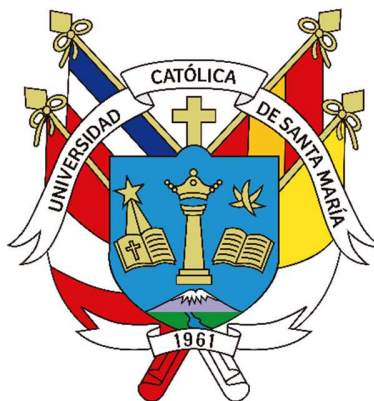


**Universidad Católica de Santa María**

**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**

**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA PARA FACILIDADES DE CAMBIO DE CADENA DE ALIMENTADOR DE PLACAS EN UNA PLANTA CONCENTRADORA DE COBRE EN EL SUR DEL PERÚ”**

Tesis presentada por el bachiller:

**Aguilar Chavez, Cristhian Alexander**

Para optar por el Título Profesional de:

**Ingeniero Mecánico Electricista**

**Asesor:**

**Mg. Donayre Cahua, Jesús**

**Arequipa – Perú**

**2022**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 10 de Octubre del 2022

**Dictamen: 003405-C-EPIMMEM-2022**

Visto el borrador del expediente 003405, presentado por:

**2013700021 - AGUILAR CHAVEZ CRISTHIAN ALEXANDER**

Titulado:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA PARA FACILIDADES DE CAMBIO DE  
CADENA DE ALIMENTADOR DE PLACAS EN UNA PLANTA CONCENTRADORA DE  
COBRE EN EL SUR DEL PERÚ**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1469 - CHIRE RAMIREZ EMILIO  
DICTAMINADOR**



**1828 - GORDILLO ANDIA CARLOS  
ALBERTO DICTAMINADOR**



**1895 - CARPIO RIVERA MARCO ANTONIO  
DICTAMINADOR**



## DEDICATORIA

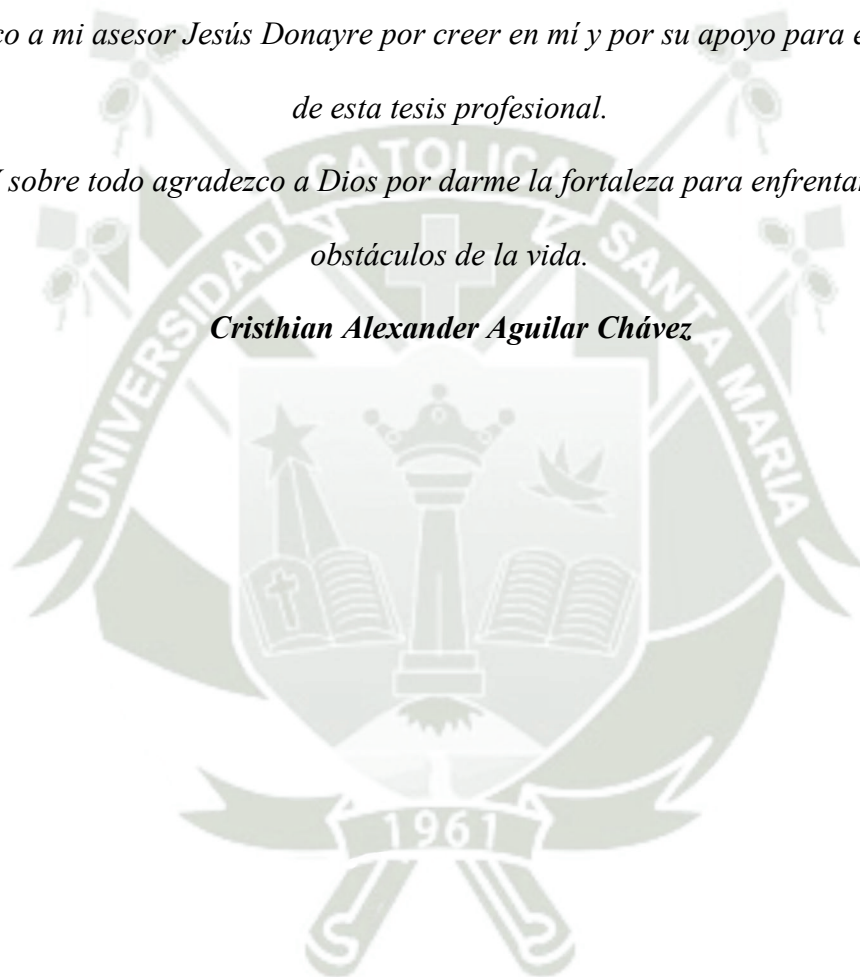
*Dedico esta tesis a mis padres, Alan Aguilar, Julissa Chávez, cuyo esfuerzo, orientación y motivación me ayuda a lograr mis metas.*

*A mi familia quienes a lo largo de mi vida siempre me apoyaron y creyeron en mí.*

*Agradezco a mi asesor Jesús Donayre por creer en mí y por su apoyo para el desarrollo de esta tesis profesional.*

*Y sobre todo agradezco a Dios por darme la fortaleza para enfrentar los obstáculos de la vida.*

***Cristhian Alexander Aguilar Chávez***



## RESUMEN

En el sector minero especialmente en la gran minería es requerida una disponibilidad alta de los equipos de minería, entre ellos se encuentran los Alimentadores de Placas de chancado primario, esto nos insta a buscar mejoras para la mantención de estos equipos.

Las actividades que se realizan para cambiar los componentes desgastados de un Alimentador de Placas, son repetitivas y llevan consigo la implicación de un desmesurado uso recursos de mantenimiento.

Esto hace necesario el diseño y construcción de un sistema para el cambio de componentes de un Alimentador de placas por la necesidad de mejorar disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de la planta; este sistema incluye rodillos, plataformas de mantenimiento, postes de tiro, rodillos guía de techo, carros de mantenimiento, carro para el retiro de Electroimán, esto nos permitirá realizar mejorar la mantenibilidad del Alimentador, el diseño y selección de componentes y materiales se realizará con normas internacionales de ingeniería y análisis por elementos finitos.

En este diseño se usa cálculos mecánicos de los principales elementos y componentes, simulaciones de los principales componentes en el software Inventor por el método de elementos finitos. Se detallan los pasos necesarios a seguir hasta la obtención de los resultados y realizar una contrastación con normas de ingeniería, para poder juzgar la validez y precisión de los mismos.

Es por ello que la implementación de este sistema permitirá mejorar la disponibilidad, mantenibilidad del equipo, menor uso de recursos de mantenimiento y seguridad.

**Palabras clave:** Alimentador de placas, Gran minería, Mantenibilidad, Chancado primario.

## ABSTRACT

In the mining sector, especially in large-scale mining, a high availability of mining equipment is required, among them are the Primary Crushing Plate Feeders, this urges us to seek improvements for the maintenance of this equipment.

The activities that are carried out to change the worn components of a Plate Feeder are repetitive and carry with them the implication of an excessive use of maintenance resources.

This makes it necessary to design and build a system for changing the components of a Plate Feeder due to the need to improve plant availability, maintainability and safety; This system includes rollers, maintenance platforms, shooting posts, roof guide rollers, maintenance cars, electromagnet removal car, this will allow us to improve the maintainability of the Feeder, the design and selection of components and materials will be carried out with international engineering standards and finite element analysis. In this design, mechanical calculations of the main elements and components are used, simulations of the main components in the Inventor software by the finite element method. The necessary steps to be followed until the results are obtained and to carry out a comparison with engineering standards, in order to judge their validity and precision, are detailed.

That is why the implementation of this system will improve the availability, maintainability of the equipment, less use of maintenance and security resources.

**Keywords:** Apron Feeder, Big mining, Maintainability, Primary crushing.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad para realizar el cambio de las cadenas, bandejas y demás componentes de desgaste del Alimentador de Placas de chancado primario se requiere retirarlo uno por uno, generando sobre esfuerzo del personal y por otro lado exponiéndolos a gases por la generación del corte de las cadenas con oxiflame, maniobras con winches, tecles y mono rieles para ejecutar el retiro de 119 bandejas. Ante esto la presente tesis muestra el diseño de un sistema para realizar un cambio rápido de cadenas y bandejas, presentar un diseño óptimo requerido para que cumpla las exigencias solicitadas, así como un análisis mecánico de cada componente y selección y justificación de elementos que van a ser incorporados en el diseño de este sistema.

Con la realización y puesta en marcha de este diseño se busca mejorar la estrategia de mantenimiento en el chancado primario así mismo realizar de optimizar los procedimientos de mantenimiento de alimentador de placas, minimizando los posibles incidentes y accidentes de seguridad del personal involucrado en las tareas del mantenimiento. Este sistema nos permitirá optimizar al máximo el tiempo en que se realiza el cambio de cadenas y placas al ser estos elementos de desgaste, además el cambio debería ser rápido y no tomar mucho tiempo ni recursos por parte del personal se busca reducir los tiempos de mantenimiento ayudándose de las planificaciones previas de mantenimiento realizado por planners y supervisores siguiendo el plan anual de mantenimiento. Para el desarrollo de este tema de investigación tendremos que recurrir a los conocimientos obtenidos en los cursos de pregrado de la carrera, como son resistencia de materiales, diseño de elementos, diseño de mecanismos y mantenimiento este estudio será un aporte de gran importancia para el desarrollo de nuevas tecnologías aplicables a la minería.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
RESUMEN .....	II
ABSTRACT .....	III
INTRODUCCIÓN.....	IV
ÍNDICE GENERAL .....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
CAPITULO I.....	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1. ANTECEDENTES.....	17
1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	18
1.3 OBJETIVOS .....	19
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
CAPITULO II.....	20
2. MARCO TEÓRICO .....	20
2.1 DESCRIPCIÓN DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE COBRE .....	20
2.1.1 DESCRIPCIÓN DE CHANCADO PRIMARIO .....	22
CAPÍTULO III .....	52
3. MANTENIMIENTO DE ALIMENTADOR DE PLACAS.....	52
3.1 INTRODUCCIÓN .....	52
3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ALIMENTADOR DE PLACAS .....	52
a) MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL .....	53
b) MANTENIMIENTO SEMESTRAL .....	54
c) MANTENIMIENTO ANUAL .....	54

3.3 MANTENIMIENTOS DE ALIMENTADOR DE PLACAS .....	54
3.3.2 DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO OVERHAUL.....	55
3.4 PROCEDIMIENTO DE CAMBIO DE CADENAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PARA CAMBIO DE CADENAS.....	68
3.5. COMPARACIÓN ENTRE EL PROCEDIMIENTO ACTUAL Y EL SISTEMA PARA CAMBIO DE CADENA.....	73
3.5.1 CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO .....	76
3.5.1 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO SIN SISTEMA .....	77
3.5.2 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO CON SISTEMA .....	78
CAPITULO IV .....	79
4. INGENIERÍA DEL PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO RÁPIDO DE UN ALIMENTADOR DE PLACAS .....	79
4.1 DISEÑO DEL SISTEMA PARA FACILIDADES DE CAMBIO DE CADENA Y PLACAS .....	79
4.1.1 CALCULO DE LAS FUERZAS SUSPENDIDAS POR CAMBIO DE LA CADENA .....	80
4.1.2 CÁLCULO DEL PANDEO DE LAS COLUMNAS LATERALES.....	91
4.1.3 CÁLCULO DE ESFUERZO EN POSTE DE TIRO .....	99
4.1.4 CÁLCULO DE ESFUERZO EN SOPORTE DE RODILLO .....	105
4.1.5 CÁLCULO DE ESFUERZO EN RODILLO SUPERIOR .....	110
4.1.6 CÁLCULO DE ESFUERZO EN CARRO TRANSPORTE.....	114
4.1.7 CÁLCULO DE ESFUERZO EN CARRO TRANSPORTE.....	119
4.1.8 CÁLCULO DE ESFUERZO DE LAS RUEDAS.....	124
4.1.9 CÁLCULO DE ESFUERZO DE LA PLATAFORMA.....	127
4.2 CÁLCULO DE ESFUERZOS SELECCIÓN DE TORNILLOS Y PERNOS.....	132
4.2.1. CÁLCULO DE PERNOS EN LA BASE DESLIZANTE .....	132
4.2.2. CÁLCULO DE PERNOS EN POSTE DE TIRO .....	134
4.2.3. CÁLCULO DE PERNOS Y ESPÁRRAGOS EN SOPORTE DE RODILLO ..	137
4.2.4. CÁLCULO DE PERNOS EN LAS PLATAFORMAS .....	142
4.3 CÁLCULO DE SOLDADURA .....	144
4.3.1 CÁLCULO DE SOLDADURA EN LAS UNIONES DE ACERO ASTM A36.	144

