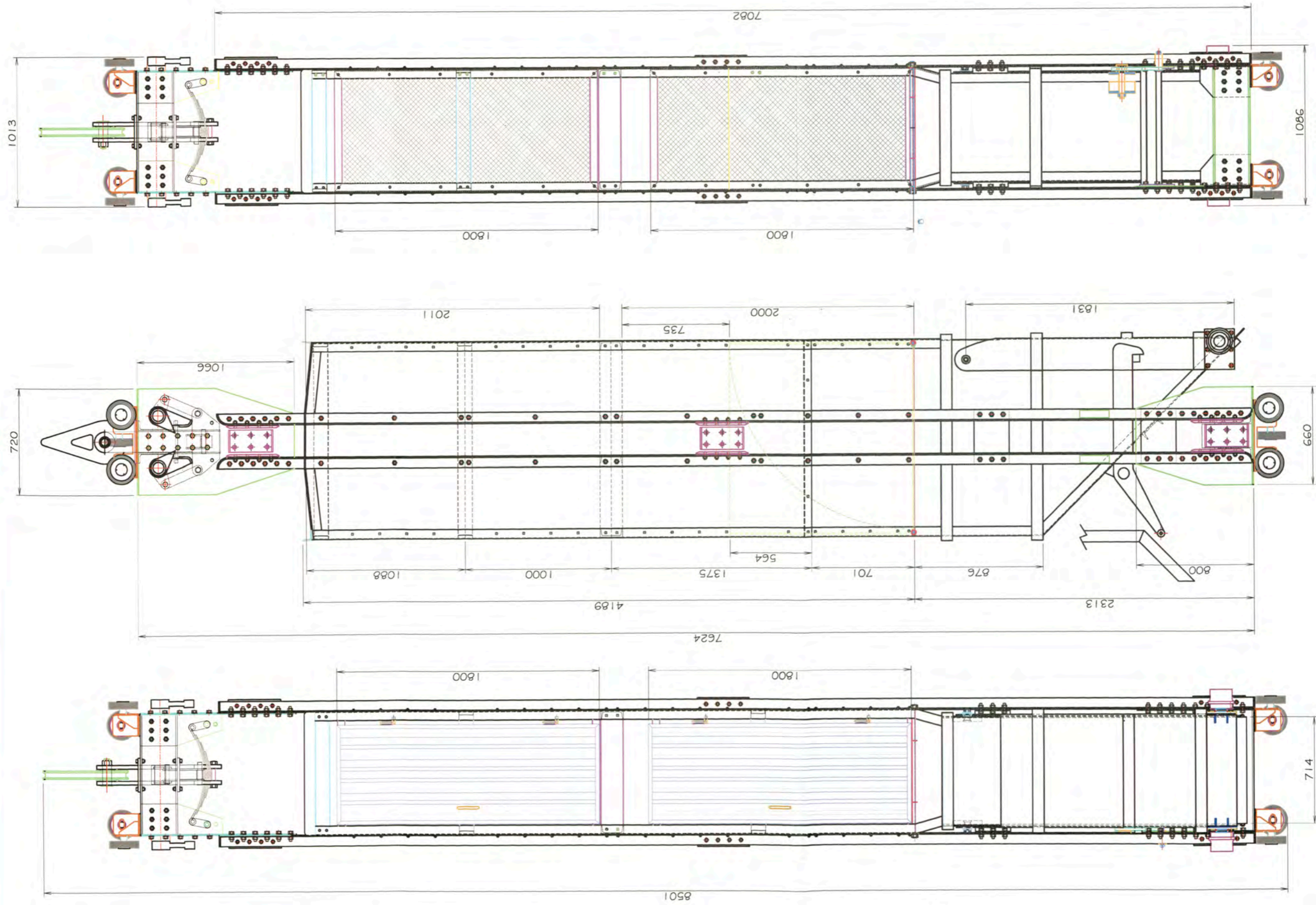
  

PLANO DE ARREGLO GENERAL MODIFICADO	BM INGENIERA	R. BENITES	09-07-2005
PLANO DE ARREGLO GENERAL	BM INGENIERA	R. BENITES	25-05-2005

REVISIONES	PLANO DE ARREGLO GENERAL MODIFICADO	BM INGENIERA	R. BENITES	09-07-2005
2	REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	R. BENITES	09-07-2005
1	REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	R. BENITES	25-05-2005





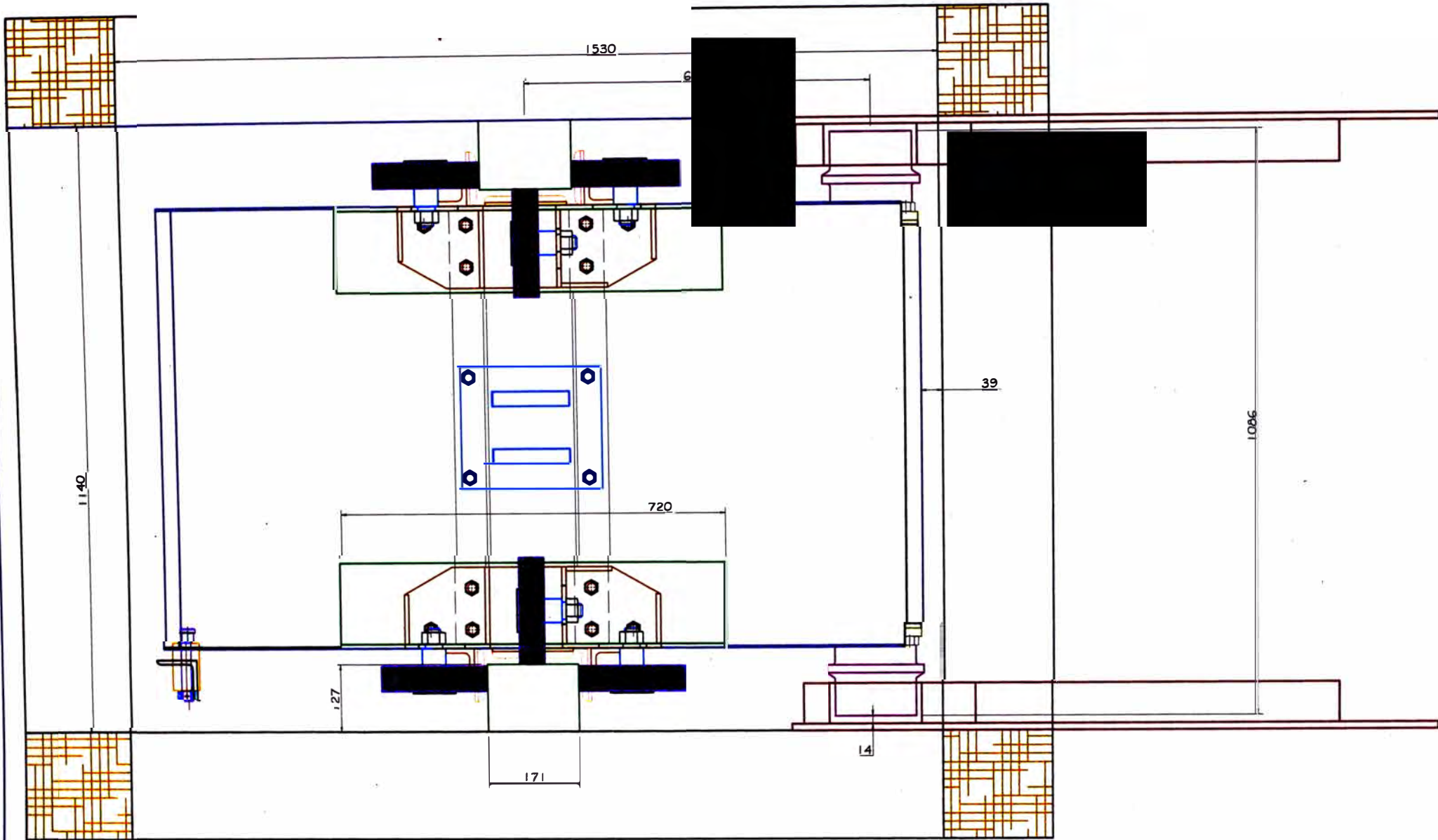
ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
			COMPANIA: CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
			PROYECTO: <b>SKIP - JAULA 5.5 Tn</b>
			TITULO: <b>DIMENSIONES GENERALES</b>
			DISEÑO: BM INGENIERIA REVISADO: R. BENITES
			DIBUJO: A. SERRANO APROBADO: R. BENITES
			FECHA: 09-07-2005 ESCALA: 1/25 PAPEL: A3
			PLANO: <b>BM-005/05-CA1-1-002-001-03</b> REV:



1	REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	09-07-2005
2	REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	25-05-2005

REVISIONES



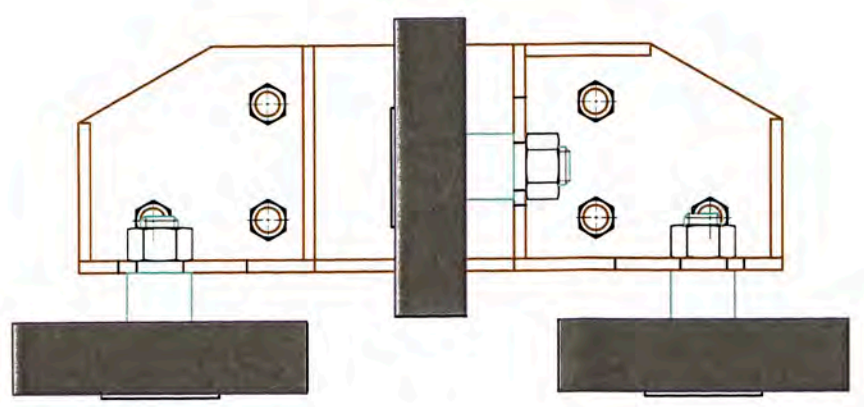
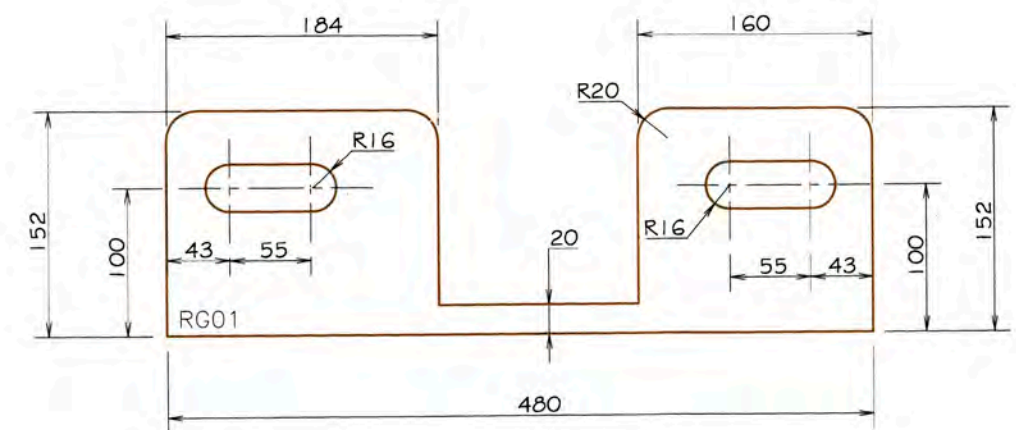
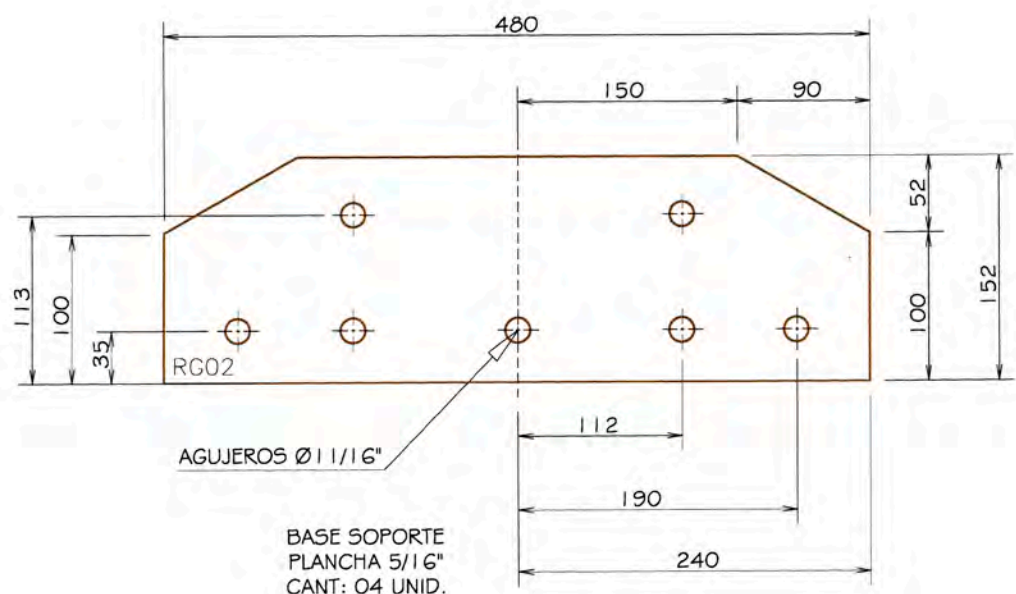


PROYECCION:	COMPAÑIA: <b>CIA. MINERA CORONA S.A.</b>	
	PROYECTO: <b>SKIP - JAULA 5.5 Tn.</b>	
	TITULO: <b>DIMENSIONES DEL PIQUE</b>	
 <b>INGENIEROS S.A.C.</b>	DISEÑO: <b>BM INGENIERIA</b>	REVISADO: <b>R. BENITES</b>
	DIBUJO: <b>A. SERRANO</b>	APROBADO: <b>R. BENITES</b>
	FECHA: <b>06-06-2005</b>	ESCALA: <b>1:10</b>   PAPEL: <b>A4</b>
	PLANO: <b>BM-005/05-CA1.1-002-002</b>	REV:

REVISIONES	REVISADO	REVISOR	PROYECTISTA	PROYECTOR	FECHA		
2	REVISIÓN Y APROBACIÓN	PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	08-06-2005
1	REVISIÓN Y APROBACIÓN	PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	08-04-2005
REV	EMITIDO PARA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	DISEÑO	REVISIÓN	APROBACIÓN	FECHA