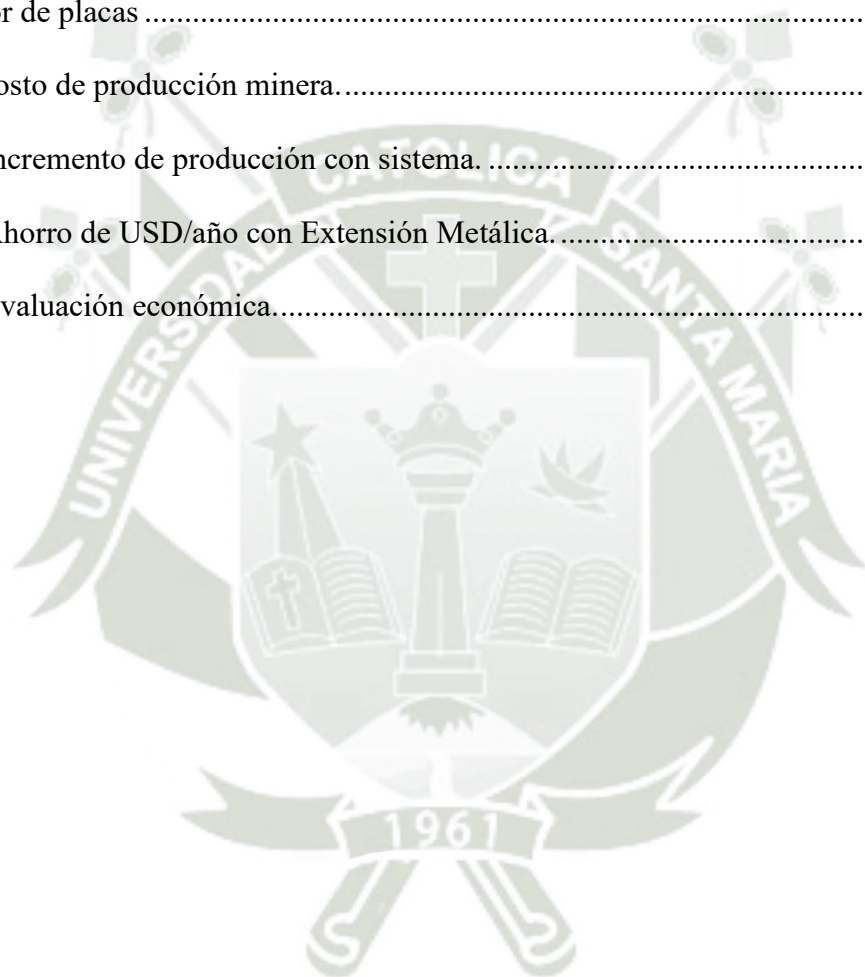
4.4 SELECCIÓN DE COMPONENTES .....	148
4.4.1 CÁLCULO DE LOS RODAMIENTOS .....	148
4.4.2 SELECCIÓN DE TIRFOR .....	152
4.4.3 SELECCIÓN DE RUEDAS PARA CARROS.....	153
4.4.4 SELECCIÓN DE ESLINGAS DE IZAJE .....	154
4.5 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO .....	156
4.6 EXIGENCIAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA.....	157
4.7 FUNCIÓN DEL SISTEMA DE RETIRO DE CADENA .....	157
CAPITULO V .....	158
5. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	158
5.1 INTRODUCCIÓN .....	158
5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN .....	158
5.3 EVALUACIÓN DE COSTOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE .....	159
5.3.1 METRADO .....	159
5.3.2 PRESUPUESTO ESTIMADO FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA PARA FACILIDADES DE CAMBIO DE CADENA Y PLACAS DE ALIMENTADOR DE PLACAS.....	160
5.3.3 ANÁLISIS HORA-HOMBRE FABRICACIÓN.....	166
5.3.4 ANÁLISIS HORA-HOMBRE MONTAJE .....	167
5.4 CRONOGRAMAS DE FABRICACIÓN Y DE MONTAJE .....	167
5.4.1 DIAGRAMA DE GANTT INTEGRADO FABRICACIONES.....	168
5.4.2 HISTORIAL DE USO DE RECURSOS .....	169
5.4.3 DIAGRAMA DE GANTT INTEGRADO MONTAJE .....	170
5.5 EVALUACIÓN DE COSTO BENEFICIO PRODUCCIÓN .....	171
5.5.1 COSTO DE PRODUCCIÓN MINERA.....	171
5.5.2 COSTO BENEFICIO SISTEMA PARA FACILIDADES CAMBIO DE CADENA DE ALIMENTADOR DE PLACAS.....	171
CONCLUSIONES.....	173
RECOMENDACIONES .....	175
REFERENCIAS .....	176

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales equipos de chancado primario. ....	28
Tabla 2: Especificaciones técnicas de Alimentador de Placas .....	34
Tabla 3: Características técnicas de eslabones de cadena. ....	36
Tabla 4: Características técnicas de placas de Alimentador de Placas. ....	41
Tabla 5: Características técnicas de pernos de sujeción de Placas. ....	42
Tabla 6: Características técnicas de sistema de accionamiento. ....	43
Tabla 7: Especificaciones técnicas de Electro imán Eriez. ....	50
Tabla 8: Plan de mantenimiento mensual. ....	53
Tabla 9: Plan de mantenimiento semestral. ....	54
Tabla 10: Plan de mantenimiento anual. ....	54
Tabla 11: Tabla de Tiempos de duración de los mantenimientos del Alimentador de Placas. .....	74
Tabla 12: Personal que realizó las tareas de mantenimiento. ....	75
Tabla 13: Detalles de actividades, personas, horas de trabajo y horas hombres. ....	76
Tabla 14: Cronograma de mantenimiento de Alimentador de Placas. ....	77
Tabla 15: Cronograma de mantenimiento de Alimentador de Placas con sistema. ....	78
Tabla 16: Coeficientes de fricción estática. ....	83
Tabla 17: Composición de acero A53. ....	86
Tabla 18: Momentos de inercia. ....	87
Tabla 19: Tubería SCHEDULE 40 AL CARBÓN, especificaciones nominales. ....	88
Tabla 20: Modulo de elasticidad de acero A36. ....	92
Tabla 21: Coeficientes de fricción de Acero - Acero. ....	100
Tabla 22: Platinas de Acero A36. ....	101

Tabla 23: Tabla de características para perfil T estructural.....	116
Tabla 24: Pesos característicos de equipos de minería.....	120
Tabla 25: Tabla de características para perfil T estructural.....	121
Tabla 26: Especificaciones del cálculo.....	125
Tabla 27: Coeficientes de rodadura.....	126
Tabla 28: Selección de rueda para carro.....	153
Tabla 29: Tabla para selección de eslingas.....	154
Tabla 30: Tabla de metrado de sistema de facilidades de cambio de cadena y placas de alimentador de placas.....	159
Tabla 31: Costo Acero para Fabricación del sistema.....	160
Tabla 32: Costo de Materiales para Fabricación.....	161
Tabla 33: Mano de Obra Directa para Fabricación.....	162
Tabla 34: Mano de Obra Directa para Montaje.....	162
Tabla 35: Costo de Equipos y Herramientas para Fabricación.....	163
Tabla 36: Costo de Equipos y Herramientas para Montaje.....	163
Tabla 37: Costo energía eléctrica para fabricación.....	164
Tabla 38: Costo mano de obra indirecta.....	164
Tabla 39: Costo de Servicio de Transporte.....	164
Tabla 40: Costo servicio de acabado superficial.....	165
Tabla 41: Costo pruebas de soldadura.....	165
Tabla 42: Resumen general de costos del proyecto.....	165
Tabla 43: Rendimientos de Fabricación y Montaje.....	166
Tabla 44: Distribución de actividades de fabricación sistema para facilidades de cambio de componentes.....	167

Tabla 45: Tabla 33: Diagrama de fabricación de sistema de mantenimiento de Alimentador de placas .....	168
Tabla 46: Historial HH de fabricación de sistema para facilidades cambio de componentes de Alimentador de placas. ....	169
Tabla 47: Diagrama de montaje de sistema para facilidades cambio de componentes de Alimentador de placas .....	170
Tabla 48: Costo de producción minera.....	171
Tabla 49: Incremento de producción con sistema. ....	172
Tabla 50: Ahorro de USD/año con Extensión Metálica.....	172
Tabla 51: Evaluación económica.....	172



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de procesos de planta concentradora. ....	20
Figura 2: Vista de Corte de proceso de Chancado. ....	23
Figura 3: Proceso de liberación de mineral. ....	24
Figura 4: Vista lateral de principales equipos del Chancado Primario.....	26
Figura 5: Edificio de chancado primario. ....	27
Figura 6: Grúa pedestal.....	29
Figura 7: Chancadora Primaria TAYLOR NT 60”x113”.....	30
Figura 8: Disposición de equipos el área de Chancado primario corte 3D. ....	31
Figura 9: Alimentador de placas.....	32
Figura 10: Desplazamiento de mineral en alimentador de placas. ....	33
Figura 11: Partes principales de alimentador de placas.....	35
Figura 12: Pasador y buje de un eslabón de cadena de Alimentador de placas. ....	36
Figura 13: Catarina dentada de alimentador de Placas (Sprocket).....	37
Figura 14: Sistema de tensión de cadena de Alimentador de placas. ....	38
Figura 15: Riel de impacto de Alimentador de Placas. ....	38
Figura 16: Rodillos superiores de Alimentador de Placas.....	39
Figura 17: Rodillos Inferiores de Alimentador de Placas.....	40
Figura 18: Eslabón maestro de cadena de Alimentador de Placas. ....	40
Figura 19: Placa o Zapata de Alimentador de Placas. ....	41
Figura 20: Sistema de accionamiento.....	42
Figura 21: Disposición de dispositivos de seguridad de Alimentador de Placas .....	44
Figura 22: Alimentador de Banda .....	46
Figura 23: Alimentador recíprocante.....	47