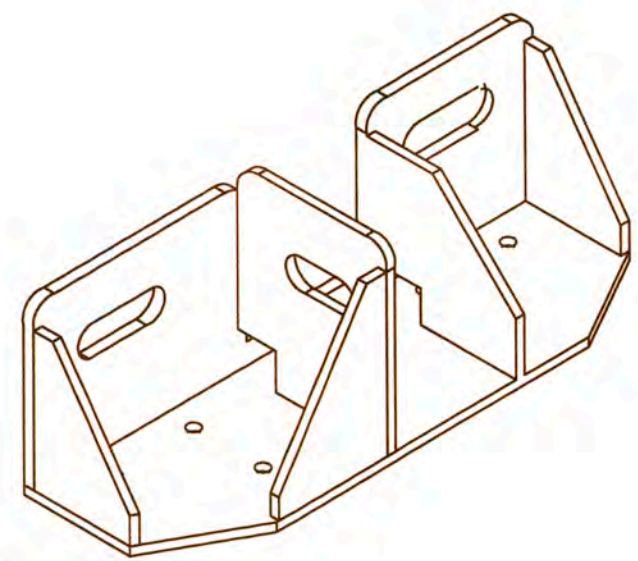
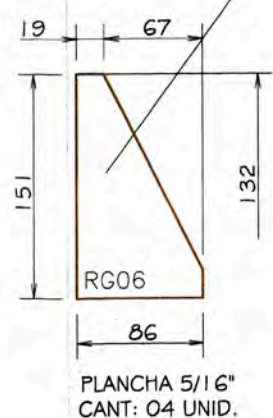
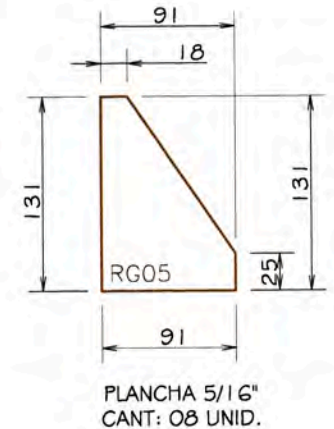
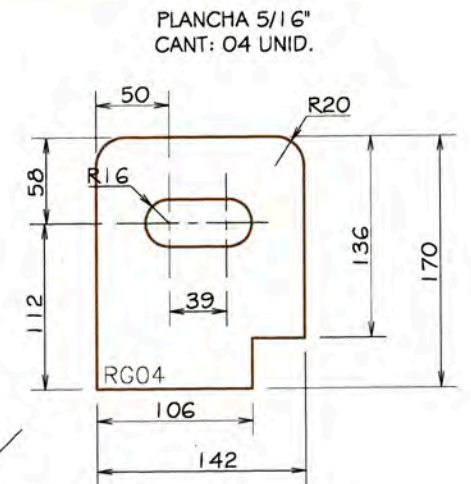
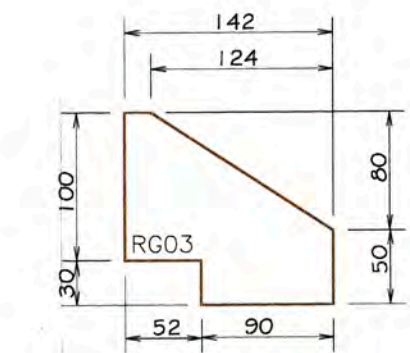
BM INGENIERIA S.A.C. DISEÑO Y DIBUJO DE LA JAULA SKIP DEFINITIVO CASAPALCA 2005.dwg





PARED  
PLANCHA 5/16"  
CANT: 04 UNID.

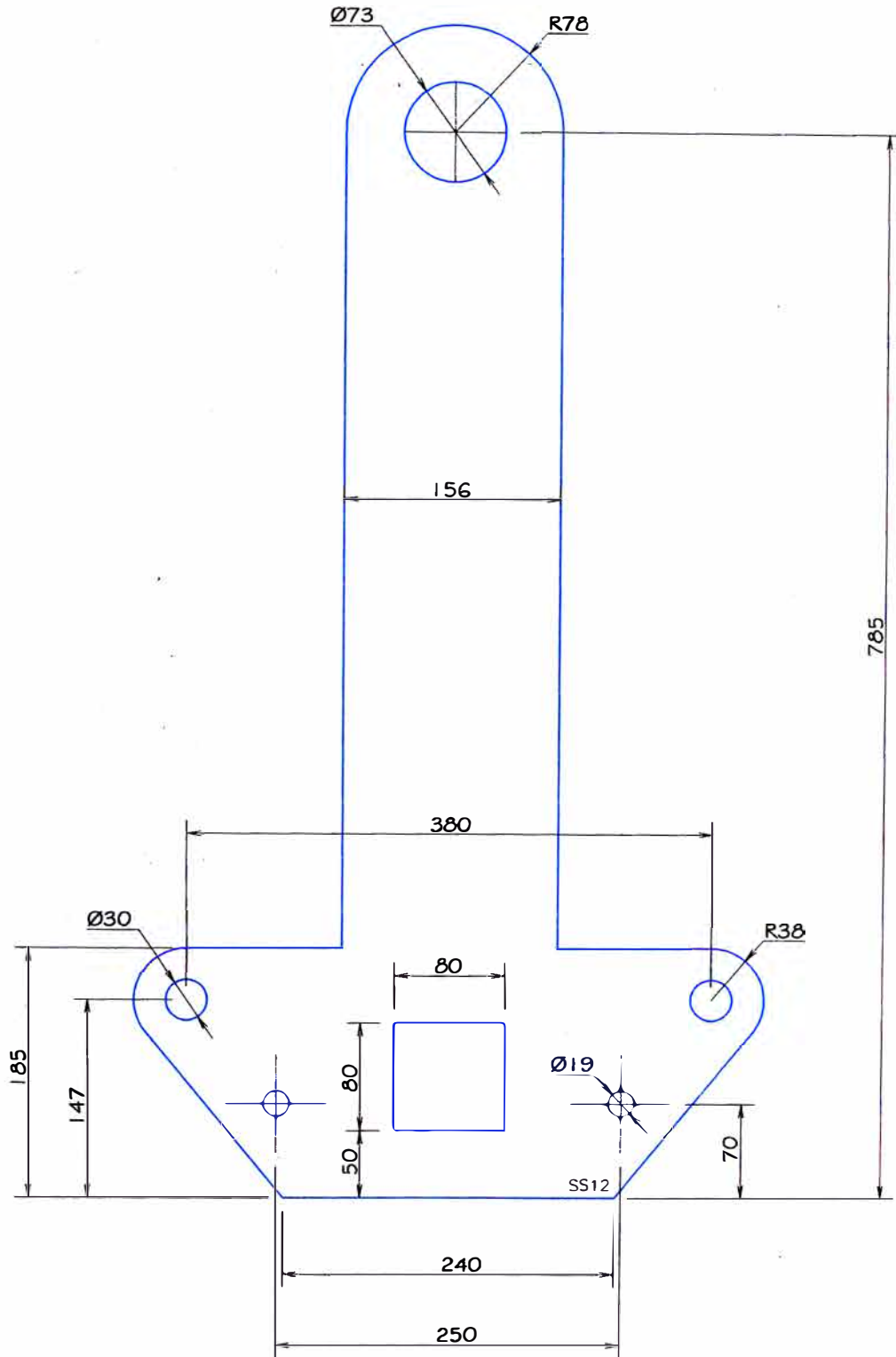
(▽)  
**NOTA:** DOS SOPORTES  
DERECHOS Y DOS SOPORTES  
IZQUIERDOS



REVISIONES	REV.	EMITIDO PARA	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
	2		REVISION FINAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	28-05-2005
	1		REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	08-04-2005

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
			COMPANIA: <b>CIA. MINERA CASAPALCA S.A.</b>
			PROYECTO: <b>SKIP - JAULA 5.5 Tn.</b>
			TITULO: <b>SOPORTE DE RUEDA GUIA</b>
			DISEÑO: BM INGENIERIA REVISADO: R. BENITES
			DIBUJO: A. SERRANO APROBADO: R. BENITES
			FECHA: 28-05-2005 ESCALA: 1:5 PAPEL: A3
			PLANO: <b>BM-005/05-CA1.1-002-003</b> REV: <b>2</b>





CRUCETA  
 PLANCHA 1"  
 CANT. 02 UNID.

(∇) TODOS LOS FILOS ESMERILADOS

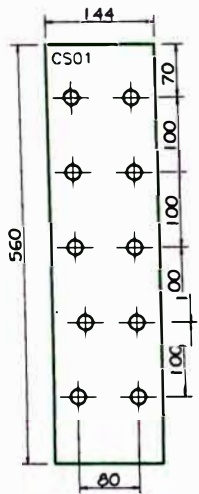
ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
PROYECCION:			COMPANIA: <b>CIA. MINERA CASAPALCA S.A.</b>
PROYECTO:			<b>SKIP - JALLA 5.5 Tn</b>
TITULO:			<b>CRUCETA</b>
DISEÑO:			BY INGENIERIA
DIBUJO:			A. SORRANO
FECHA:			28-05-2005
PLANO:			BM-05/05-CA1.1-002-004
REVISADO:			R. BENITES
APROBADO:			R. BENITES
ESCALA:			1/2
PAPEL:			A4
REV			REV



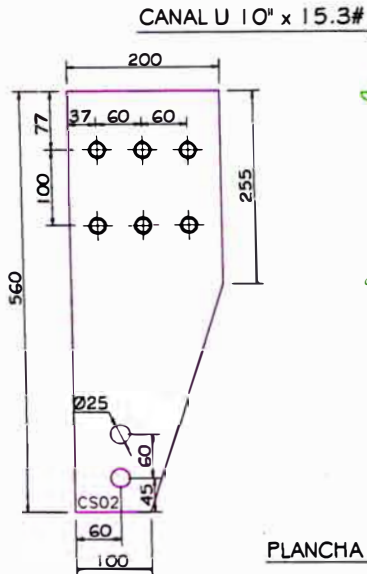
REVISIONES	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	DISEÑO	REVISADO	APROBADO	FECHA
2		REVISION FINAL	A. SORRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	28-05-2005
1		REVISION Y APROBACION	A. SORRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	11-04-2005
REV		EMITIDO PARA	ORLANDO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA



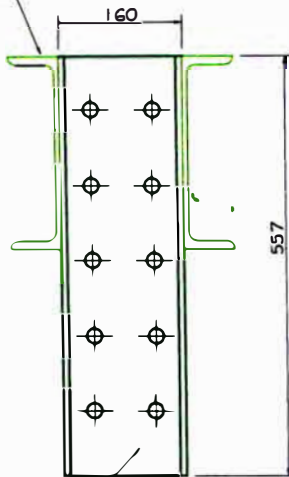
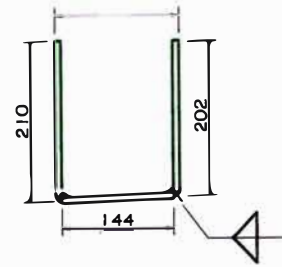




PL 5/16"  
CANT: 02 UNID.



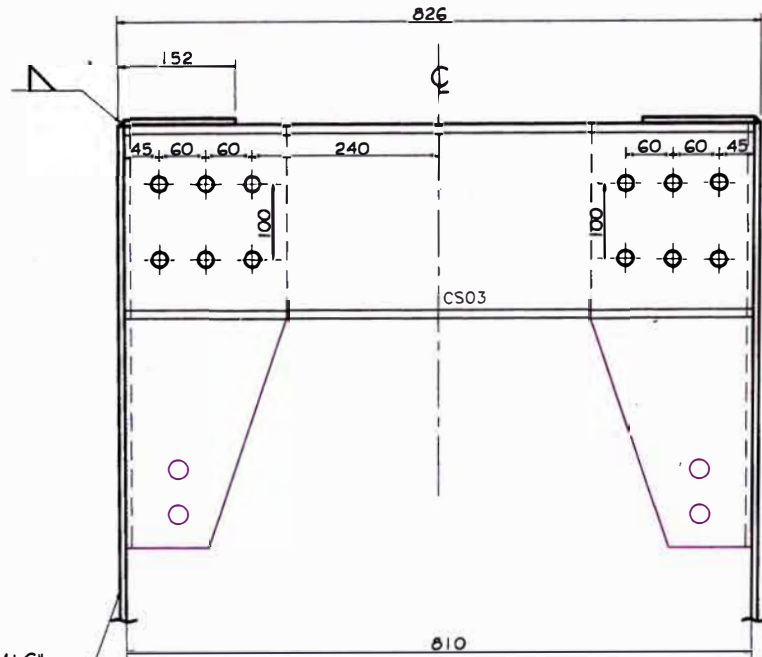
PL 5/16"  
CANT: 04 UNID.



PLANCHA 5/16"

PLANCHA 5/16"  
LATERAL DE  
CABEZAL SUPERIOR

CABEZAL SUPERIOR



**NOTA:** TODOS LOS AGUJEROS Ø 1 3/16"  
(▽▽) TODOS LOS FILOS ESMERILADOS

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
PROYECCION:			COMPANIA: CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
DISEÑO:			PROYECTO: SKIP - JAULA 5.5 Tn.
DIBUJO:			TITULO: CABEZAL SUPERIOR
FECHA:			DISEÑO: BM INGENIERIA REVISADO: R. BENITES
PLANO:			DIBUJO: A. SERRANO APROBADO: R. BENITES
			FECHA: 30-05-2005 ESCALA: 1:10 PAPEL: A4
			PLANO: BM-005/05-CA1.1-002-008 REV: 3

REVISIONES

REV.	REVISION	PLANO DE ARREGLO GENERAL	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
3	REVISION FINAL	PLANO DE ARREGLO GENERAL		A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	30-05-2005
2	REVISION Y APROBACION	PLANO DE ARREGLO GENERAL		A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	30-04-2005
1	REVISION Y APROBACION	PLANO DE ARREGLO GENERAL		A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	11-04-2005
	EMITIDO PARA							

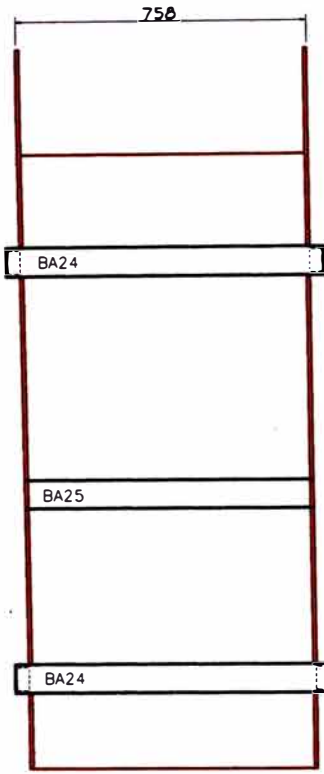


INGENIERIA: C. SERRANO JAULA SKIP DEFINITIVO CASAPALCA 2005





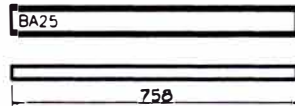




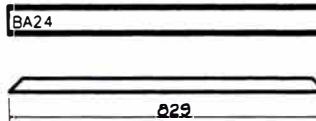
ENSAMBLE GENERAL



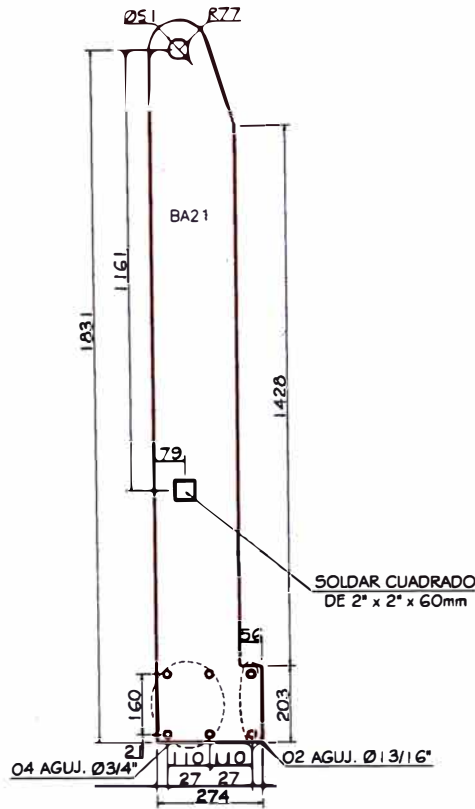
CANAL U 3" x 4.1#  
CANT: 04 UNID.