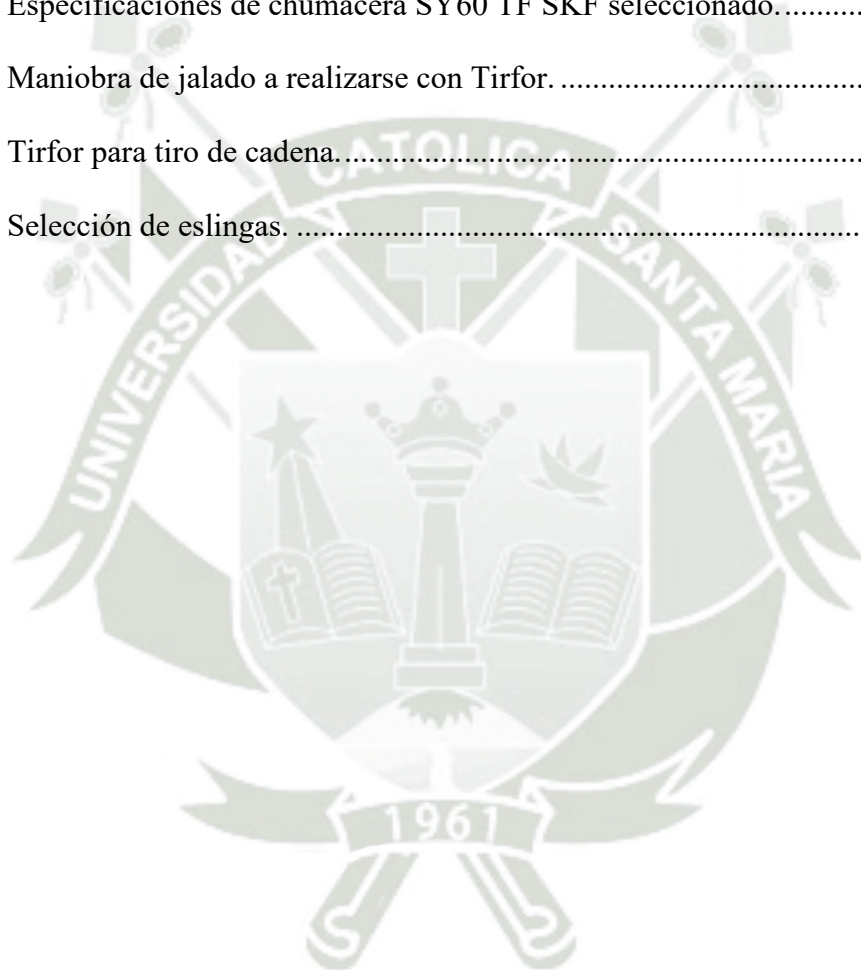
Figura 24: Alimentador Vibratorio.....	48
Figura 25: Alimentador Wobbler .....	49
Figura 26: Electro imán de chancado primario. ....	50
Figura 27: Diagrama en el cual muestra la ubicación de la faja de sacrificio. ....	51
Figura 28: Cadena rota debido al desgaste. ....	56
Figura 29: Entrega de equipo para mantenimiento. Fuente: Elaboración propia. ....	57
Figura 30: Retiro de bandejas para tener acceso a cadena. ....	58
Figura 31: Retiro de placas de Alimentador. ....	59
Figura 32: Retido de cadena usada mediante un camion grua. Fuente: Elaboración propia. ....	60
Figura 33: Procedimiento actual de ingreso de nuevas cadenas.....	61
Figura 34: Centrado y colocación de pines de cadena.....	61
Figura 35: Cadenas nuevas montadas.....	62
Figura 36: Torqueo de pernos de Alimentador de Placas.....	63
Figura 37: Recomendación del fabricante para el correcto tensionado de la cadena. ....	64
Figura 38: Retiro de Sprockets segmentados de eje motriz de Alimentador de placas.....	65
Figura 39: Torqueo de pernos de segmentos de Sprocket.....	66
Figura 40: Rodillos de carga usados.....	67
Figura 41: Alineamiento de rodillos de carga. ....	67
Figura 42: Alineamiento y nivelación de Tail Wheel.....	68
Figura 43: Ubicación de nueva cadena para el cambio. ....	69
Figura 44: Retiro de cadena con sistema para facilidades.....	70
Figura 45: Izaje de cadena usada en 2 segmentos. ....	71
Figura 46: Inserción de cadena nueva. ....	71
Figura 47: Posicionado final y unión de segmentos de cadena. ....	72

Figura 48: Colocación de placas nuevas. ....	73
Figura 49: Representación de distribución de componentes del sistema de retiro rápido de cadena y componentes del Alimentador de Placas.....	79
Figura 50: Modelado en Software inventor, de maniobra de retiro.....	80
Figura 51: Datos de cadenas y bandejas de alimentador de Placas.....	81
Figura 52: Vista frontal de parantes de apoyo del sistema.....	82
Figura 53: Soporte de rodillos.....	82
Figura 54: Peso de la cadena.....	84
Figura 55: Diagrama de fuerzas distribuidas en tubo.....	84
Figura 56: Diagrama de fuerzas cortantes.....	85
Figura 57: Diagrama de momento flector.....	85
Figura 58: Análisis de Tubo SCH 40 esfuerzo máximo.....	89
Figura 59: Análisis de desplazamiento de tubo SCH 40.....	90
Figura 60: Análisis del factor de seguridad de tubo SCH 40.....	90
Figura 61: Reacciones presentes en el soporte.....	91
Figura 62: Tablas de coeficientes de longitud efectiva.....	92
Figura 63: Cálculo del momento de inercia para perfiles.....	93
Figura 64: Detalle de vigas para soporte.....	94
Figura 65: Tensión de Von Misses.....	95
Figura 66: Análisis de Soporte para Tubo.....	96
Figura 67: Esfuerzo máximo en viga W4X13.....	98
Figura 68: Factor de seguridad de soporte para tubo.....	98
Figura 69: Disposición del modelado 3D de los postes de tiro de cadena e izado de cadena.	

.....	99
Figura 70: Poste de tiro de cadena con sus partes. ....	100
Figura 71: Representación de deslizamiento de cadena en rodillos. ....	100
Figura 72: Análisis de poste de tiro. ....	103
Figura 73: Análisis de desplazamiento de poste de tiro. ....	104
Figura 74: Análisis mediante elementos finitos del factor de seguridad. ....	105
Figura 75: Disposición de soporte en techo de edificio de chancado primario. ....	105
Figura 76: Diagrama de carga en el Polín superior. ....	106
Figura 77: Detalle de plano para fijación en el techo. ....	107
Figura 78: Análisis de soporte de rodillo guía de techo. ....	108
Figura 79: Desplazamiento del soporte mostrado en la simulación. ....	108
Figura 80: Análisis mediante elementos finito de soporte de rodillo guía de techo factor de seguridad. ....	109
Figura 81: Modelado de rodillo y soporte de polín guía de techo. ....	110
Figura 82: Carga ejercida por la cadena en el Polín. ....	111
Figura 83: Análisis de esfuerzo de rodillo guía superior. ....	112
Figura 84: Desplazamiento de rodillo guía. ....	113
Figura 85: Análisis mediante elementos finitos del factor de seguridad. ....	114
Figura 86: Modelado de carro para transporte de ruedas guía en inventor. ....	114
Figura 87: Propiedades del acero. ....	115
Figura 88: Análisis de elementos finitos de esfuerzo en carro de transporte. ....	117
Figura 89: Análisis de elementos finitos en carro de transporte de ruedas guía. ....	118
Figura 90: Análisis de elementos finitos en carro de transporte de ruedas guía. ....	119
Figura 91: Modelado de carro para transporte de electroimán. ....	119

Figura 92: Detalle de perfiles para carrito de transporte de electroimán.....	120
Figura 93: Análisis de esfuerzos en carro para mantenimiento de electro imán. ....	122
Figura 94: Análisis de elementos finitos en carro de transporte de electroimán. ....	123
Figura 95: Análisis de elementos finitos en carro de transporte de electroimán. ....	123
Figura 96: Modelado para simulación de carro para traslado de ruedas guía. ....	124
Figura 97: Representación gráfica de deslizamiento. ....	125
Figura 98: Posicionamiento de plataformas de mantenimiento. ....	127
Figura 99: Modelado de entresuelo en Inventor. ....	128
Figura 100: Detalle de perfiles para las plataformas. ....	128
Figura 101: Análisis de plataforma para mantenimiento.....	130
Figura 102 :Análisis desplazamiento de plataforma para mantenimiento.....	131
Figura 103: Análisis mediante elementos finitos de plataformas para mantenimiento de Alimentador de placas. ....	132
Figura 104: Resultados de Desing Accelerator. ....	134
Figura 105: Detalle de pernos para postes de tiro. ....	134
Figura 106: Resultados de Desing Accelerator. ....	136
Figura 107: Detalle de pernos usados en el soporte de rodillo.....	137
Figura 108: Resultados de Desing Accelerator. ....	139
Figura 109: Resultados de Desing Accelerator. ....	140
Figura 110: Datos de montaje de chumacera SKF SY60TF. ....	141
Figura 111: Resultados de Desing Accelerator. ....	142
Figura 112: Detalle de perno utilizado en el las plataforma.....	143
Figura 113: Resultados de Desing Accelerator. ....	144
Figura 114: Ubicación de soldadura en cartela de poste de tiro.....	145

Figura 115: Dimensiones de soldadura- .....	145
Figura 116: Vista lateral de soldadura en oreja para jalado de Carro para traslado temporal de electroimán.....	147
Figura 117: Detalle de Chumacera para Rodillo guía superior. ....	149
Figura 118: Rodamiento de inserción YAR 212-2F.....	150
Figura 119: Especificaciones de chumacera SY60 TF SKF seleccionado.....	151
Figura 120: Maniobra de jalado a realizarse con Tirfor. ....	152
Figura 121: Tirfor para tiro de cadena.....	153
Figura 122: Selección de eslingas. ....	155



## CAPITULO I

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. ANTECEDENTES

En los inicios de la minería y de la industria la producción se vio aminorada debido a paradas imprevistas de los equipos. Con el avance de la ingeniería de mantenimiento se han logrado aminorar los tiempos de mantenimiento de algunos equipos, se encontraron soluciones para estos aminorar estos tiempos prolongados en reparaciones.

En la industria minera los equipos están en contacto con material abrasivo, uno de estos equipos son Alimentadores de placas que dosifican el flujo de material en un sistema de procesamiento. Al ser un equipo de gran alto tránsito en la línea de procesamiento, se encontró un problema de mantenimiento cambiar la cadena, sprockets y rodillos, el cambio de estos generaba un tiempo de mantenimiento prolongado. Para esta problemática se desarrolló un sistema para el cambio de cadena, así como de sprockets.

##### 1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el área de chancado de plantas concentradoras los Alimentadores de Placas son uno de los equipos más importantes, ya que su función es la dosificación del material y así evitar daños en la faja de sacrificio, por lo que su disponibilidad es crucial para la producción.

En el cambio de cadena y componentes de un Alimentador de Placas deben hacerse esfuerzos necesarios para desarrollar estándares de tiempo para trabajos que consumen mucho tiempo que permitan así incrementar la eficacia de los trabajadores y de esta forma reducir al mínimo el tiempo muerto (Sandoval, 2012).

Actualmente el procedimiento actual en esta planta concentradora no solo se consume 165 horas sino también consume 16 personas por turno esto lleva 1500 HH. El cambio actual de la cadena también trae consigo actividades de trabajo en caliente, trabajos en altura y trabajos repetitivos, todo esto genera pérdidas ya que en las paradas de planta se está perdiendo disponibilidad de la planta.

Por lo tanto, con este trabajo de investigación se pretende con diseñar un sistema que reducir la duración del cambio de cadena, que reduzca la cantidad de personal en el trabajo, que reduzca las actividades de trabajos en caliente y altura; así se pueda aumentar la disponibilidad de la planta concentradora.

### **1.1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El presente trabajo de investigación pretende desarrollar cálculos mecánicos teóricos de los diferentes elementos del sistema de cambio rápido de cadena que serán incorporados, así como la selección de componentes y elementos mecánicos que conformaran este sistema, labores de recolección de datos y mediciones realizadas en el área del Alimentador de placas, en el diseño optado se considerara también el presupuesto de obra, mas no se evaluaran obras civiles ni el costo de las mismas.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Las demoraras en la ejecución de los mantenimientos son causantes de pérdidas a las empresas de minería, por lo tanto, se requiere de un sistema que permita hacer más simple, rápido y eficiente el cambio de componentes del Alimentador de Placas.

El presente trabajo se justifica ya que logra reducir en un 63% las horas hombre, además también reducir en un 17% la duración del mantenimiento, estos resultados se obtienen en el capítulo 3, lo cual lleva a incrementar la disponibilidad del área de Chancado.

La implementación de este diseño es viable económicamente lo cual es justificado con un presupuesto del proyecto presentado en un capítulo posterior.

Este proyecto de investigación tiene importancia académica ya que busca aplicar conocimientos de ingeniería como: resistencia de materiales, diseño de elementos y conocimiento de softwares usados en el diseño.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema para el cambio de cadena, placas, ruedas guía y sprockets de un Alimentador de Placas que permitan el incremento de producción del chancado primario de una planta concentradora.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un sistema que permita realizar el cambio de cadena de que mejore tiempos de mantenimiento.
- Diseñar, seleccionar y calcular componentes del sistema para facilidades de cambio de componentes de cadena, placas, ruedas guía y sprockets.
- Reducir el total de horas del mantenimiento del Alimentador de placas, mejorar la facilidad con la que se cambian los componentes del Alimentador.
- Elaborar un presupuesto del costo de la fabricación y montaje del sistema.
- Realizar un cálculo justificativo de costo – beneficio de la fabricación y montaje del sistema.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

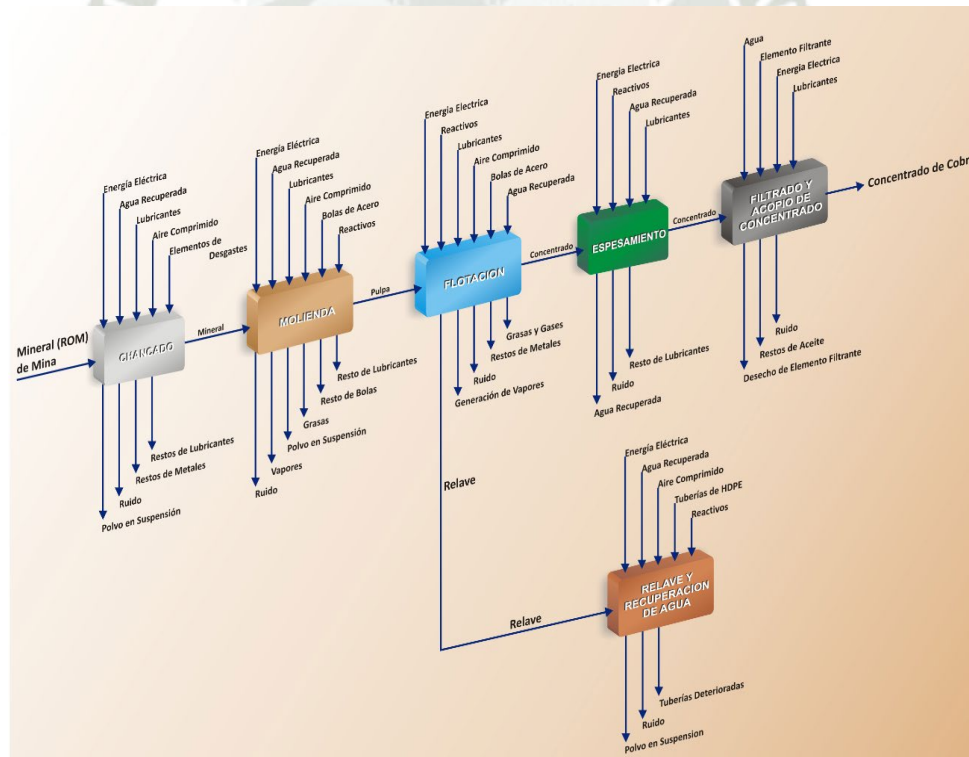
#### 2.1 DESCRIPCIÓN DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE COBRE

En una planta concentradora minera de cobre se realizan diferentes actividades con el fin de realizar el procesamiento del mineral, iniciando con el chancado primario hasta la producción y acopio de concentrado, asimismo la deposición de los relaves.

En el diagrama de la Figura N.º 1 se muestran un diagrama de las operaciones principales de las áreas de las operaciones del proceso (Ccallo, 2018).

**Figura 1**

*Diagrama de procesos de planta concentradora*



Fuente: Antapaccay (2011).

Las funciones principales de la planta concentradoras son: preparar el mineral para su concentración, separar y mineral de la ganga (material con poco contenido de mineral) y disponer de los productos del proceso, como los relaves y concentrados (Ccallo, 2018).

La preparación consiste en reducir el tamaño de las rocas en varias etapas hasta llegar a una dimensión donde las partículas de mineral puedan ser físicamente separadas en mena (material con contenido de mineral) y ganga mediante el proceso de la flotación. Las etapas de la preparación son:

- Voladura en un rango de 1-2 m en tajo.
- Chancado primario con un rango de 100-165 mm.
- Molienda hasta un rango de menor de 160  $\mu\text{m}$ .
- Después de una separación inicial, el concentrado es sometido a una remolienda más fina hasta llegar a un de 40  $\mu\text{m}$  (Ccallo, 2018).

La separación se lleva a cabo en dos etapas principales. Primeramente, los minerales de cobre son separados de la sílice y otros materiales sin valor alguno (ganga). Los minerales de cobre son luego separados por flotación. En ambos casos la separación es física, los minerales mismos no sufren ningún cambio químico (Ccallo, 2018).

La separación se lleva a cabo agregando reactivos químicos (colectores), los cuales se adhieren a las partículas de mineral, pero no a la ganga, cuando se realiza la mezcla entre el mineral molido y el agua (pulpa). Es ahí cuando el aire adicionado en la celda de flotación, entra en contacto con las partículas de mineral, las cuales al tener una película de colector en su superficie se adhieren a las burbujas para ser llevadas a la superficie de la celda donde se realiza su recuperación. Otro reactivo químico (espumante) es también agregado a la mezcla para producir una espuma estable que pueda soportar la adhesión de

las partículas de mineral hasta que puedan ser separadas en la superficie de las celdas de flotación. Las partículas concentradas son sometidas a remolienda hasta lograr un tamaño más fino para poder separar las partículas de mineral que todavía están combinados con la ganga (Ccallo, 2018).

La disposición de los productos del concentrado incluye la eliminación de la mayor parte de agua y el transporte en camiones del producto seco. El concentrado de cobre es espesado y filtrado hasta lograr una humedad de aproximada de 9%, luego es acopiado para su almacenamiento (Antapaccay, 2011).

El tercer producto de este proceso es el relave, el cual contiene la ganga y el agua usada en el proceso. Una parte del agua contenida en este es separada en la concentradora y reciclada inmediatamente al proceso y el relave espesado será transportado por tuberías hacia la presa de relaves. Esta presa también permite recuperar y volver a usar la mayor parte del agua remanente del proceso, quedando el relave almacenado en la represa permanentemente. Toda filtración de agua proveniente del área de almacenamiento y dique, es recolectada y retornada al proceso para volverla a usar. No hay ningún escape de sólido o líquido desde la operación que no sean los productos de concentrado y algo de agua pérdida por evaporación (Antapaccay, 2011).

### **2.1.1 DESCRIPCIÓN DE CHANCADO PRIMARIO**

El chancado es la trituración de los minerales es una operación metalúrgica, que constituye la primera etapa de preparación mecánica en el proceso de conminación, su función es la de reducir grandes partes de roca a fragmentos más pequeños y con esto empezar el proceso de liberación de los minerales valiosos de la ganga, utilizando fuerzas

de compresión, fricción e impacto (Zela, 2017). En esta operación no se le agrega agua en el proceso.

## Figura 2

*Vista de Corte de proceso de Chancado*



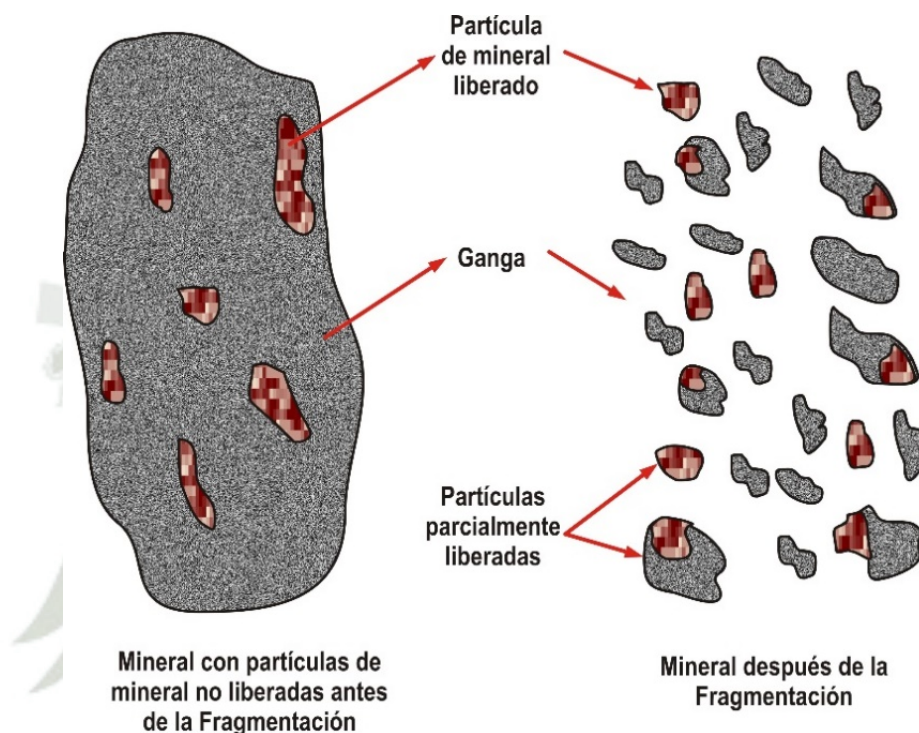
Fuente: Antapaccay (2011).

Es la primera etapa de la planta sin embargo es la segunda que se realiza para la reducción de tamaño en una operación minera, posterior al minado que ha sido realizado en el tajo luego transportado en camiones mineros. El propósito del chancado primario es reducir el tamaño del mineral proveniente directamente de mina a un tamaño menor de 7" para que pueda ser transportado fácilmente por las fajas transportadoras, hacia el Stock pile (. La operación de chancado consiste en la reducción de tamaño de rocas grandes a más pequeñas, utilizando fuerzas de compresión, fricción, flexión, cizallamiento u otras en menor proporción, que permiten reducir el mineral que viene de la fase de minado y

termina con la entrega mineral fraccionado para la siguiente fase de Molienda. Para lograr el tamaño deseado menor de 7" idealmente (Antapaccay, 2011).

**Figura 3**

*Proceso de liberación de mineral*



Fuente: Antapaccay (2011).

Un circuito de Chancado Primario está compuesto principalmente de:

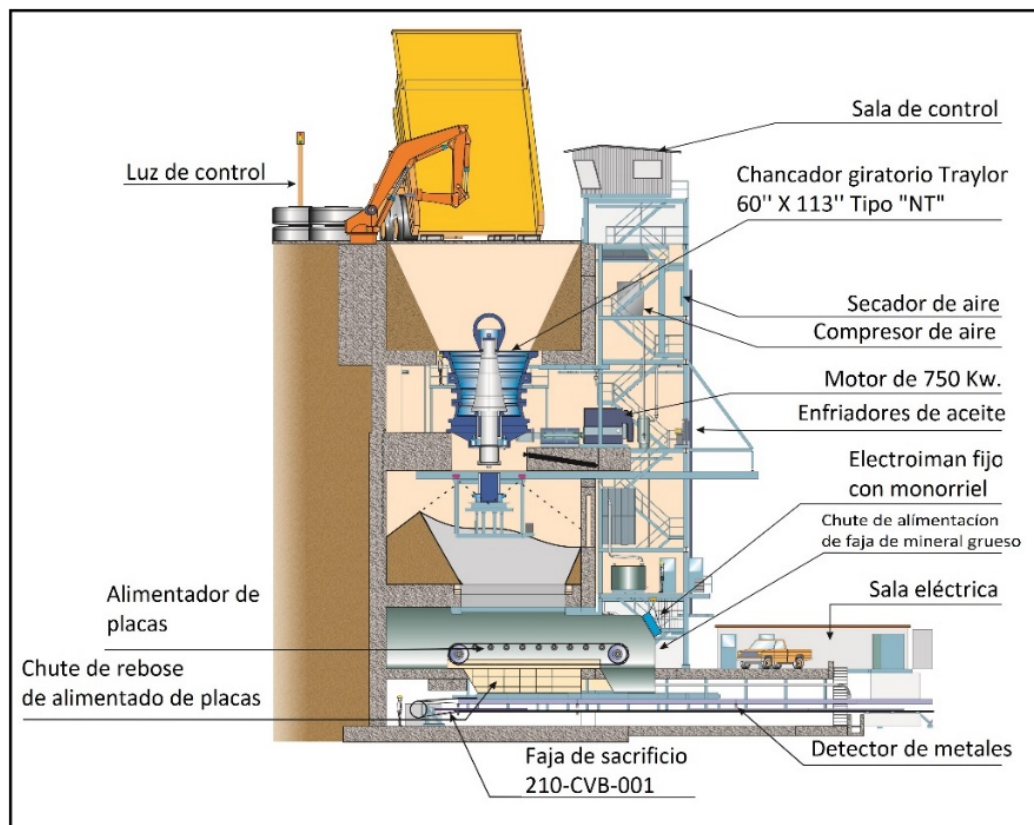
- **Chancadora Primaria:** Maquina en la cual El mineral es suministrado a una tolva de alimentación que alimenta a una chancadora giratoria y el mineral cae a una tolva de compensación donde es retirado por un alimentador de placas. Se usa un rompedor de rocas para reducir cualquier exceso de tamaño hasta llegar a un tamaño aceptable para la chancadora. Las chancadoras primarias operarán

a aproximadamente a un 80% de disponibilidad o 19.2 horas por día en promedio (Antapaccay, 2011).