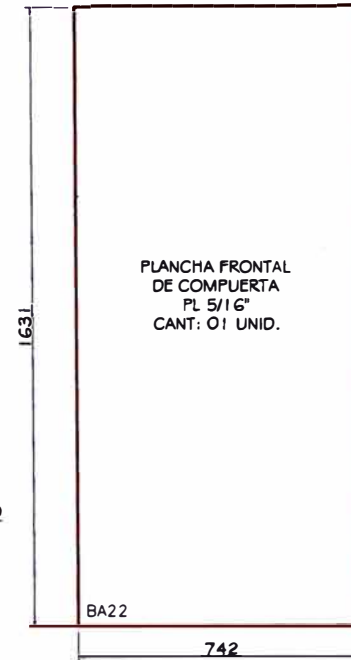
CANAL U 3" x 4.1#  
CANT: 01 UNID.



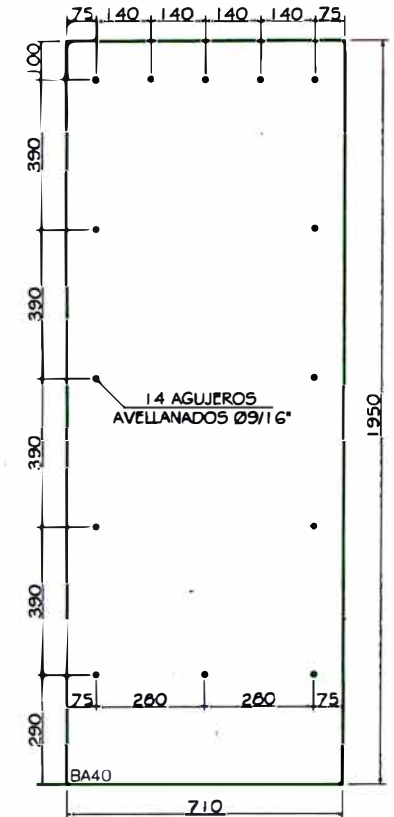
CANAL U 3" x 4.1#  
CANT: 02 UNID.



BRAZO DE COMPUERTA  
PL 5/16"  
CANT: 02 UNID.



PLANCHA FRONTAL  
DE COMPUERTA  
PL 5/16"  
CANT: 01 UNID.



PLANCHA SUPLE DE  
DESGASTE DE BALDE  
PL 3/8" CORTEN  
CANT: 01 UNID.

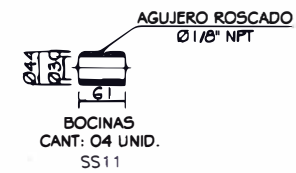
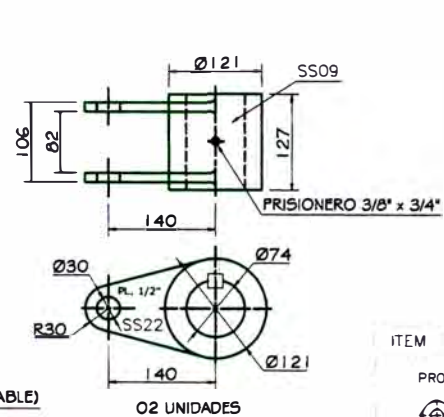
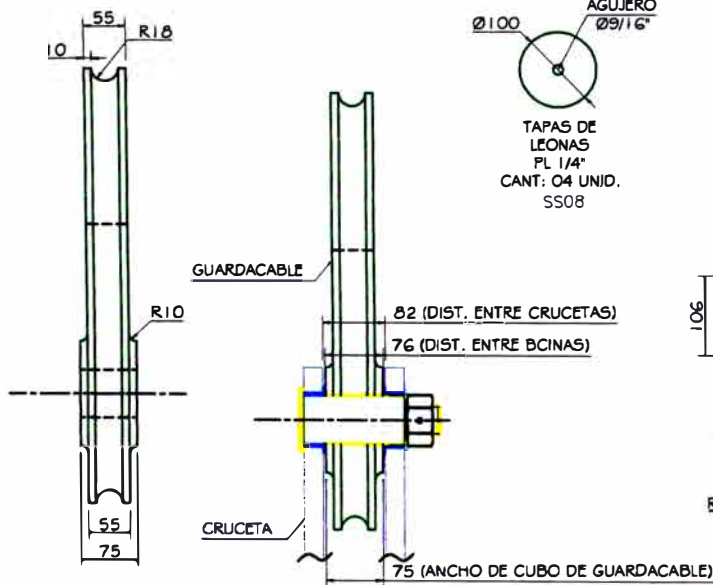
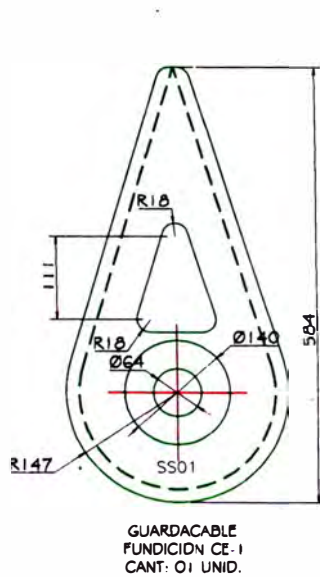
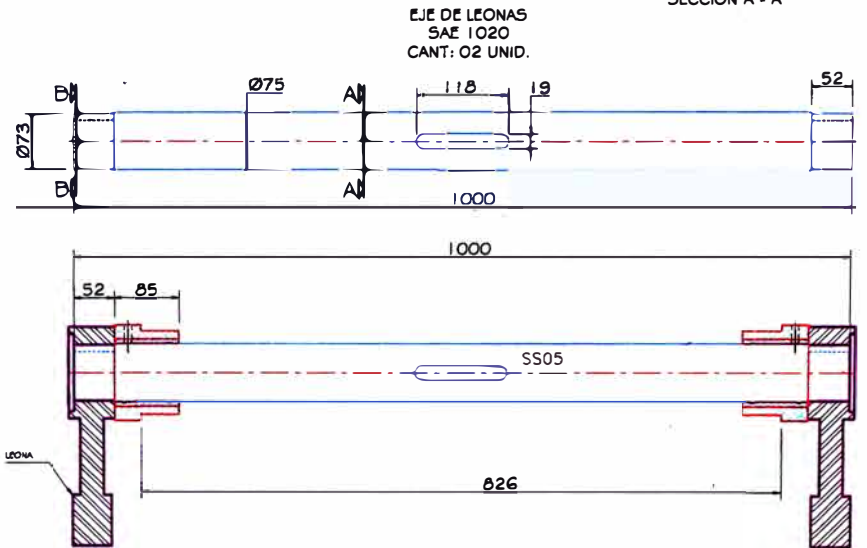
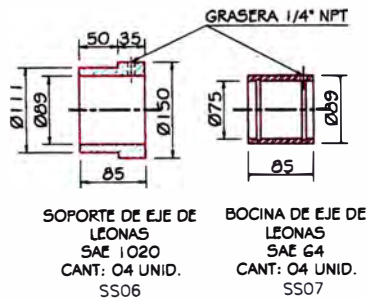
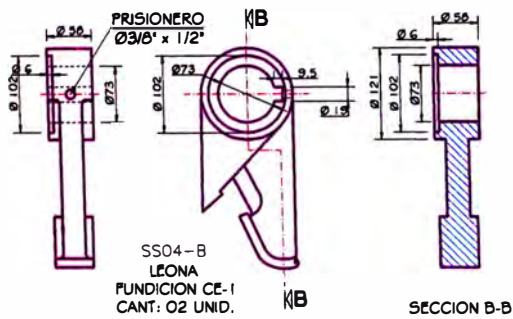
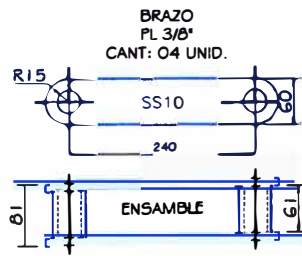
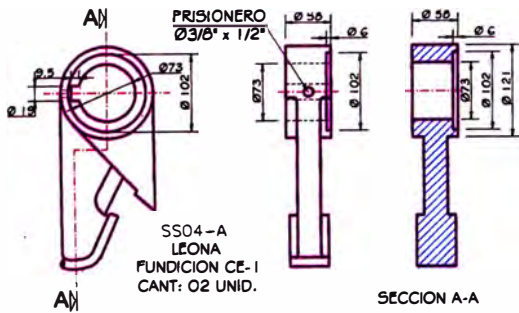
(▽) TODOS LOS FILOS ESMERILADOS

NOTA: SOLDAR PERNOS SIN CABEZA Ø3/4" x 2" A TOPE  
EN LOS AGUJEROS DE Ø3/4" DEL ELEMENTO BA21

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
PROYECCION:			COMPANIA: <b>CIA. MINERA CASAPALCA S.A.</b>
			PROYECTO: <b>SKIP - JAULA 5.5 Tn.</b>
TITULO: <b>COMPUERTA Y FORRO INTERNO DE SKIP</b>			
DISEÑO: <b>BM INGENIERIA</b>		REVISADO: <b>R. BENITES</b>	
DIBUJO: <b>A. SERRANO</b>		APROBADO: <b>R. BENITES</b>	
FECHA: <b>30-05-2005</b>		ESCALA: <b>1:20</b>	PAPEL: <b>A4</b>
PLANO: <b>BM-005/05-CA1.1-002-009</b>			REV:

REVISIONES	REV.	EMITIDO PARA	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
4			REVISION FINAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	30-05-2005
3			REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	19-05-2005
2			REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	17-05-2005
1			REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	08-04-2005





SUPERFICIES MAQUINADAS (▽▽)  
PIEZAS FUNDIDAS (▽▽)

REVISIONES

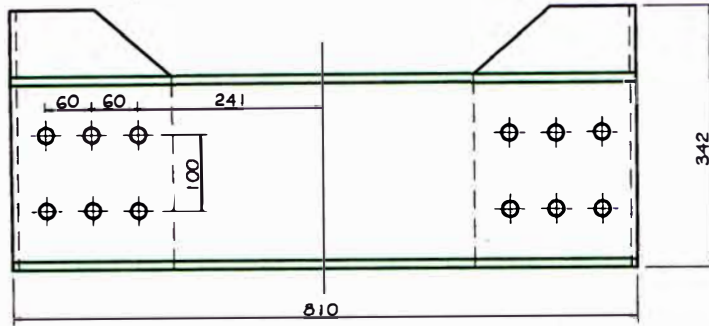
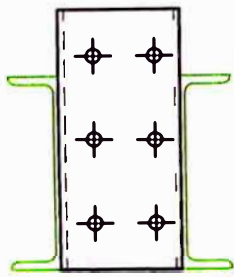
3	REVISION FINAL
2	REVISION Y APROBACION
1	REVISION Y APROBACION
REV	EMITIDO PARA

PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES
PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES
PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES
DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION

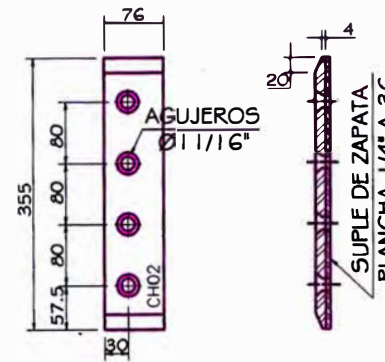
A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	03-06-2005
A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	30-04-2005
A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	11-04-2005
DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
			CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
			SKIP - JAULA 5.5 Tn.
			SISTEMA DE SEGURIDAD
			DISEÑO: BM INGENIERIA REVISADO: R. BENITES
			DIBUJO: A. SERRANO APROBADO: R. BENITES
			FECHA: 03-06-2005 ESCALA: 1:10 PAPEL: A4
			PLANO: BM-005/05-CA1.1-002-010 REV: 3

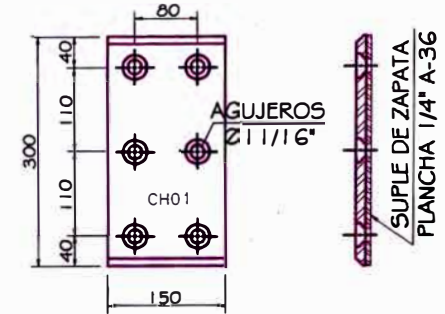




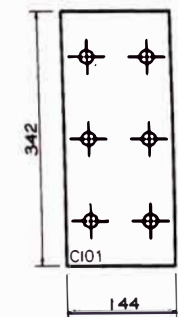
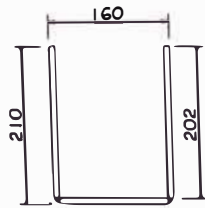
CABEZAL INFERIOR



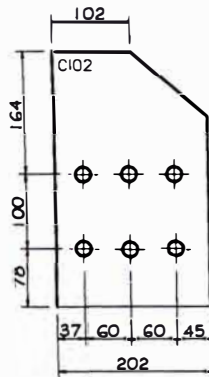
CANT: 12 UNID.  
PL 1/2"



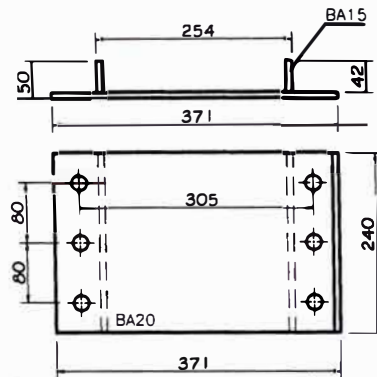
CANT: 06 UNID.  
PL 1/2"



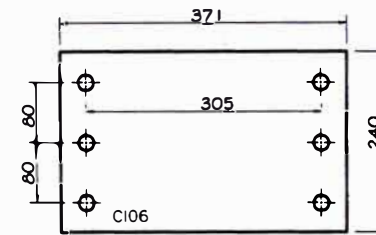
PL 5/16"  
CANT: 02 UNID.



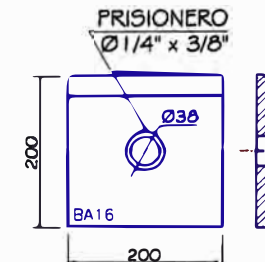
PL 5/16"  
CANT: 04 UNID.



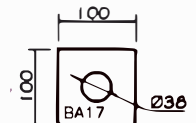
PLANCHA SOPORTE DE SKIP  
PL 5/16"  
CANT: 02 UNID.



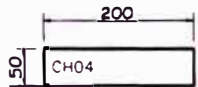
PLANCHA SOPORTE DE SKIP  
PL 1/2"  
CANT: 02 UNID.



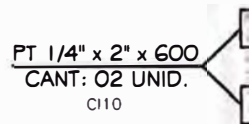
PLANCHA SOPORTE DE PIN DE COMPUERTA  
PL 1"  
CANT: 02 UNID.



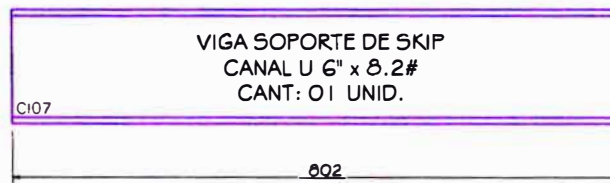
PLANCHA SOPORTE DE PIN DE COMPUERTA  
PL 1/4"  
CANT: 02 UNID.



PL 1/4"  
CANT: 04 UNID.



PT 1/4" x 2" x 600  
CANT: 02 UNID.  
C110



VIGA SOPORTE DE SKIP  
CANAL U 6" x 8.2#  
CANT: 01 UNID.



ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
			COMPANIA: CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
			PROYECTO: SKIP - JAULA 5.5 Tn.
			TITULO: CABEZAL INFERIOR Y SOPORTES DE SKIP
			DISEÑO: BM INGENIERIA REVISADO: R. BENITES
			DIBUJO: A. SERRANO APROBADO: R. BENITES
			FECHA: 03-06-2005 ESCALA: 1:10 PAPEL: A4
			PLANO: BM-005/05-CA1.1-002-011 REV: 4



INGENIEROS S.A.C. INGENIERIA Y DISEÑO DE JAUJA SKIP DEFINITIVO CASAPALCA

REVISIONES

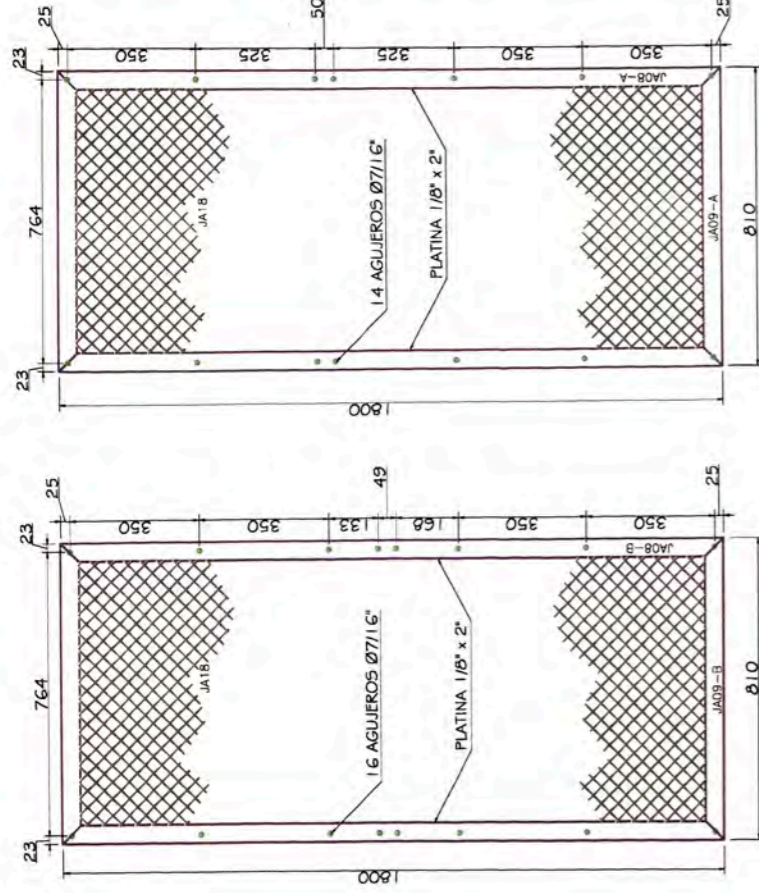
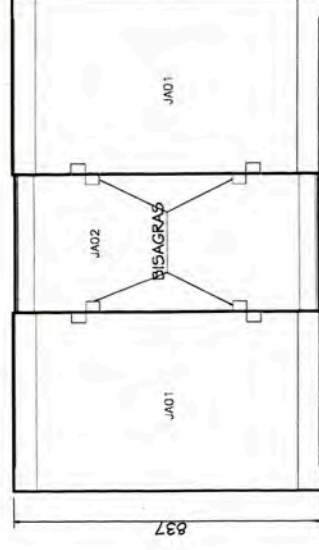
REV.	EMITIDO PARA
4	REVISION FINAL
3	REVISION Y APROBACION
2	REVISION Y APROBACION
1	REVISION Y APROBACION

DESCRIPCION
DETALLES FALTANTES
DETALLES FALTANTES
DETALLES FALTANTES
PLANO DE ARREGLO GENERAL

DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	03-06-2005
A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	17-05-2005
A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	04-05-2005
A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	11-04-2005



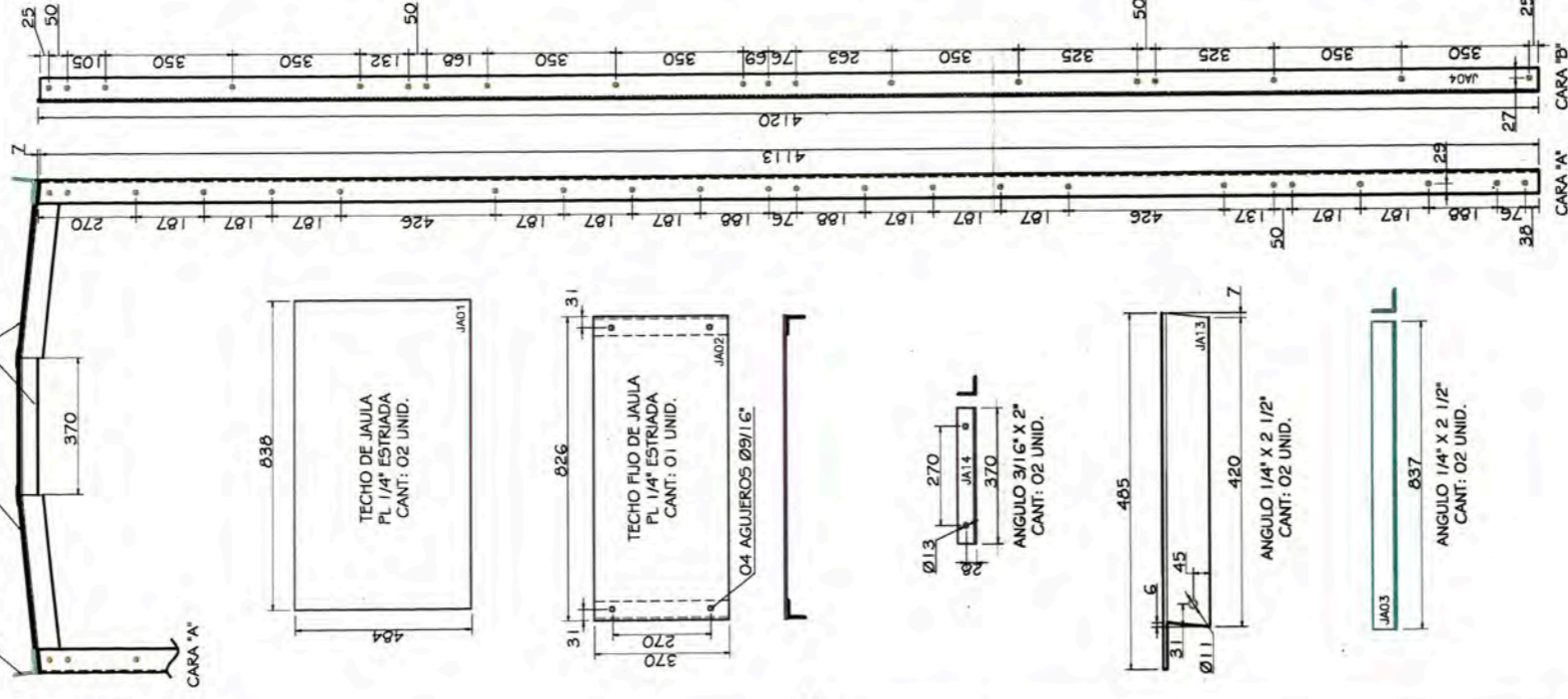
TECHO DE JAULA  
PLANCHA  
ESTRIADA 3/16"



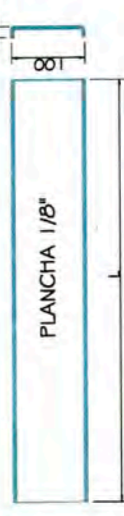
ESTOS ANGULOS VAN  
SOLDADOS A LA PLANCHA JA15

ANGULO DE 1/4" x  
2 1/2" x 1038 mm

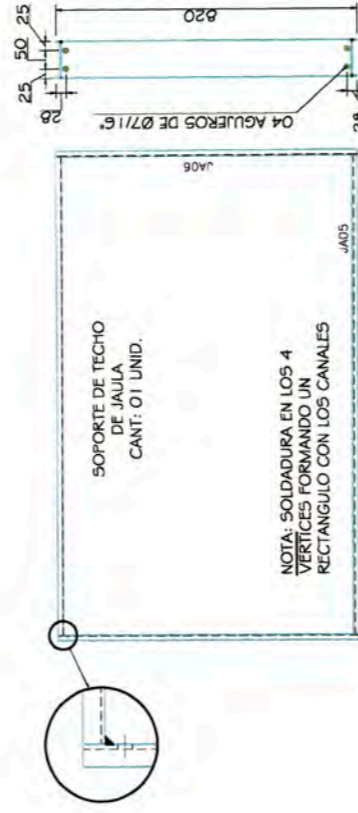
SOLDAR ANGULO  
3/16" x 2" x 370 mm



ANGULO CHASIS DE JAULA  
CANT: 04 UNID.  
JA04

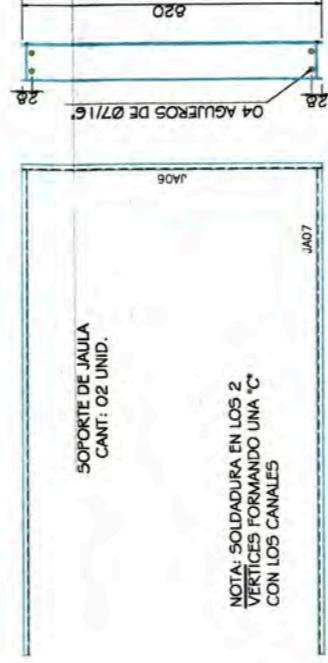


CANT:  
02 UNID.  
1 290mm  
02 UNID.  
Ø20mm  
04 UNID.  
1 302mm

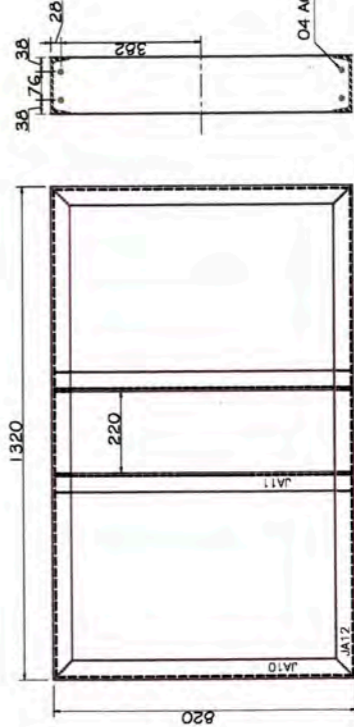
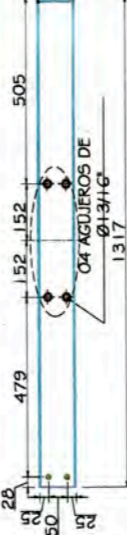