- **Transporte y Almacenamiento de Mineral:** La faja transportadora de mineral grueso es alimentada por el alimentador de placas de la chancadora y descarga en el apilador radial. Se detecta cualquier metal mediante un detector de metales es atrapado y retirado, se pesa el mineral. Se usa el apilador para dirigir el flujo de mineral al área de acopio (Antapaccay, 2011).
- **Sistema supresor de Polvo:** El polvo es eliminado en los puntos de descarga por el sistema de eliminación de polvo. El aire que lleva el polvo desde los compartimentos de vaciado y de compensación es tratado por un colector de polvo húmedo (Antapaccay, 2011).
- **Sistema Colector de Polvos:** A fin de mitigar la generación de partículas en suspensión, se ha instalado un sistema colector de polvo (Valdivia & Vaccari, 2014).
- **Aire Comprimido para la chancadora:** La compresora de aire de chancado produce aire comprimido para el área de la chancadora primaria. El aire se usa en el sistema de eliminación de polvo, el sello de polvo de la chancadora primaria, y la unidad de engrase para la bocina de la araña, y se distribuye a las estaciones de manguera en toda el área de la chancadora primaria (Antapaccay, 2011).

**Figura 4**

*Vista lateral de principales equipos del Chancado Primario*



Fuente: Antapaccay (2011).

El edificio de chancado primario es una construcción de concreto, la cual cuenta con una tolva de alimentación (dump pocket), ubicado en la parte superior de la chancadora primaria en ambas líneas. Un Rompe Rocas (Rock Breaker) hidráulico está montado sobre un soporte de concreto entre los puntos de descarga de los camiones. Además de fragmentar las rocas de mayor tamaño dentro del tolva de alimentación, el rompe rocas está diseñado para la remoción de revestimientos durante el mantenimiento de la chancadora (Escalante, 2016).

La cámara de compensación (Surge pocket) está ubicado debajo de las chancadoras absorbe las variaciones instantáneas del flujo de descarga del mineral triturado por la chancadora para mantener una transferencia de mineral constante a la faja transportadora de sacrificio a través del Alimentador de placas (Escalante, 2016).

### Figura 5

*Edificio de chancado primario*



Fuente: Elaboración propia

El Alimentador de placas está ubicado por debajo de la chancadora, Si el nivel en el cámara de compensación de la chancadora tiene un nivel bajo o está vacío se puede generar un daño como rotura de las placas del Alimentador de placas por el impacto del mineral que descarga la chancadora, para evitar estos daños se dispone de sensores de nivel que detienen el Alimentador de placas cuando este llega a un nivel bajo (Escalante, 2016).

El chute de descarga de la chancadora cuenta con barras corta flujo (lanzas) en la salida del mineral, para detener el flujo de este durante el mantenimiento de las orugas del Alimentador de Placas (Antapaccay, 2011).

**Tabla 1**

*Principales equipos de chancado primario*

TAG	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE Y DIMENSIONES	PESO (kg)
(210-CRG-0001)	Chancadora primaria	FLSmith 9.5 m x 9.5 m x 6.2 m	215000
(210-FEA-0001)	Alimentador de placas	Metso 14m x 1.6m x 3.3m	52328
(210-CVB-0001)	Faja transportadora	Thyssen Krupp Ancho 72" Largo 114.8m	44000
(220-CVB-0002)	Faja transportadora Overland	Thyssen Krupp Ancho 54" Largo 6520m	1195000
(210-MAS-0002)	Electroimán	EREZ 2m x 2m x 1m	1500
(220-ZMD-0005)	Detector de metales	ADVANCE 1m x 2m x 2m	450
(220-SLW-0001)	Balanza en faja	MERRICK 5m x 2m x 0.5m	1200

Fuente: Antapaccay (2011).

### 2.1.1.1 GRÚA PEDESTAL

Son grúas usadas en el mantenimiento para diferentes sistemas de minería a cielo abierto, especialmente en plantas de trituración. Las grúas pedestal se adaptan a condiciones climáticas, geológicas y técnicas específicas. Construidas con un diseño

cerrada que protege del polvo, vástagos, ejes. Cojinetes de pluma y las poleas están hechos con acero inoxidable y son guardados en casquillos de bronce para asegurar la funcionalidad y operatividad para brindar una adecuada protección ante las duras condiciones ambientales (HMB LINTEC Marine , 2015).

### Figura 6

*Grua pedestal*



Fuente: HBM LINTEC Marine (2015).

#### 2.1.1.2 CHANCADORA PRIMARIA

Es un equipo electromecánico, de tipo giratorio, empleado para la reducción del mineral que es extraído de la mina (conocido como run of mine ROM), a tamaños más finos; la reducción posterior ocurre en la planta de molienda. Es uno de los equipos más importantes para el área de chancado primario (Antapaccay, 2011)

**Figura 7**

*Chancadora Primaria TAYLOR NT 60"x113"*



Fuente: Antapaccay (2011).

- La chancadora primaria es la maquina encargada de triturar el mineral (con un tamaño de ingreso de 1.5 m como máximo) proveniente de la tolva de alimentación.
- El mineral triturado y reducido por la chancadora (a unos 16 Cm. como mínimo), es descargado a la tolva de compensación.
- El mineral una vez ubicado en la tolva de compensación, alimenta de forma gravitacional a un alimentador de placas de como se muestra en la Figura 8 (Zela, 2017).

**Figura 8**

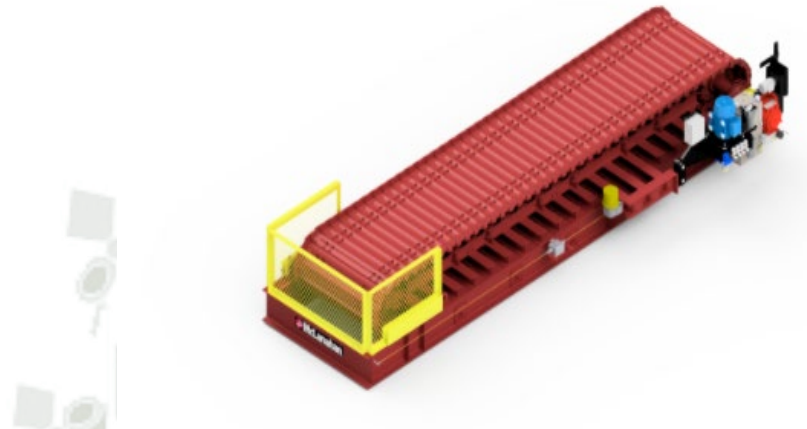
*Disposición de equipos el área de Chancado primario corte 3D.*



Fuente: Antapaccay (2011).

### 2.1.1.3 ALIMENTADOR DE PLACAS

Son equipos diseñados alimentar material en aplicaciones de manipulación muy diversas, minería, áridos, material de desecho y reciclaje en las condiciones más extremas se usa para el desplazamiento gradual de mineral. Su construcción es reforzada con una base hecha de perfiles robustos de acero y componentes estándares de maquinaria pesada (como cadenas y rodillos) fabricados con aceros resistentes al desgaste, que pueden ser usados en condiciones de alta abrasión y con fuertes cargas de impacto, como se ilustra en la figura 9. Los Alimentadores de placas son calculados y diseñados para cada aplicación. Esto nos garantiza un buen rendimiento y confiabilidad de estos equipos.

**Figura 9***Alimentador de placas*

Fuente: McLanahan (2018).

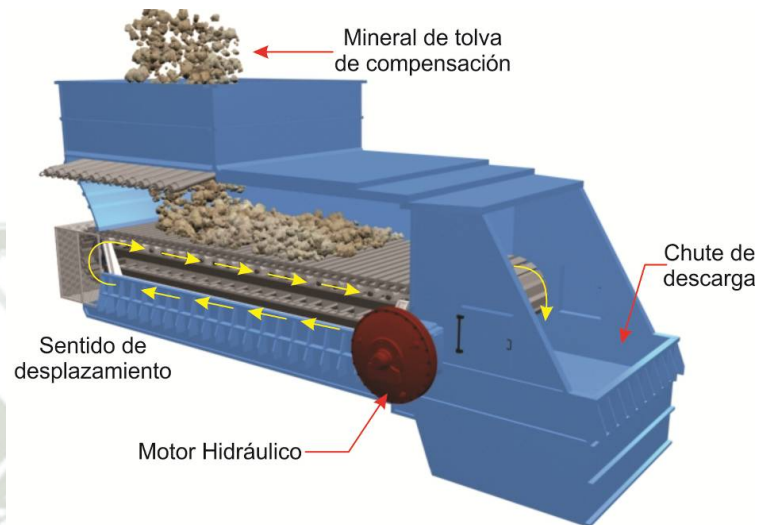
#### **2.1.1.3.1 FUNCIONAMIENTO DEL ALIMENTADOR DE PLACAS**

El alimentador de placas es un equipo electromecánico que sirve como alimentador de mineral proveniente de la tolva de compensación cae a través del chute de alimentación del alimentador de placas. El mineral es recibido en las bandejas del alimentador, las cuales se encuentran empernadas a unas cadenas; las cadenas se deslizan sobre rodillos de carga y retorno. Dicho conjunto (cadena, bandejas y rodillos), es soportado en su parte media por rieles de impacto (Zela, 2017).

El conjunto de cadenas y bandejas, son movidas por un eje motriz; el cual es girado por acción del motor hidráulico. Logrando que el mineral que se encuentra sobre las bandejas, sea transportado hasta el chute de descarga del alimentador, donde es descargado por gravedad (Antapaccay, 2011).

**Figura 10**

*Desplazamiento de mineral en alimentador de placas.*



Fuente: Antapaccay (2011).

Existen ruedas de retorno, en la parte posterior del alimentador (opuestas a las ruedas de tracción), que encajadas en un cuerpo deslizante conforman el sistema de tensión de las cadenas (Metso, 2011).

El alimentador de placas dispone de un mecanismo de ajuste de velocidad de desplazamiento de placas, debido a que se puede regular la velocidad del eje motriz, por lo tanto, la velocidad lineal de la cadena; logrando que podamos manejar el tonelaje del alimentador según la necesidad de descarga del mineral (Metso, 2011).

Los alimentadores están diseñados para aplicaciones distintas y distintos requisitos de instalación. Esto implica que los aspectos del flujo del material, profundidad, velocidad pueden ajustarse para satisfacer las necesidades de flujo del material requerido (Antapaccay, 2011).

A continuación, se presentará las características técnicas con las que cuenta el Alimentador de placas al cual está destinado este proyecto de investigación.

**Tabla 2**

*Especificaciones técnicas de Alimentador de Placas*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Datos Generales	
Identificación (TAG)	: 210-FEA-0001
Fabricante	: Metso
Transportador	De : 210-CRG-0001
	A : 210-CVB-001
Puntos de Carga	: 1
Longitud Horizontal	: 10.9 m
Capacidad (máxima)	: 5283 t/h
Capacidad (Nominal)	: 41
	: 67 t/h
% de Carga	:
Material a Transportar	: Mineral de Cobre
Granulometría del Material	: - 178 mm
Velocidad	: Variador de velocidad
Placas de desgaste	
Fabricante	: Metso
Tipo	:
Material	: Acero al manganeso
Dimensiones	: 38 mm X 2133 mm
Cadena	
Fabricante	: Metso
Tipo	: " S.A.L.T." D6 STEEL ROLLER
Paso	: 202.8 mm
Cantidad	: 2 x 119 Unid.
Tensión de cadena	
Tipo	: Tornillo
Curso (desplazamiento)	: --- m
Fuerza	: --- ton

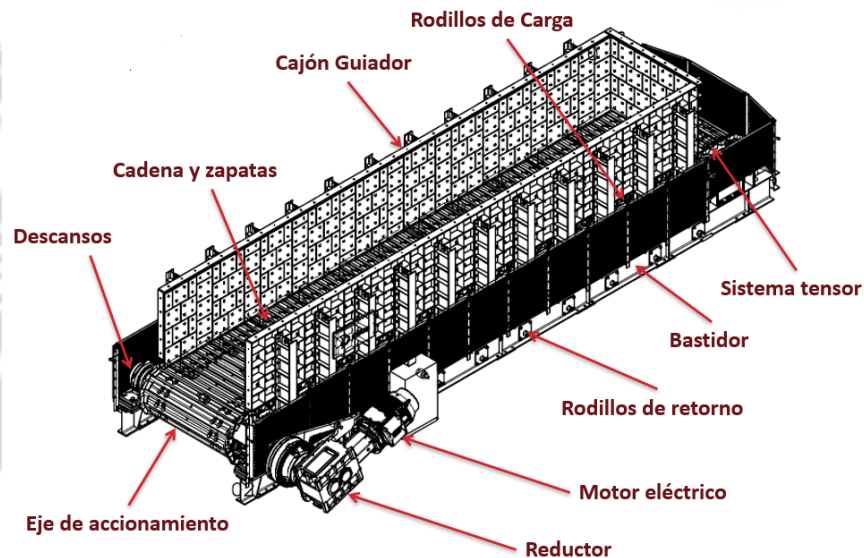
Fuente: Metso (2011).

### 2.1.1.3.1 PARTES DE UN ALIMENTADOR DE PLACAS

El Alimentador de Placas es un equipo electromecánico caracterizado por su gran resistencia es por eso que es utilizado en operaciones donde deben soportar una gran abrasión y condiciones severas este equipo está compuesto principalmente por:

**Figura 11**

*Partes principales de alimentador de placas*



Fuente: Antofagasta minerals

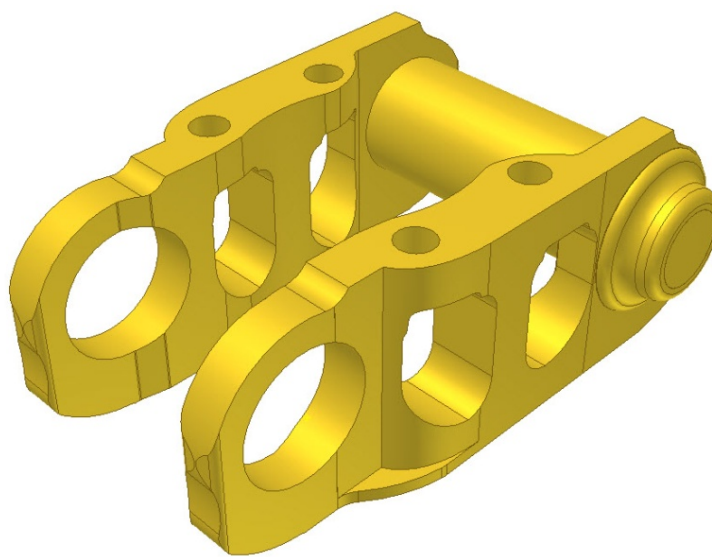
### Cadena de Alimentador de Placas

El alimentador este compuesto de eslabones, pasadores, bujes; los pasadores actúan como una articulación para unir los eslabones. Estas cadenas están selladas y lubricadas por unos pasadores huecos, a estos eslabones van emperrados las bandejas del alimentador, debido al esfuerzo constante al que se

ven sometidos se raja, esta es una de las señales que deben ser reemplazados (Dimisa, 2012).

**Figura 12**

*Pasador y buje de un eslabón de cadena de Alimentador de placas*



Fuente: Metso (2011).

**Tabla 3**

*Características técnicas de eslabones de cadena*

ALIMENTADOR	Unidades	0210-FEA-0001
ESTÁNDAR	-	D6
PASO	mm	202,8
CANTIDAD	-	2
SECCIONES	-	119
TENSIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	kgf	29572
TENSIÓN DE ROTURA	kgf	127464

Fuente: Metso (2011).

### Catarinas Segmentadas

Los segmentos de la rueda motriz son atornillados a mazas colocadas sobre la flecha motriz, estos son fabricados de acero al carbono, están compuestos por dos ruedas dentadas del tipo tractor estas ruedas están enchavetadas en el eje (Dimisa, 2012).

#### Figura 13

*Catarina dentada de alimentador de Placas (Sprocket)*



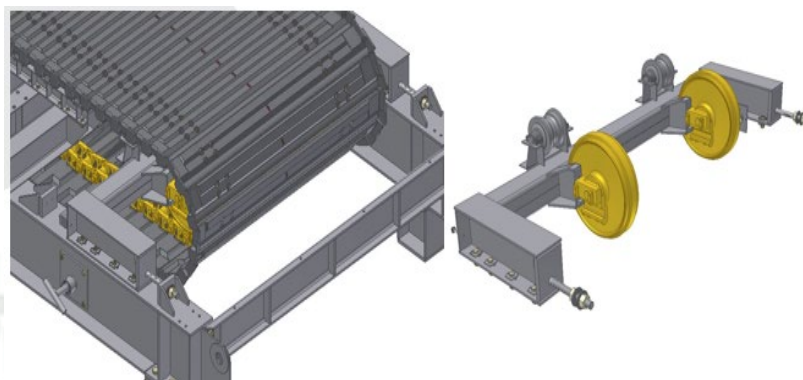
Fuente: Dimisa (2012).

### Sistema tensor

Este elemento está construido para dar el tensionamiento adecuado a la cadena para que no quede suelta y resbale permitiendo una perfecta tensión de cadena (Dimisa, 2012).

**Figura 14**

*Sistema de tensión de cadena de Alimentador de placas*



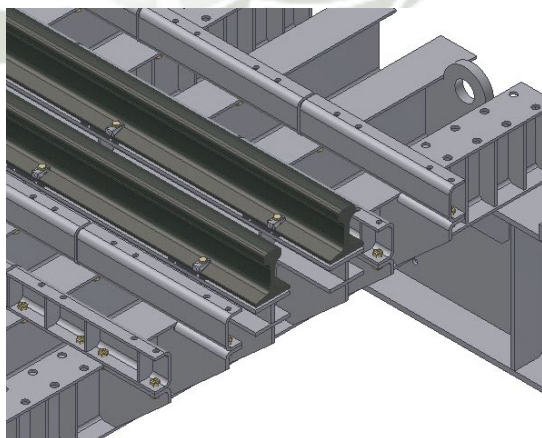
Fuente: Metso (2011).

### **Rieles de impacto**

Son destinados a soportar parte de los impactos producidos por el mineral en las placas, los rieles y las placas en su parte inferior no se deben tocar excepto en condiciones de impacto (McLanahan Corporation, 2018).

**Figura 15**

*Riel de impacto de Alimentador de Placas*



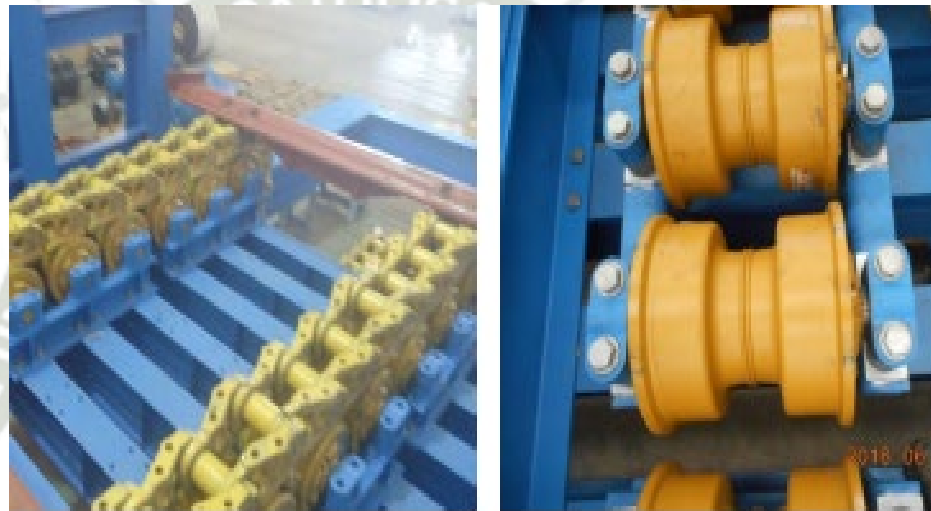
Fuente: Metso (2011).

### Rodillos Superiores

También llamados rodillos de carga estos rodillos esta montados encima de la estructura principal del alimentador de placas forman una guía que soporta y guía a las cadenas durante la operación, tienden a desgastarse por el fricción constante de la cadena del Alimentador de placas (Dimisa, 2012).

**Figura 16**

*Rodillos superiores de Alimentador de Placas*



Fuente: Dimisa (2012).

### Rodillos inferiores

También son llamados rodillos de retorno estos son ensamblados sobre la estructura del alimentador, soportan las tablillas en el retorno, con la separación adecuada para mantener una catenaria en los límites sin llegar a tensarla (Dimisa, 2012).

**Figura 17**

*Rodillos Inferiores de Alimentador de Placas*



Fuente: Dimisa (2012).

### **Eslabones maestros**

Estos son utilizados para unir los tramos de la cadena, un eslabón maestro está dividido en dos piezas, estos eslabones son usados para instalar o desmontar la cadena, algunos eslabones maestros están aserrados diagonalmente y son atornillados mientras que otros tipos de eslabones solo cuentan con tornillos para la sujeción de la cadena (Dimisa, 2012).

**Figura 18**

*Eslabón maestro de cadena de Alimentador de Placas*



Fuente: Dimisa (2012).

### Placas o Zapatas

Las zapatas son encargadas de recibir el material a transportar es por ellos que deben ser capaces de soportar las fricciones continuas con el material, están hechas de acero al manganeso, ASTM A128 Grado C. (Metso, 2011).

**Figura 19**

*Placa o Zapata de Alimentador de Placas*



Fuente: Metso (2011).

**Tabla 4**

*Características técnicas de placas de Alimentador de Placas*

ALIMENTADOR	0210- FEA-0001
ANCHO NOMINAL	2133 mm
CANTIDAD	119

Fuente: Metso (2011).

**Tabla 5**

*Características técnicas de pernos de sujeción de Placas*

ALIMENTADOR	0210-FEA-0001
TORNILLO	TORN. HEX. Ø3/4" UNF x 3" – A490
TUERCA	TUERCA CUADRADA Ø3/4" A490
CANTIDAD	952
TORQUE	486 N.m

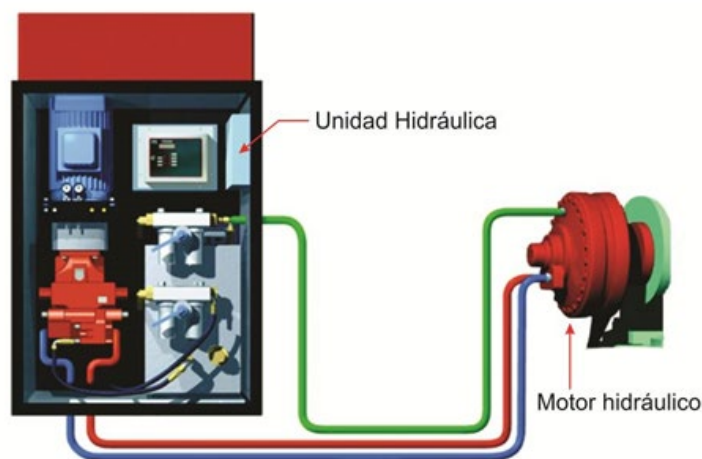
Fuente: Metso (2011).