NOTA: SOLDADURA EN LOS 4  
VERTICES FORMANDO UN  
RECTANGULO CON LOS CANALES

02 AGUJEROS DE Ø13/16"



NOTA: SOLDADURA EN LOS 2  
VERTICES FORMANDO UNA "C"  
CON LOS CANALES



04 AGUJEROS Ø7/16"

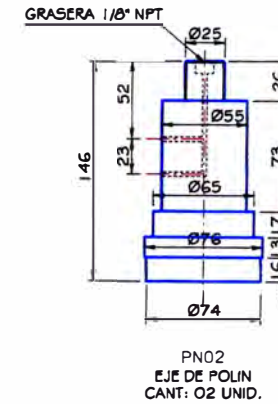
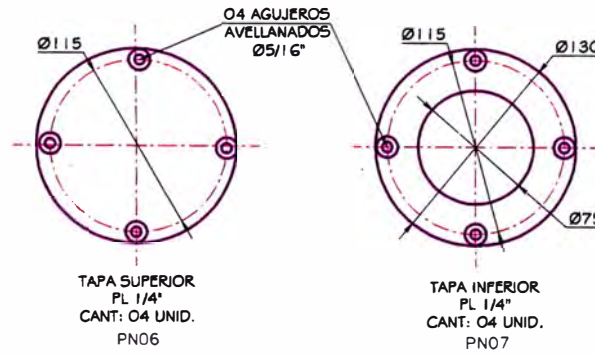
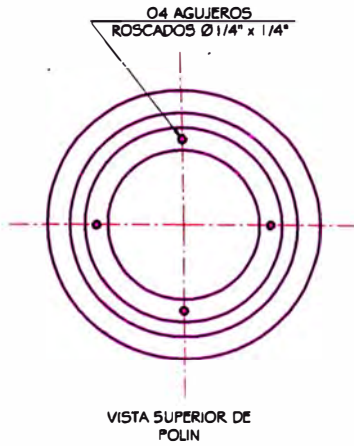
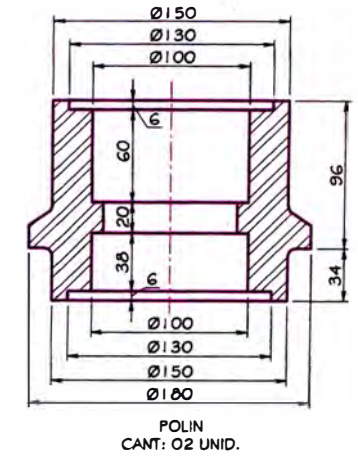
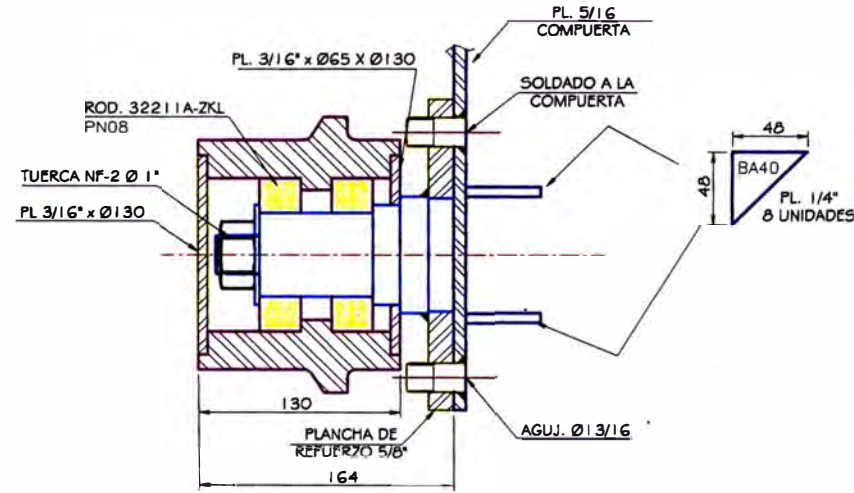
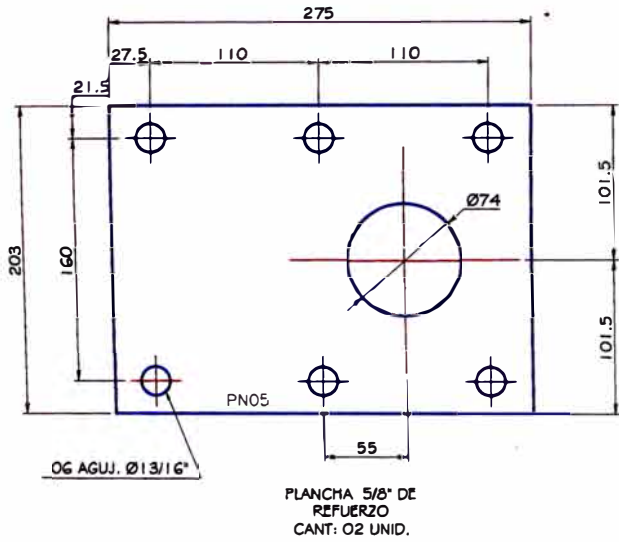
10 AGUJEROS Ø13/16"  
BASE DE JAULA  
CANAL U 6" x 8.2#  
CANT: 01 UNID.

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
			PROTECCION:
			COMPANIA: CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
			PROYECTO: SKIP - JAULA 5.5 Tn
			TITULO: CHASIS DE JAULA
			DISENO: BM INGENIERIA
			APROBADO: R. BENITES
			REVISADO: R. BENITES
			FECHA: 03-06-2005
			ESCALA: 1/20
			PAPEL: A3
			PLANO: BM-005/05-CA1.1-002-012
			REV: A

(VV) TODOS LOS FILOS ESMERILADOS

REVISIONES	FECHA	DESCRIPCION	INGENIERO	REVISOR
4		MODIFICACIONES EN TALLER	A. SERRANO	R. BENITES
3		MODIFICACIONES EN TALLER	A. SERRANO	R. BENITES
2		PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	R. BENITES
1		PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	R. BENITES



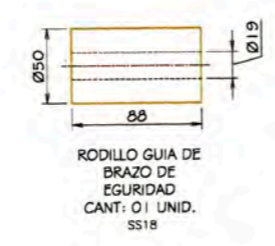
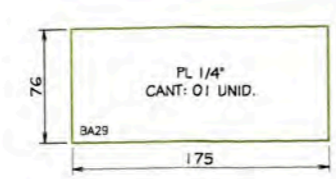
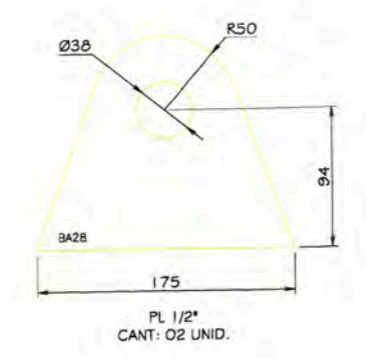
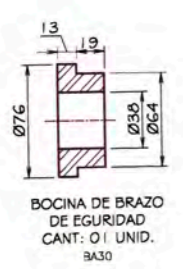
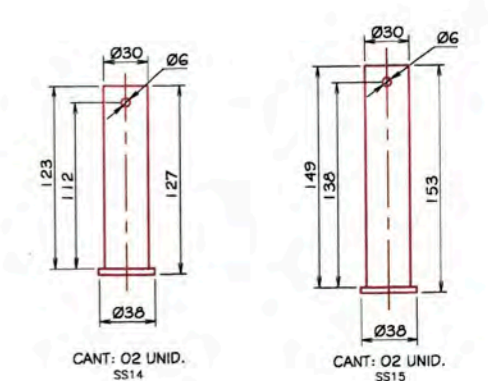
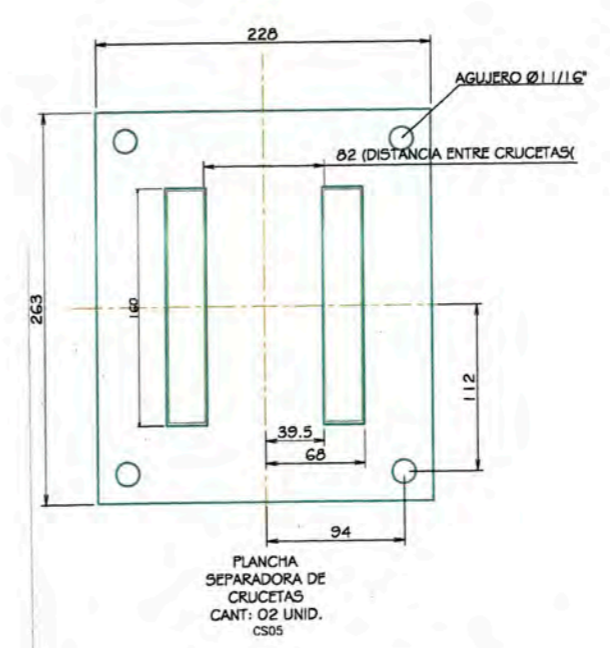
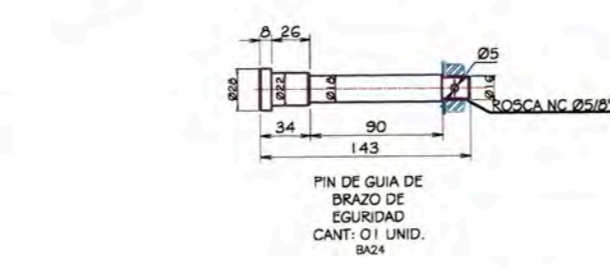
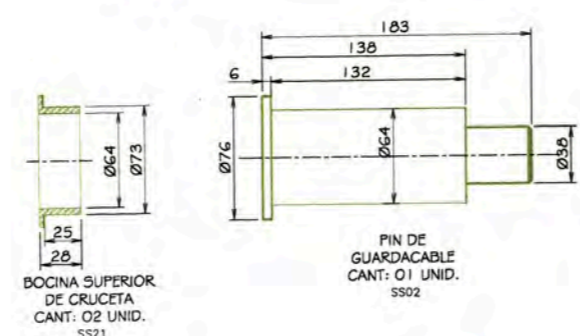
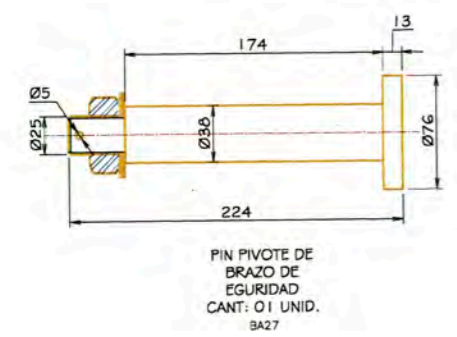
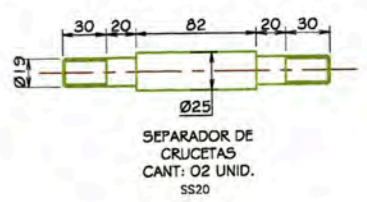
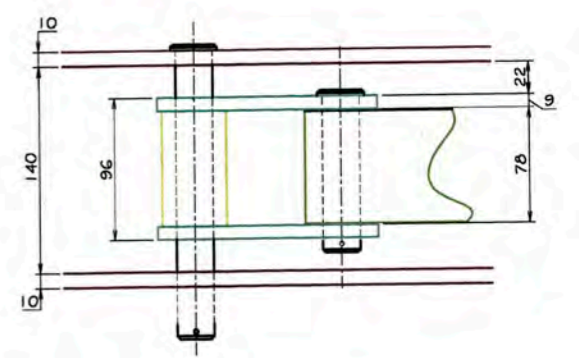
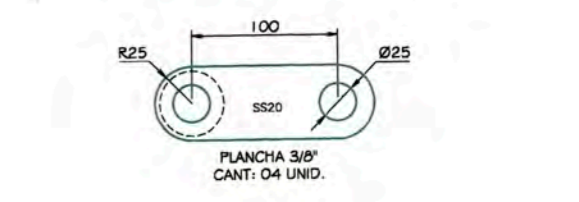
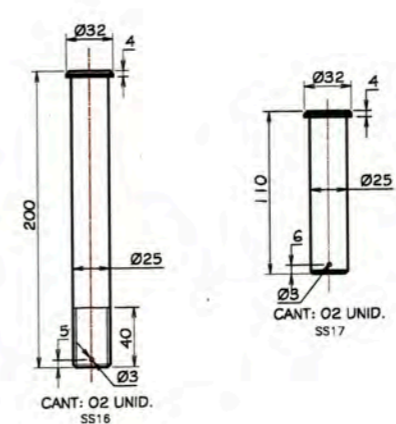
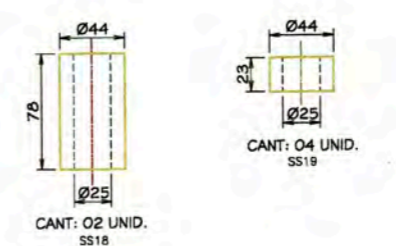
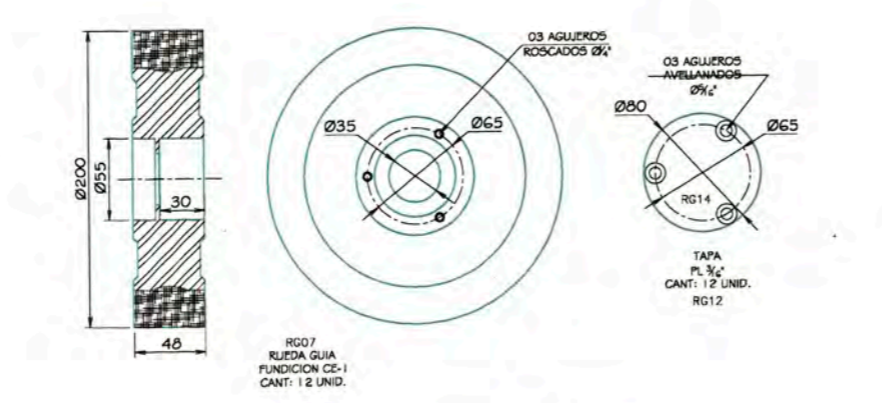
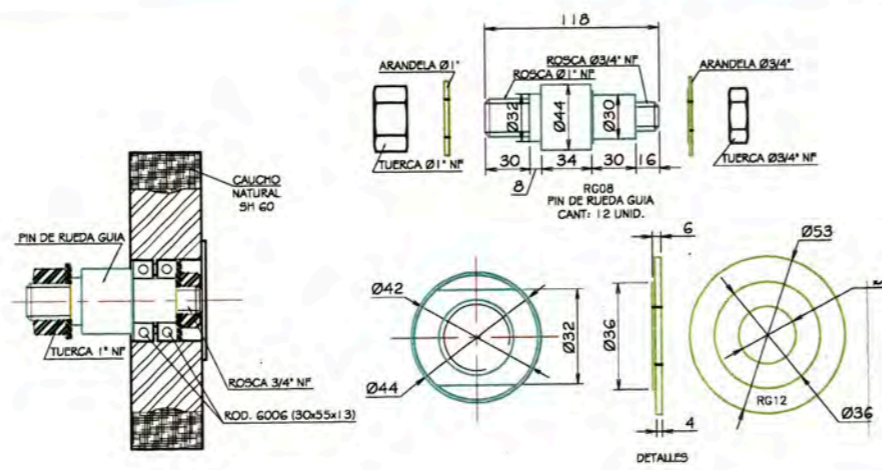
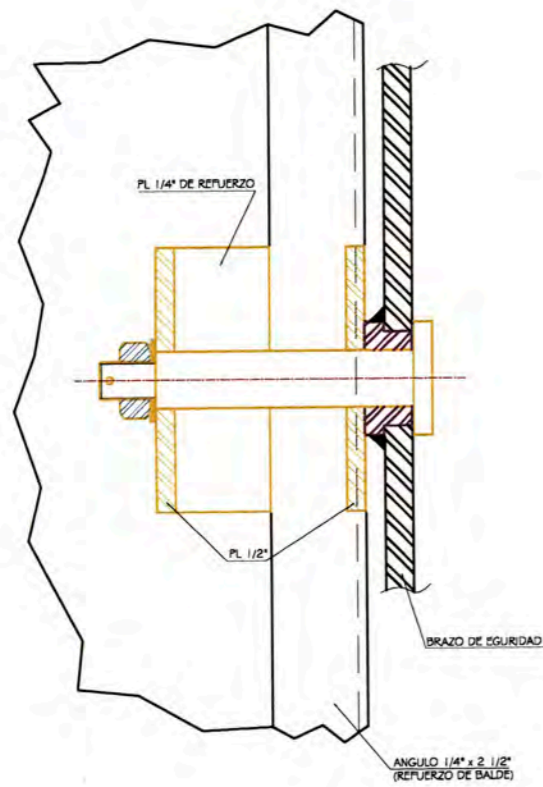


SUPERFICIES MAQUINADAS (▽▽▽)  
PIEZAS FUNDIDAS (▽▽)