**Sistema de accionamiento**

Encargado de dar movimiento al alimentador de placas mediante un motor hidráulico y una unidad hidráulica. Este sistema de accionamiento hace girar el eje motriz del alimentador, con un motor hidráulico (Antapaccay, 2011).

**Figura 20**

*Sistema de accionamiento*



Fuente: Antapaccay (2011).

**Tabla 6**

*Características técnicas de sistema de accionamiento*

DATOS	unidades	0210-FEA-0001	
Fuerza total de tracción en las cadenas	kg	Operación	<b>22791</b>
		Arranque	<b>36465</b>
Potencia requerida en el eje	hp	166	
Torque en el eje de accionamiento	Kgf.m	25082	
Rotación máxima del eje	RPM	7,19	
Motor hidráulico	-	Häggglunds MB-1150-975	

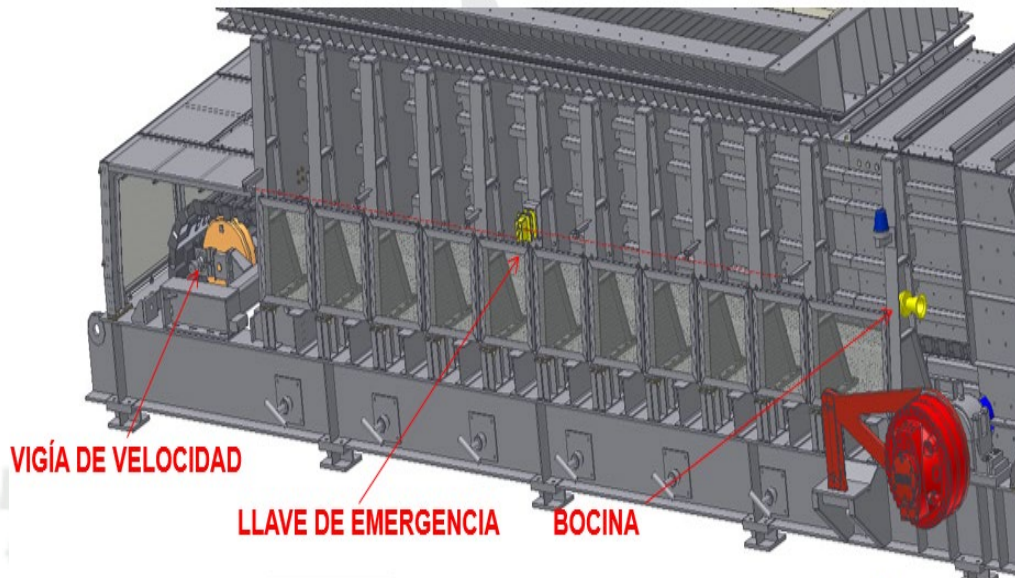
Fuente: Metso (2011).

### **Dispositivos de Seguridad**

Los Alimentadores de Placas cuentan con llaves de emergencia, vigías de velocidad, bobinas y otros dispositivos de seguridad que estos dispositivos son instalados con el fin de proteger al equipo en caso de laguna falla o mal funcionamiento y también en caso de emergencia pueden ser accionadas para evitar un accidente o un desperfecto mayor. (McLanahan Corporation, 2018)

**Figura 21**

*Disposición de dispositivos de seguridad de Alimentador de Placas*



Fuente: Metso (2011).

#### **2.1.1.3.2 TIPOS DE ALIMENTADOR DE PLACAS**

Existen varios tipos de alimentadores de placas. Para seleccionar el alimentador adecuado se debe tomar en consideración las características del material y la capacidad necesaria. Es posible que exista más de una solución que cumpla con los requerimientos. Se deben tener en cuenta además ciertos criterios para elegir el alimentador como: Gradación y tamaño del terrón, capacidad de alimentación, tipo de material y sus características, tipo de funcionamiento, si va a ser portátil o fijo, el tipo de carga, equipos aguas abajo. Debido a todas las características existentes en la selección de un Alimentador de placas existen algunos tipos de alimentadores de placas que pueden satisfacer las necesidades requeridas son:

**a)** Alimentadores de placas

Este tipo de alimentadores requiere una mayor inversión de capital y también implica un alto retorno de la inversión. Es el más robusto de los alimentadores y es de uso común en la minería en operaciones continuas pueden parar años para que entre en mantenimiento. Los alimentadores de placas se utilizan para:

- Capacidades pequeñas y grandes
- Carga de impacto extremo
- Velocidades de alimentación uniformes
- Materiales variados
- Larga vida útil y una baja necesidad de mantenimiento
- Aplicaciones a medida e instalaciones
- Materiales duros, abrasivos y resistentes, y para dimensiones que están fuera de los otros alimentadores (McLanahan Corporation, 2018).

**b)** Alimentadores de banda

Usados mayormente en aplicaciones de materiales finos. Son transportadores de cintas planas poleas tensoras espaciadas y accionadas por una polea motriz.

Se utilizan para:

- Materiales de un menor tamaño.
- Tolva de alimentación pequeña
- Aplicaciones secundarias o terciarias (McLanahan Corporation, 2018).

**Figura 22**

*Alimentador de Banda*



Fuente: Dismet

c) Alimentador reciprocante

Usados en tolvas de gran volumen de apilamiento. El movimiento reciprocante es producido por una manivela o biela exentica. La descarga es producida en el retroceso de la placa, no se descarga en el recorrido de avance. Es adecuado para:

- Capacidades pequeñas y grandes
- Velocidades de alimentación cíclicas
- Larga vida útil y baja necesidad de mantenimiento (McLanahan Corporation, 2018).

**Figura 23***Alimentador reciprocante*

Fuente: Facsol

**d) Alimentadores vibratorios grizzly**

Estos alimentadores son más pequeños que los alimentadores de placas, se usan cuando debe haber una preclasificación antes del chancador. El material se transporta por la bandeja del alimentador por un movimiento vibratorio (McLanahan Corporation, 2018). Esta vibración logra clasificar el material mediante un zarandeo los finos se pasan al fondo.

Estos alimentadores se usan para:

- Capacidades pequeñas y medianas
- Velocidades de alimentación casi uniformes
- Diferentes tipos de materiales (McLanahan Corporation, 2018).

**Figura 24**

*Alimentador Vibratorio*



Fuente: Metso (2011).

e) Alimentadores wobbler

El material transportado por este alimentador se mueve por la rotación de las barras elípticas. Este movimiento depura y clasifica el material pasando los finos al fondo, los materiales se pueden zarandear previamente dejando pasar los finos lo cual reduce el desgaste. Son usados en un material redondo y resbaladizo como son grava y carbón Este alimentador requiere una mayor inversión y tiene un retorno de capital intermedio.

Son utilizados para:

- Capacidades pequeñas y medianas
- Cuando se requiera realizar una clasificación preliminar antes de usar el chancador

- Velocidades de alimentación (dependientes de la grabación homogénea de la alimentación)
- Maneja material pegajoso y húmedo sin atascos.

**Figura 25**

*Alimentador Wobbler*



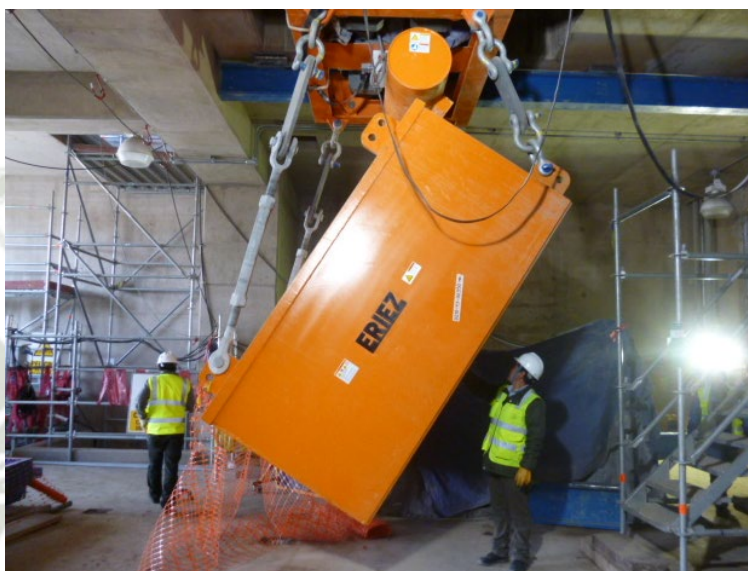
Fuente: Metso (2011).

#### **2.1.1.4 ELECTRO IMÁN**

El Electro imán es un equipo usado para atraer fragmentos de metal que podrían cortar a la faja de sacrificio, su instalación debe ser lo más paralelamente posible a la trayectoria del material a un Angulo aproximado de 60% y una separación de no más de 862 mm entre el electro imán y el alimentador de placas. Está ubicado en la parte de descarga del alimentador de placas por lo cual deberá ser reubicado para el retiro de la cadena (Antapaccay, 2011).

**Figura 26**

*Electro imán de chancado primario*



Fuente: Elaboración propia

Las características técnicas que presenta el electro imán son las siguientes:

**Tabla 7**

*Especificaciones técnicas de Electro imán Eriez*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Datos Generales	
Número de TAG	: 210-MAS-00D2
Fabricante	: ERIEZ
Ancho	: 2572 mm
Potencia del electro magneto	: 5 KW
Amperaje	: 10.1 A
Corriente	: DC (continua)
Angulo de montaje	: 60 °

Fuente: Metso (2011).

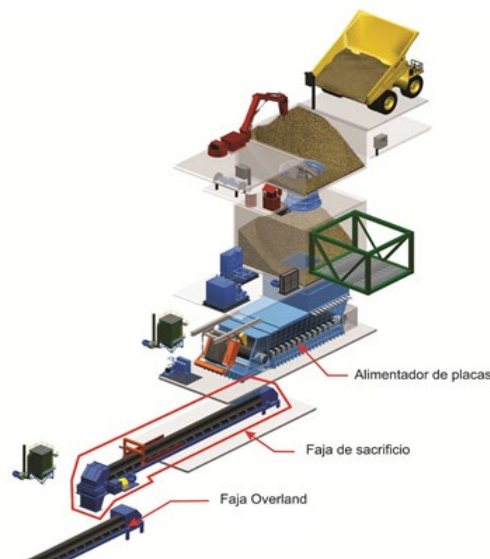
### 2.1.1.5 FAJA DE SACRIFICIO

La Faja de sacrificio es un equipo utilizado para el transporte de mineral. Está ubicado debajo del alimentador de placas, en una disposición horizontal, Cuenta con una faja de lona cubierta de jebe, tiene forma de canal, esta faja se mueve entre dos poleas, una polea motriz y otra conducida. La faja está apoyada en polines de carga y de retorno (Zela, 2017).

La faja de sacrificio transporta el mineral de la descarga del alimentador de placas hacia la faja Overland. La función de la faja de sacrificio es disminuir los dalos que pueden conducir a una dalla en la faja Overland. La faja se desplaza por ficción, por la acción de la polea motriz, la cual recibe movimiento de un moto-reductor, de tal manera el mineral es desplazado juntamente con la faja que luego cae por el chute de descarga de la faja de sacrificio hasta la faja Overland. (Antapaccay, 2011)

#### Figura 27

*Diagrama en el cual muestra la ubicación de la faja de sacrificio*



Fuente: Antapaccay (2011).

## CAPÍTULO III

### 3. MANTENIMIENTO DE ALIMENTADOR DE PLACAS

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

Para conservar la vida de un equipo es necesario contar con una estrategia de mantenimiento con el objetivo de cumplir las metas propuestas por el área de producción. Esto se consigue con el cumplimiento de los mantenimientos planificados, es decir con premeditación, es por eso que las compañías cuentan con un plan de mantenimiento por áreas y por equipos, así como también procedimientos para el trabajo. La seguridad siempre es una prioridad en el trabajo para cuidar la salud y el bienestar del personal implicado en las tareas, en estas tareas siempre se debe tener en cuenta la excelencia, calidad y mejora continua en las actividades.