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
PROYECCION:			COMPANIA: CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
DIBUJO:			PROYECTO: SKIP - JAULA 5.5 Tn.
TITULO:			POLIN DE VOLTEO
DISEÑO:			BM INGENIERIA REVISADO: R. BENITES
DIBUJO:			A. SERRANO APROBADO: R. BENITES
FECHA:			03-06-2005 ESCALA: 1:5 PAPEL: A4
PLANO:			BM-005/05-CA1.1-002-013 REV: 4

REVISIONES	REV.	EMITIO PARA	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
4			MODIFICACIONES EN TALLER	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	03-06-2005
3			MODIFICACIONES EN TALLER	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	04-05-2005
2			PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	30-04-2005
1			PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	11-04-2005



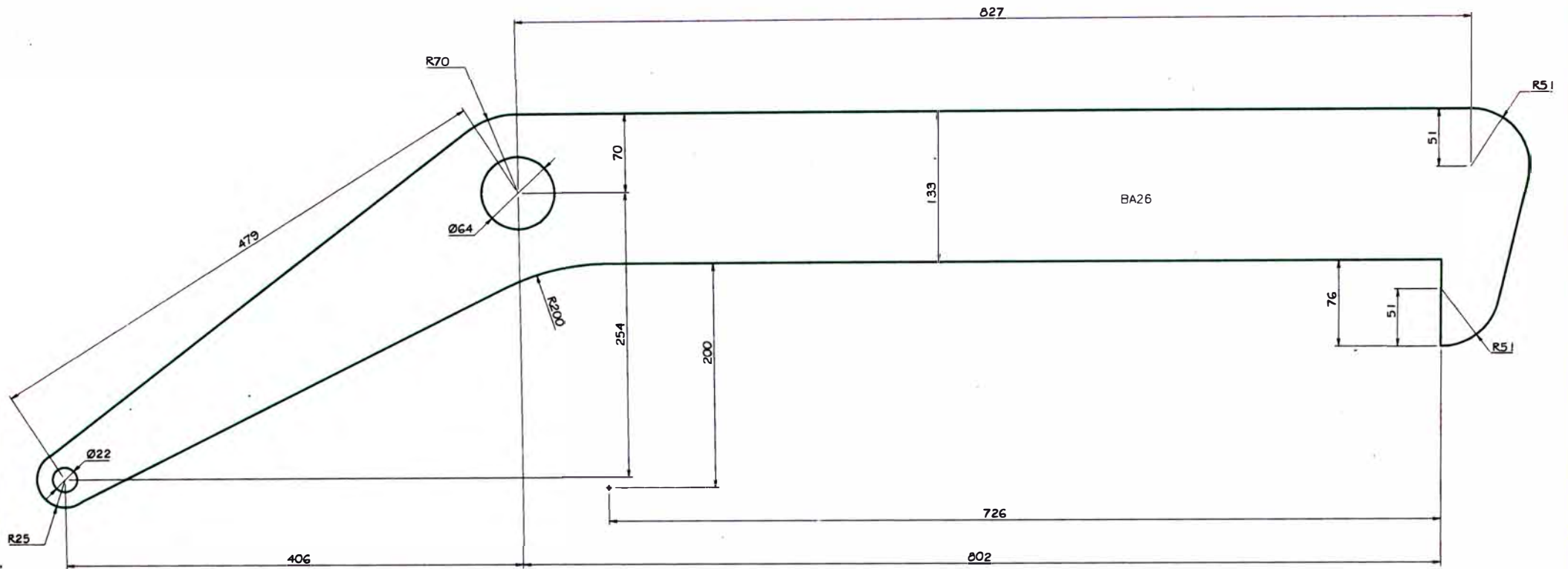


SUPERFICIES MAQUINADAS (VVV)  
 PIEZAS FUNDIDAS (VV)

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
PROYECCION:			COMPANIA: <b>CIA. MINERA CASAPALCA S.A.</b>
PROYECTO:			<b>SKIP - JAULA 5.5 Tn.</b>
TITULO:			<b>PINES, BOCINAS Y ACCESORIOS</b>
DISEÑO:		BM INGENIERIA	REVISADO: R. BENITES
DIBUJO:		A. SERRANO	APROBADO: R. BENITES
FECHA:		04-06-2005	ESCALA: 1:5 PAPER: A3
PLANO:		<b>BM-005/05-CA1.1-002-014</b>	REV: <b>2</b>



REVISIONES	REV.	EMITIDO PARA	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
	2		REVISION FINAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	04-06-2005
	1		REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	20-04-2005



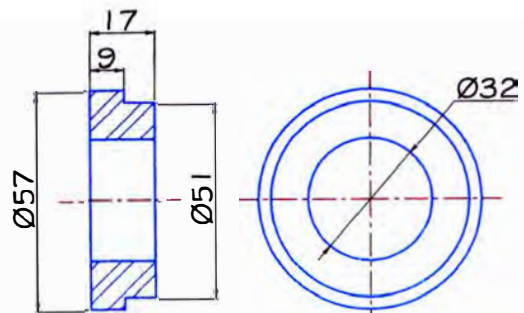
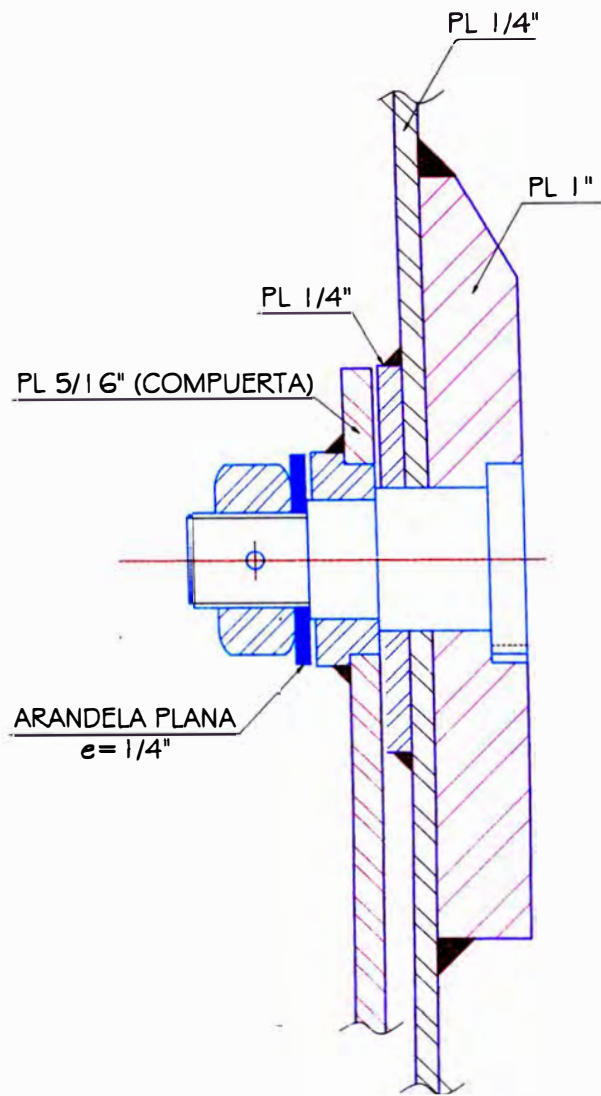


BRAZO DE SEGURIDAD  
 PL 3/4"  
 CANT: 01 UNID.

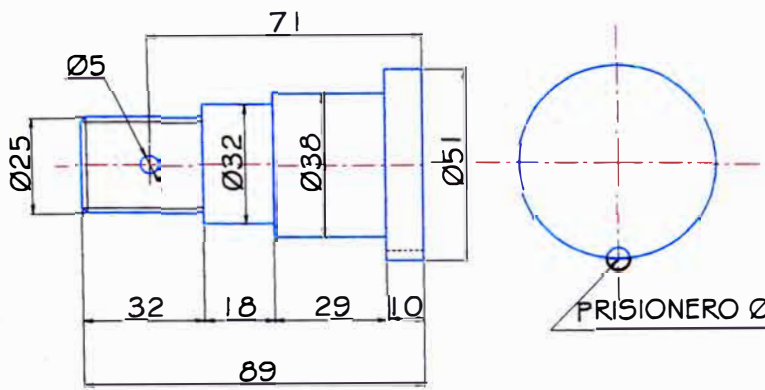
(∇) TODOS LOS FILOS ESMERILADOS

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
PROYECCION:			COMPANIA: <b>CIA. MINERA CASAPALCA S.A.</b>
			PROYECTO: <b>SKIP - JAULA 5.5 Tn.</b>
			TITULO: <b>BRAZO DE SEGURIDAD</b>
DISEÑO: BM INGENIERIA		REVISADO: R. BENITES	
DIBUJO: A. SERRANO		APROBADO: R. BENITES	
FECHA: 04-06-2005		ESCALA: 1:5	PAPEL: A4
PLANO: <b>BM-005/05-CA1.1-002-015</b>			REV: 

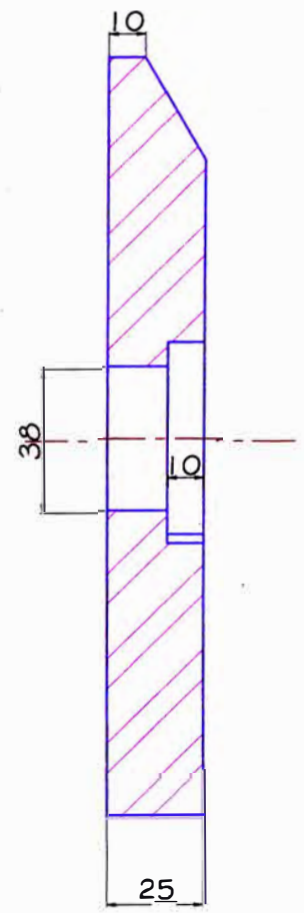
REVISIONES	REV	EMITIDO PARA	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
	2		REVISION FINAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	04-06-2005
	1		REVISION Y APROBACION	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	21-04-2005



BOCINA DE PIN  
CANT: 02 UNID.  
BA19



PIN DE COMPUERTA  
CANT: 02 UNID.  
BA18



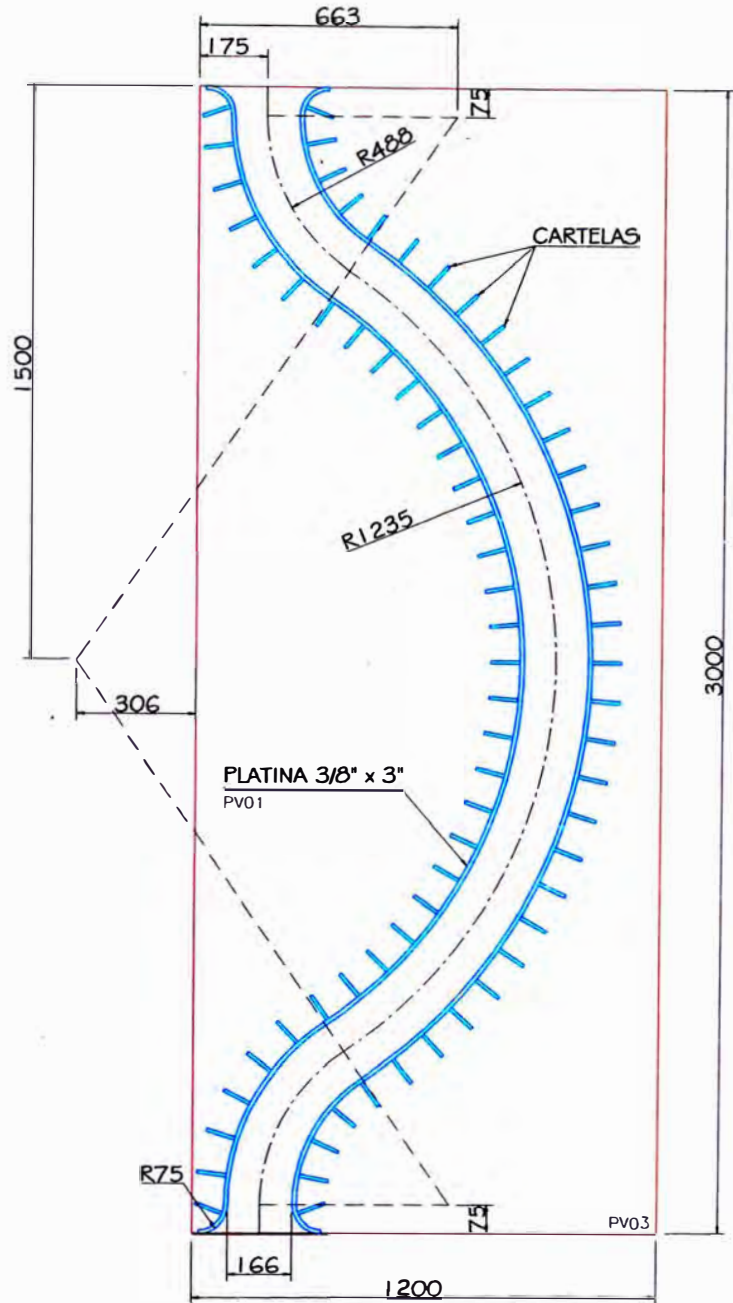
BA16

(▽▽▽) PULIDO

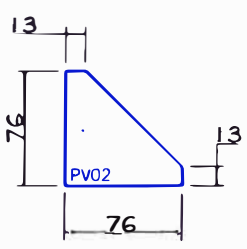
REVISIONES	REV.	EMITIDO PARA	DESCRIPCION	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	04-06-2005
3		REVISION FINAL	MODIFICACIONES EN TALLER	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	04-06-2005
2		REVISION Y APROBACION	MODIFICACIONES EN TALLER	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	04-05-2005
1		REVISION Y APROBACION	PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA	R. BENITES	R. BENITES	18-04-2005
				DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
			COMPANIA: <b>CIA. MINERA CASAPALCA S.A.</b>
			PROYECTO: <b>SKIP - JAULA 5.5 Tn.</b>
			TITULO: <b>PIN DE COMPUERTA - ENSAMBLE</b>
			DISEÑO: <b>BM INGENIERIA</b> REVISADO: <b>R. BENITES</b>
			DIBUJO: <b>A. SERRANO</b> APROBADO: <b>R. BENITES</b>
			FECHA: <b>04-05-2005</b> ESCALA: <b>1:2</b> PAPEL: <b>A4</b>
			PLANO: <b>BM-005/05-CA1.1-002-016</b> REV: <b>3</b>

PROYECCION: 
  
  
**INGENIEROS S.A.C.**
  
 INGENIERIA Y DISEÑO DE LA JAULA SKIP DEFINITIVO CASAPALCA



PLACAS DE VOLTEO  
 PLANCHA 1/2"  
 CANT: 02 UNID.

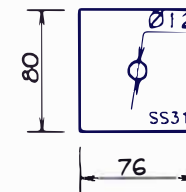
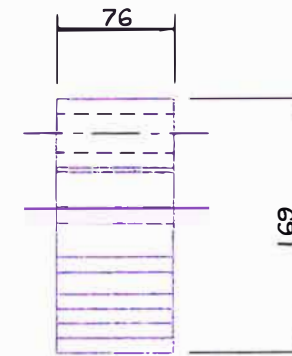
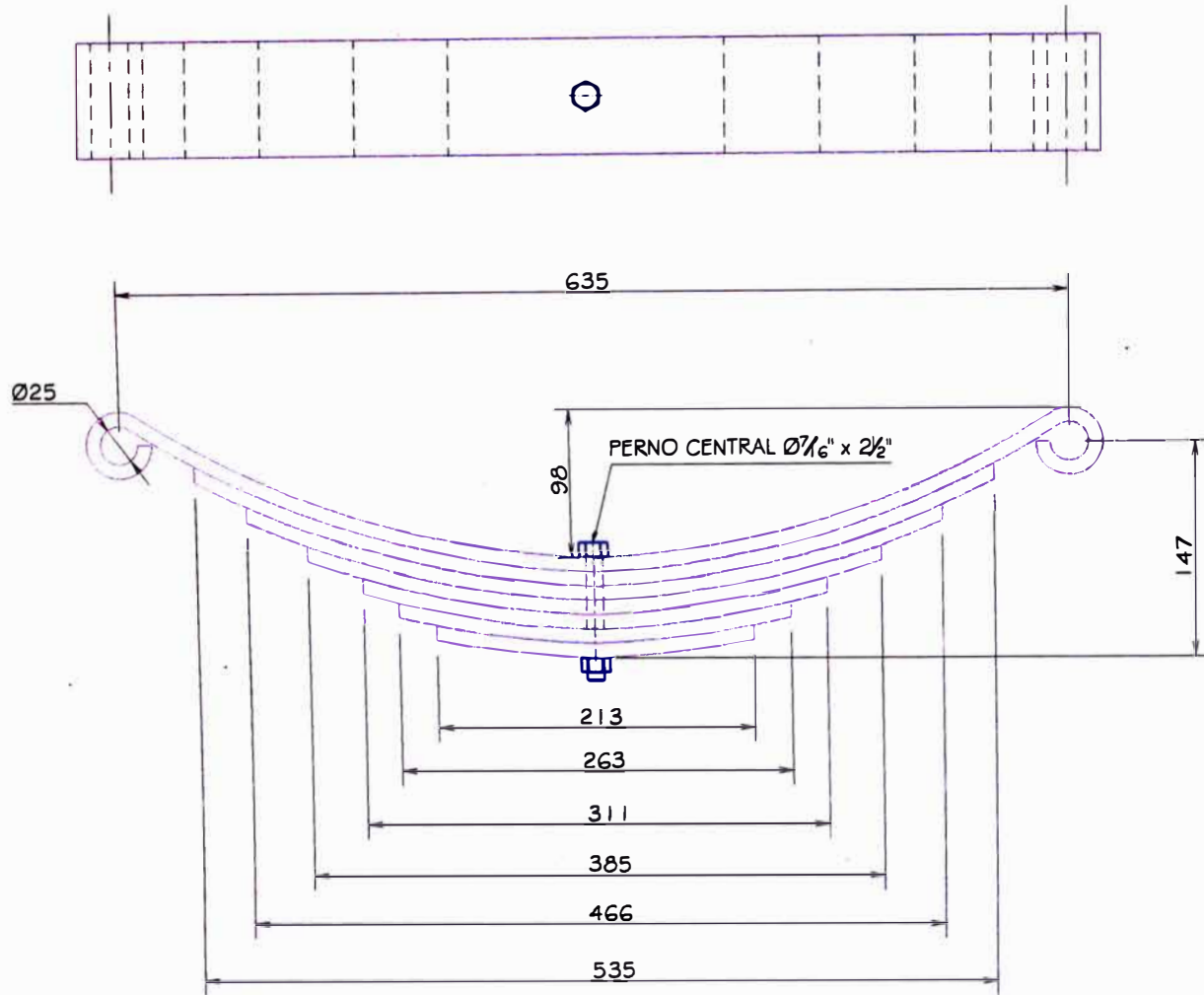


CARTELAS  
 PLANCHA 3/8"  
 CANT: 140 UNID.

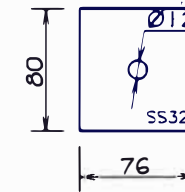
**NOTA:** CARTELAS SEPARADAS CADA 100mm  
 (∇) TODOS LOS EXTREMOS ESMERILADOS Y LIMPIAR LAS ESCORIAS DE SOLDADURA

REV.	DESCRIPCION	DESENHO	REVISOR	APROBACION	FECHA
2	REVISION FINAL	PLANO DE ARBOLADO GENERAL	A. SERIBANO	BM INGENIERIA	R. BENTES
1	REVISION Y APROBACION	PLANO DE ARBOLADO GENERAL	A. SERIBANO	BM INGENIERIA	R. BENTES
	EXISTE PARA				

ITEM	COORD	CANT	DESCRIPCION
			PROTECCION
			COMPANIA: CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
			PROYECTO: SKIP - JALJA 5.5 Tn
			TITULO: PLACAS DE VOLTEO
			DISENHO: BM INGENIERIA
			APROBACION: R. BENTES
			DESENHO: A. SERIBANO
			APROBACION: R. BENTES
			FECHA: 04-08-2005
			ESCALA: 1/20
			PLANO: BM-0205-CAT.1-002-017
			REV.



SUPLE  
PL 1"  
CANT: 01 UNID.



SUPLE  
PL 1/2"  
CANT: 01 UNID.

RESORTE SEMIELIPTICO  
1 HOJA COMPLETA  
6 HOJAS GRADUABLES  
ESPESOR 3/8"  
ANCHO 3"  
CANT: 01 UNID.

SS03

(▽) TODOS LOS EXTREMOS ESMERILADOS

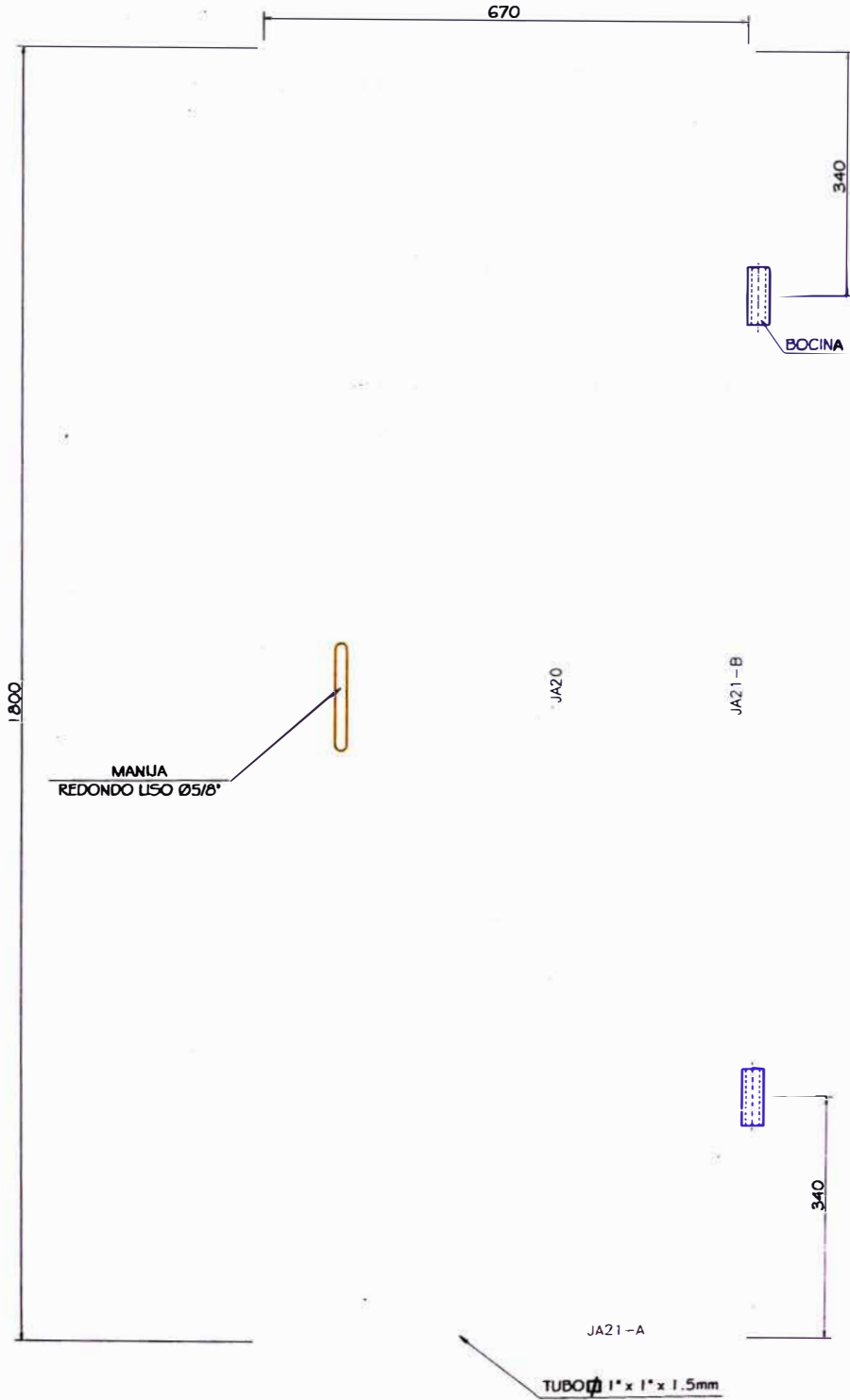
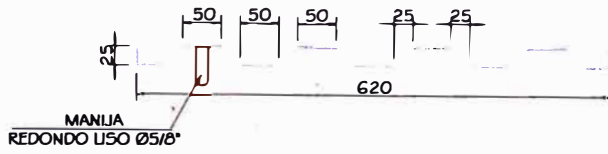
ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
	PROYECCION:		COMPANIA: <b>CIA. MINERA CASAPALCA S.A.</b>
			PROYECTO: <b>SKIP - JAULA 5.5 Tn.</b>
			TITULO: <b>RESORTE SEMIELIPTICO</b>
	DISEÑO:	BM INGENIERIA	REVISADO: R. BENITES
	DIBUJO:	A. SERRANO	APROBADO: R. BENITES
	FECHA:	02-11-2005	ESCALA: 1:5 PAPEL: A4
	PLANO:	<b>BM-005/05-CA1.1-002-018</b>	REV: 3

REV.	REVISIONES	EMITIDO PARA	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
3	REVISION FINAL		PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	02-11-2005
2	REVISION FINAL		PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	08-06-2005
1	REVISION Y APROBACION		PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	06-05-2005



INGENIEROS S.A.C.  
WINGEMERIAZCOISEAOJUALA SKIP DEFINITIVO CASAPALCA

ACANALADO EN PLANCHA DE 1/32"  
 LONGITUD= 1750  
 CANT: 04 UNID.



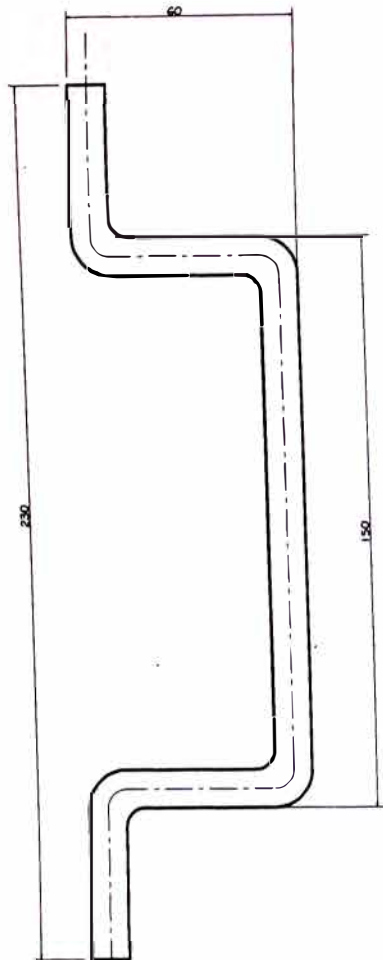
PUERTA DE JAULA  
 CANT: 04 UNID.

(V) TODOS LOS EXTREMOS ESMERILADOS

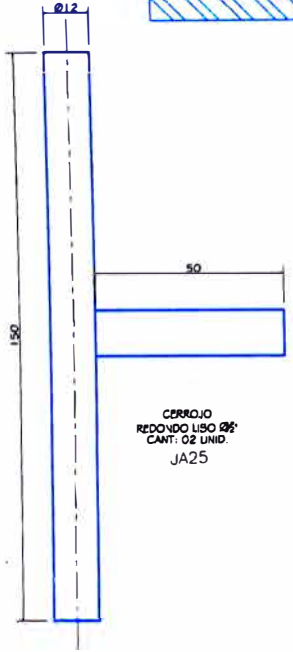
ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
PROYECCION			COMPANIA: CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
PROYECTO			SKIP - JAULA 5.5 Tn
TITULO			PUERTA DE JAULA
01	BM INGENIERIA	REVISADO	R. BENTES
02	A. SEPANO	APROBADO	R. BENTES
03	03-05-2005	ESCALA	1/10   PAPEL 44
PLANO:			BM-035-05-CA1.1-002-010
REV			FEV

REV	FECHA PARA	DESCRIPCION	DELLD	DESDO	REVISOR	APROBACION	FECHA
2		REVISION FINAL	A. SEPANO	BM INGENIERIA	R. BENTES	R. BENTES	08-06-2005
1		REVISION Y APROBACION	A. SEPANO	BM INGENIERIA	R. BENTES	R. BENTES	13-04-2005

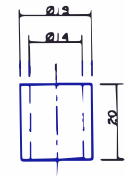




MANILIA DE PISO PIVOTANTE  
REDONDO LISO Ø3/8"  
CANT: 02 UNID.  
BA41



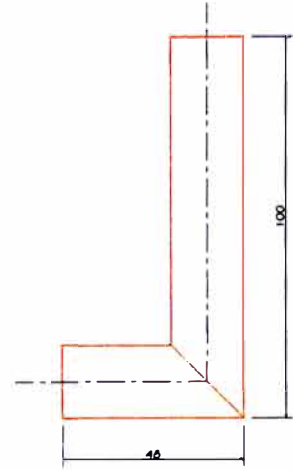
CERROJO  
REDONDO LISO Ø2"  
CANT: 02 UNID.  
JA25



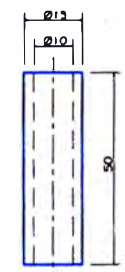
BOCINAS PARA CERROJO  
CANT: 06 UNID.  
JA26



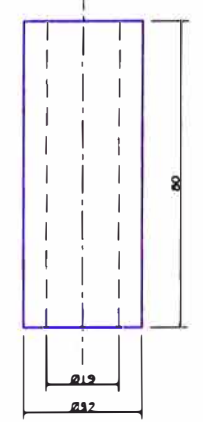
MANILIA DE PUERTA DE JAULA  
REDONDO LISO Ø5/8"  
CANT: 02 UNID.  
JA24



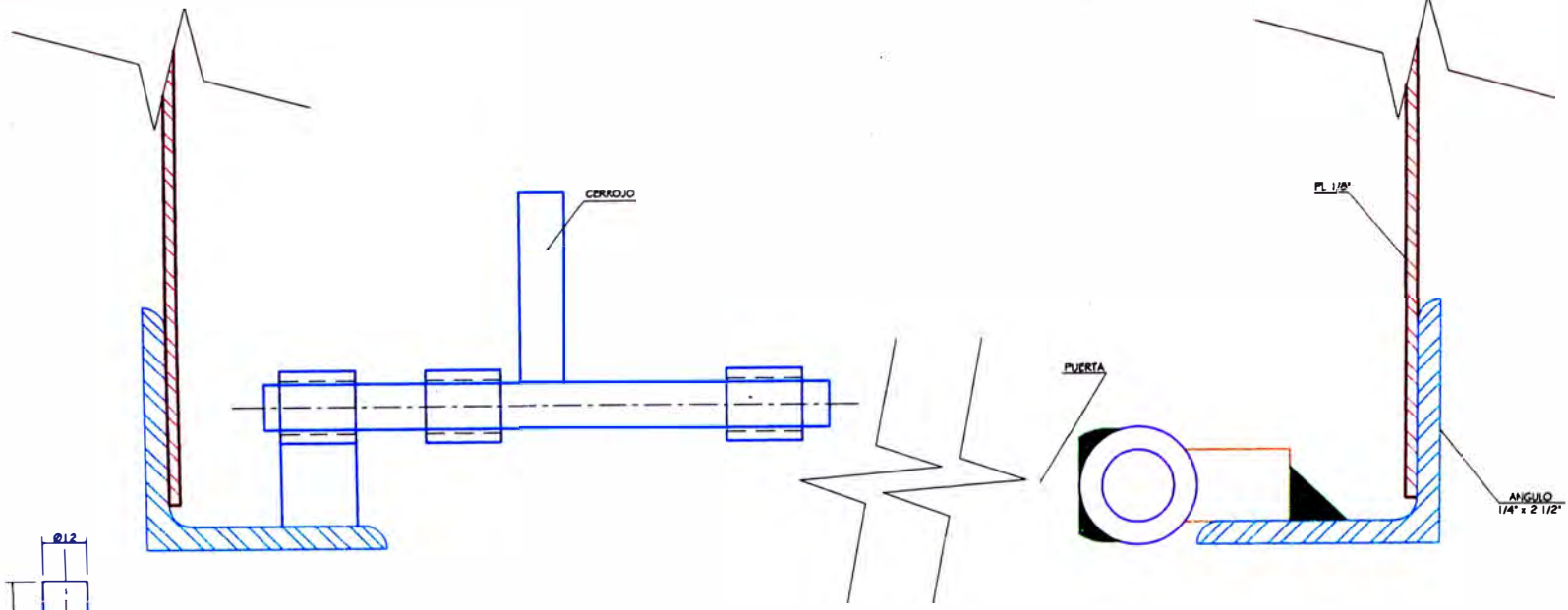
REDONDO LISO Ø3/4"  
CANT: 04 UNID.  
JA23



TUBO 3/8"  
CANT: 04 UNID.  
BA42



BOCINA  
CANT: 04 UNID.  
JA22



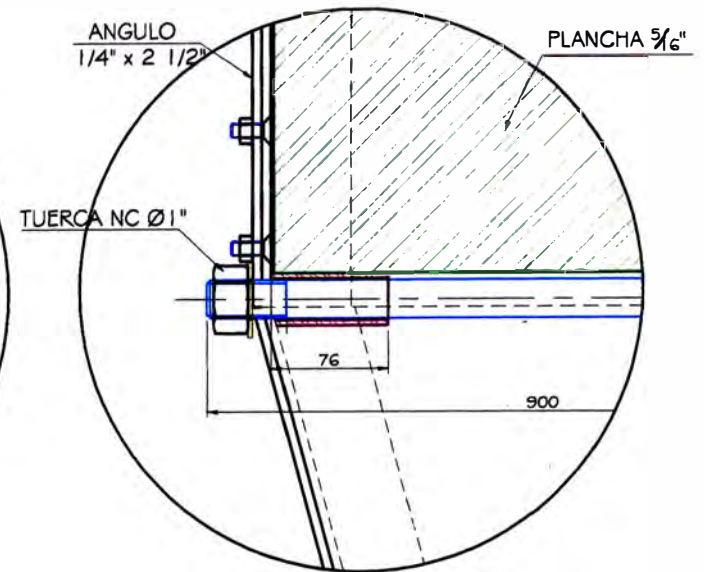
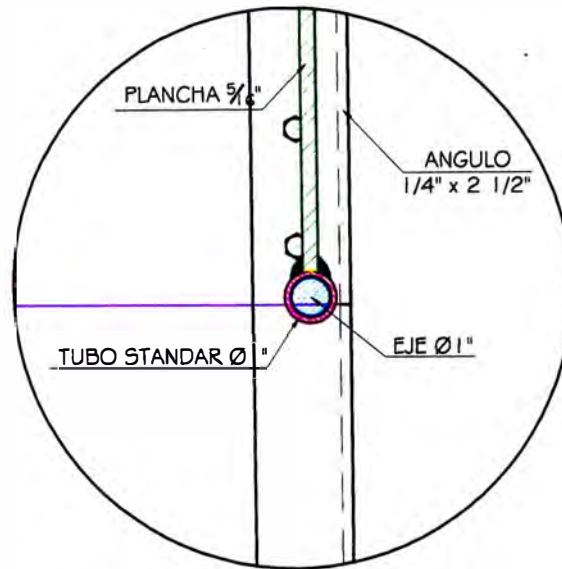
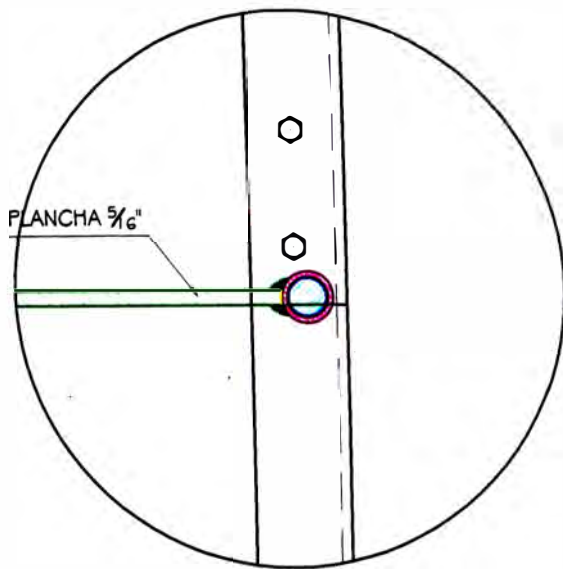
(▽▽) ACABADO PULIDO DE PIEZAS MAQUINADAS

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
PROYECCION:			COMPANIA: <b>CIA. MINERA CASAPALCA S.A.</b>
			PROYECTO: <b>SKIP - JAULA 5.5 Tn.</b>
			TITULO: <b>DETALLES Y ACCESORIOS - PUERTA</b>
DISEÑO: <b>BM INGENIERIA</b>		REVISADO: <b>R. BENITES</b>	
DIBUJO: <b>A. SERRANO</b>		APROBADO: <b>R. BENITES</b>	
FECHA: <b>16-05-2005</b>		ESCALA: <b>1:2</b> PAPEL: <b>A4</b>	
PLANO: <b>BM-005/05-CA1.1-002-020</b>			REV:


REV.	EMITIDO PARA	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
2	REVISION Y APROBACION	PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	16-05-2005
1	REVISION Y APROBACION	PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	13-05-2005





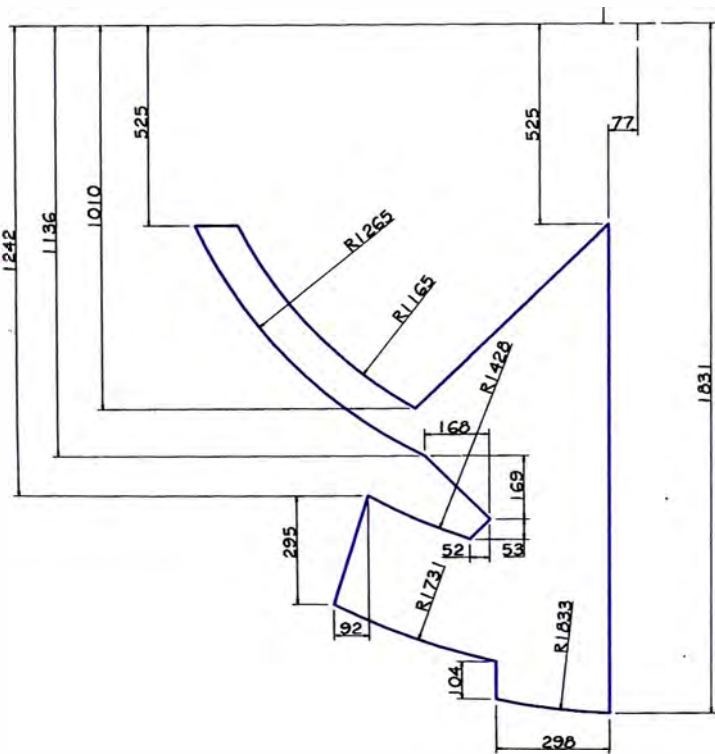
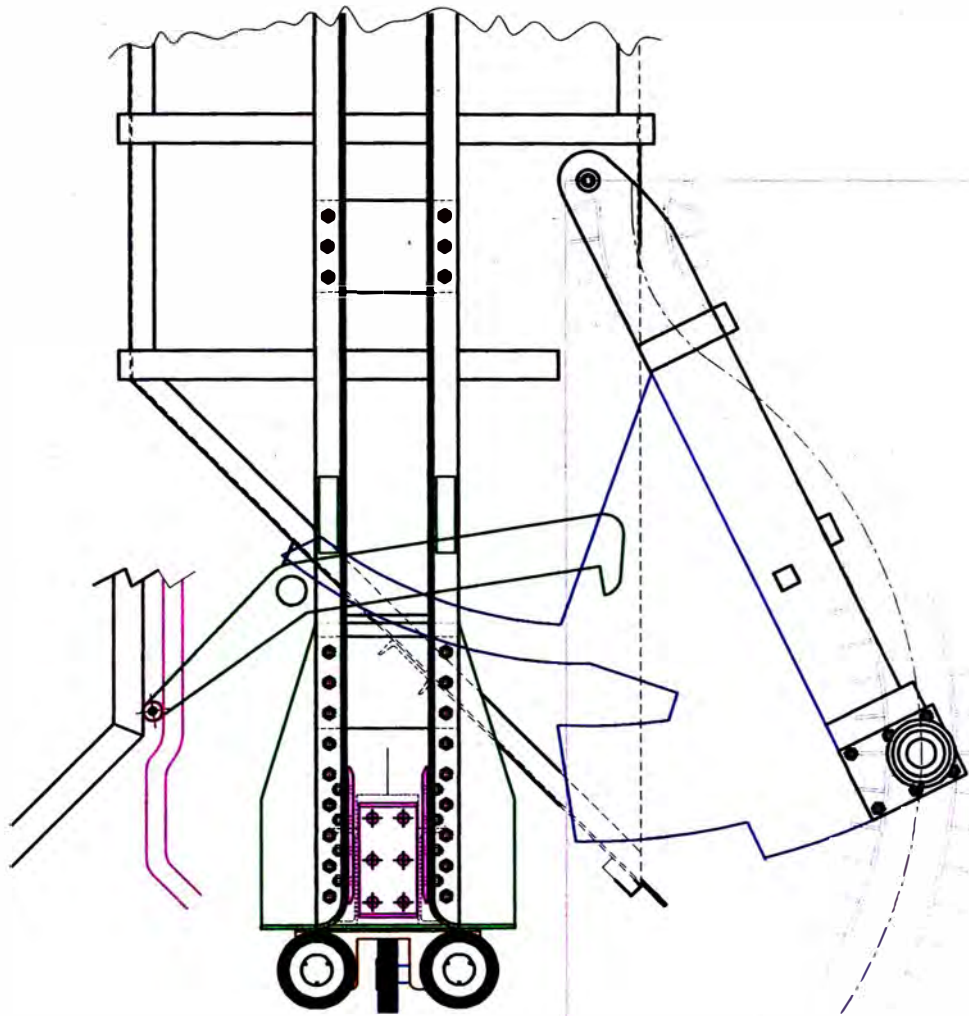


(▽) TODOS LOS FILOS ESMERILADOS

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION
PROYECCION:			COMPANIA: <b>CIA. MINERA CASAPALCA S.A.</b>
			PROYECTO: <b>SKIP - JAULA 5.5 Tn.</b>
			TITULO: <b>PISO PIVOTANTE - DETALLES</b>
DISEÑO: <b>BM INGENIERIA</b>		REVISADO: <b>R. BENITES</b>	
DIBUJO: <b>A. SERRANO</b>		APROBADO: <b>R. BENITES</b>	
FECHA: <b>08-06-2005</b>		ESCALA: <b>1:5</b>	PAPÉL: <b>A4</b>
PLANO: <b>BM-005/05-CA1.1-002-022</b>			REV. 

REVISIONES	REV.	EMITIDO PARA	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISION	APROBACION	FECHA
	2		PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	08-06-2005
	1		PLANO DE ARREGLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA.	R. BENITES	R. BENITES	16-05-2005

INGENIERIA2C:DISEÑO/JAULA SKIP DEFINITIVO CASAPALCA 2005.dwg



ITEM	CODIGO	CANT.	DESCRIPCION
PROYECCION			COMPANIA: CIA. MINERA CASAPALCA S.A.
PROYECTO: SKIP - JAULA 5.5 Tn			TITULO: GUARDA DE COMPUERTA AMPLIACION
DISEÑO: BM INGENIERIA		REVISADO: P. BENTES	
DIBUJO: A. SERRANO		APROBADO: P. BENTES	
FECHA: 07-09-2005		ESCALA: 1/20	PAPER: A4
PLANO: BM-00505-CA.1-002-025			REV: 1

REVISIONES	REVISION Y APROBACION	PLANO DE ARRIBLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA	P. BENTES	P. BENTES	07-09-2005
1	REVISION Y APROBACION	PLANO DE ARRIBLO GENERAL	A. SERRANO	BM INGENIERIA	P. BENTES	P. BENTES	07-09-2005
REV	EDITO PARA	REVISIONES	DIBUJO	DISEÑO	REVISOR	APROBACION	FECHA