En el caso del alimentador de placas se realizan mantenimientos preventivos, y mantenimientos basados en la condición, dadas las condiciones de trabajo a la que es sometido, es necesario intervenir el equipo para evitar paradas de emergencia.

En este capítulo del proyecto de investigación estará centrado en mostrar las tareas de mantenimiento que son efectuadas en el mantenimiento del Alimentador de Placas, se mostrara como se realiza actualmente el cambio de cadena y placas. También se mostrará como facilita el cambio de cadena y placas la implementación del sistema propuesto, se mostrará las tareas implicadas en el proceso de mantenimiento del alimentador de placas para demostrar la necesidad de un sistema que facilite las tareas de mantenimiento que son requeridas en el área de chancado, específicamente en el Alimentador de placas.

#### 3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ALIMENTADOR DE PLACAS

Las tareas principales de mantenimiento en un alimentador de placas son propuestas por el fabricante, los cuales son revisados y actualizados por las áreas de confiabilidad y

planeamiento de acuerdo al monitoreo de condiciones de los equipos, contando así con un mantenimiento preventivo adecuado. Al Alimentador de Placas se le realiza un mantenimiento preventivo con la intención de minimizar la probabilidad de fallas, a su vez también se realiza mantenimientos basados en la condición del equipo por ello se realizan mediciones e inspecciones periódicas a fin de determinar si es necesario intervenir en el equipo.

**a) MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL**

**Tabla 8**

*Plan de mantenimiento mensual*

COMPONENTES	SERVICIO DE MANTENIMIENTO
Cajas de Chumaceras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la pérdida de grasa y reparar (cambiar sellos y retenes).</li> <li>• Verificar el nivel de ruido (si fuera alto y continuo, reemplazar la caja de rulemanes). El nivel máximo aceptable de ruido a un metro de distancia es de 85dB. El alto nivel de ruido puede ser causado por defectos en la pista del rulemán. Partículas, lubricación deficiente, corrosión y errores en el ajuste del huelgo del rulemán en el montaje.</li> <li>• Comprobar vibración y temperatura.</li> </ul>
Motor hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el nivel de aceite, agregar aceite si fuera necesario.</li> <li>• Verificar el nivel de ruido.</li> <li>• Verificar temperatura de operación (ambiente + 50 °C)</li> <li>• Verificar pérdida de aceite (fugas).</li> <li>• Comprobar desalineación de acoplamientos.</li> </ul>
Motor eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las aletas de refrigeración.</li> <li>• Verificar si hay ruidos en los rodamientos.</li> <li>• Verificar el apriete de los pernos de fijación en la base.</li> </ul>
Zapatatas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el juego entre las zapatas y la guía de material (ver tolerancias en Anexo A).</li> <li>• Verificar la alineación de los sistemas.</li> <li>• Verificar el apriete de los pernos de las zapatas. Usar torque apropiado para los pernos en uso (ver anexos de torque de pernos).</li> <li>• Comprobar el torque de los pernos de la cadena/ bandejas para ver que estén debidamente apretadas 100 horas después del arranque y después según sea necesario (comprobar valores adecuados en Anexo A).</li> </ul>

Fuente: Metso (2011).

## b) MANTENIMIENTO SEMESTRAL

**Tabla 9**

*Plan de mantenimiento semestral*

COMPONENTES	SERVICIO DE MANTENIMIENTO
Cajas de Chumaceras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar ruidos anormales o sobrecalentamiento.</li> <li>• Verificar la grasa respecto de suciedad y contaminantes Inspeccionar los retenes.</li> </ul>
Ruedas Dentadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el desgaste dos dientes (ver Anexo A cuadros de criticidad) Verificar el apriete de los pernos de los segmentos dentados (ver Anexo A de torque de pernos)</li> </ul>
Tornillos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el apriete de los pernos tornillos de las zapatas, de los revestimientos, etc. (ver Anexo A de torque de pernos)</li> </ul>
Sistema de lubricación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar si todos componentes están funcionando sin pérdida de grasa o contaminación de grasa.</li> </ul>

Fuente: Metso (2011).

## c) MANTENIMIENTO ANUAL

**Tabla 10**

*Plan de mantenimiento anual*

COMPONENTES	SERVICIO DE MANTENIMIENTO
Zapatas	Verificar la flecha entre los rodillos, que debe estar entre 50 a 100 mm.
Rodillos de retorno	Verificar el desgaste (debe estar entre los límites. Ver Anexo
Caja de Chumaceras	Hacer un plan detallado de inspección y cambio de grasa según manual de fabricante

Fuente: Metso (2011).

### 3.3 MANTENIMIENTOS DE ALIMENTADOR DE PLACAS

Cuando se realizan mantenimientos programados al Alimentador de Placas comienzan con trabajos previos de movilización de equipos y herramientas que se utilizaran en el mantenimiento, estos trabajos están implícitos en el mantenimiento ya que debe haber una preparación previa para tratar de optimizar los tiempos, así como una verificación de los

problemas y fallas preconocidas que está presentando el equipo.

Los trabajos más grandes de mantenimiento se hacen en las paradas programadas de Chancado Primario. Sin embargo, pueden suscitarse paradas de emergencia, al realizarse una medición de los parámetros del equipo y de encontrarse condiciones críticas en el monitoreo de las condiciones estos (Ver Anexo A, mediciones de criticidad) se encuentra con los parámetros de criticidad por el monitoreo de condiciones.

### 3.3.2 DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO OVERHAUL

Este mantenimiento es realizado en promedio una vez cada 2 años, esto es ligeramente variable y va a depender del desgaste de los componentes, según el historial de mantenimiento del equipo se toma 2 años en realizar este mantenimiento. Tras una inspección del equipo para la ejecución del Overhaul las piezas que son cambiadas ya sea por desgaste propio de la operación o algún desperfecto en su funcionamiento son por lo general las siguientes partes.

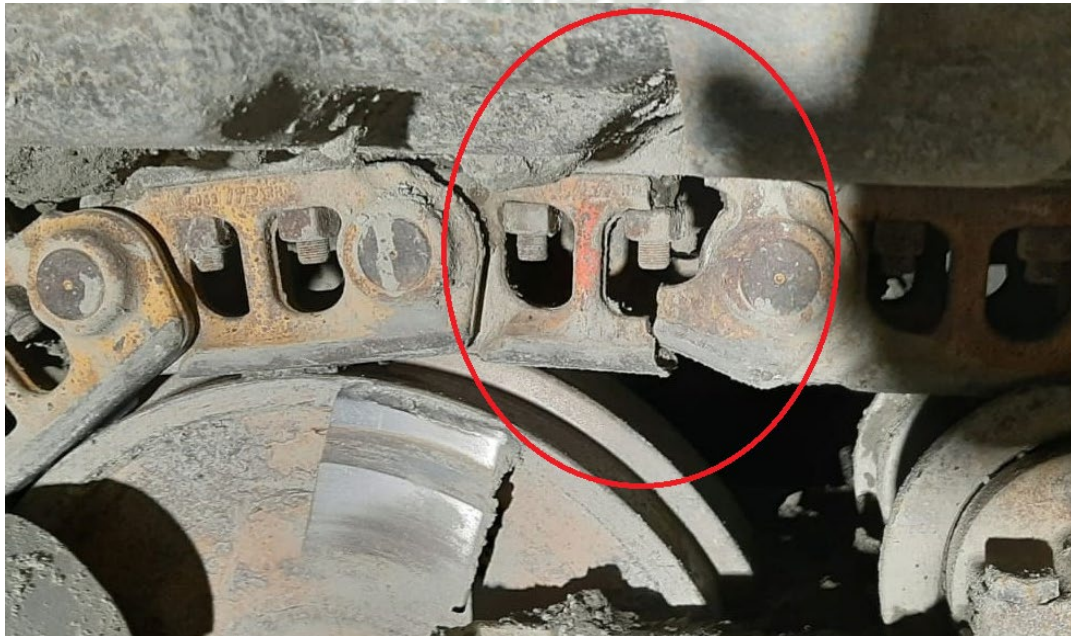
- Rodillos de carga
- Sprockets
- Cadenas
- Rodillos de retorno

- Ruedas guía del Tail Wheel
- Placas

En las inspecciones que se realizan al que se realizan al equipo muchas veces se encuentran componentes dañados por lo cual se debe programar un cambio a fin de evitar daños mayores y paradas de equipo imprevistas.

**Figura 28**

*Cadena rota debido al desgaste*



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.1 PROCEDIMIENTO ACTUAL DE CAMBIO DE CADENA Y PLACAS (119 UNIDADES.)

Se inicia el trabajo del retiro de cadenas y placas del Alimentador de placas con el bloqueo de la carga mediante un sistema de lanzas que evitan la caída de carga al alimentador, se debe accionar el Alimentador hasta dejarlo libre de carga para poder

trabajar libremente en el equipo, protegiendo así al personal durante los trabajos de mantenimiento que se realizan en el equipo.

**Figura 29**

*Entrega de equipo para mantenimiento*



Fuente: Elaboración propia.

Se desmontan las guardas de protección del lado de alimentación, así como del lado de descarga, se desmontan los 4 pernos que sostienen a las placas, posterior a esto se procede separando la cadena para esto previamente debe haberse desmanotado 3 bandejas encima y cercanas al eslabón maestro esto con la finalidad de tener más

espacio, luego se procede con el desmontaje de la cadena sacando lo pines, con ayuda de un polipasto de 3.2 Tn se retiran las Bandejas (Placas).

### Figura 30

*Retiro de bandejas para tener acceso a cadena.*



Fuente: Elaboración propia.

Debido al espacio con el que se cuenta y al procedimiento actual con el que se realiza el cambio, no se puede retirar la cadena completa es por eso que se corta cada cierto tramo cortando con lanzas térmicas poder retirar la cadena por partes por partes, esto también conlleva a retirar cada cierto tramo las placas para poder tener acceso directo a la cadena.

**Figura 31**

*Retiro de placas de Alimentador*



Fuente: Elaboración propia.

La cadena se lleva por partes hacia al exterior, una vez allí se retira con un camión grúa como se ve en la figura 32. Una vez retirada la cadena y las bandejas se realiza una inspección más completa de los componentes del Alimentador de placas se realizar el cambio de otros componentes como rodillos de carga, retorno, Sprockets esto se detalla en secciones posteriores.

**Figura 32**

*Retido de cadena usada mediante un camion grua*



Fuente: Elaboración propia.

La instalación de la cadena nueva se realiza por el lado de la descarga, por ese lado se ingresan las cadenas nuevas (no van montadas con las bandejas), se sujeta a un cable que se hace pasar por debajo del Alimentador, por el lado de alimentación la cadena es jalada por medio de tecles y tirfors, usando anclajes existentes en la pared, una vez jalado hasta posicionarse debajo de la rueda guía.

### Figura 33

*Procedimiento actual de ingreso de nuevas cadenas*



Fuente: Elaboración propia.

Se pasa otro cable por encima del alimentador y se jala hasta unir las puntas como se muestra en la figura 33. una vez posicionado se utiliza la herramienta para colocar pines de cadena, ingresan las dos cadenas por separado así que este procedimiento se repite una vez más.

### Figura 34

*Centrado y colocación de pines de cadena*



Fuente: Elaboración propia.

Una vez finalizada la instalación cadenas se procede con la colocación de las placas con un polipasto ubicado en el área de 3.2 Tn se posiciona las placas y se procede a la instalación de las placas por el lado de la cola hasta lograr cubrir la parte superior de bandejas y se realiza el giro de la cadena accionando el motor del alimentador de placas y se completa de colocas las placas los eslabones faltantes, se puede accionar el motor del alimentador con el fin de tener mayor facilidad en el montaje.

### Figura 35

*Cadenas nuevas montadas*



Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa en la colocación de los pernos, tuercas del juego para realizar el ajuste con pistolas neumáticas y realizar el ajuste final con un torquímetro calibrado se les ajusta con un torque de 486 Nm. El torque de los pernos se debe efectuar al 100%, culminando esto se procede al cierre del Alimentador de Placas colocando las guardas de protección al equipo y se instala el sensor de velocidad en la rueda guía.

**Figura 36**

*Torqueo de pernos de Alimentador de Placas*

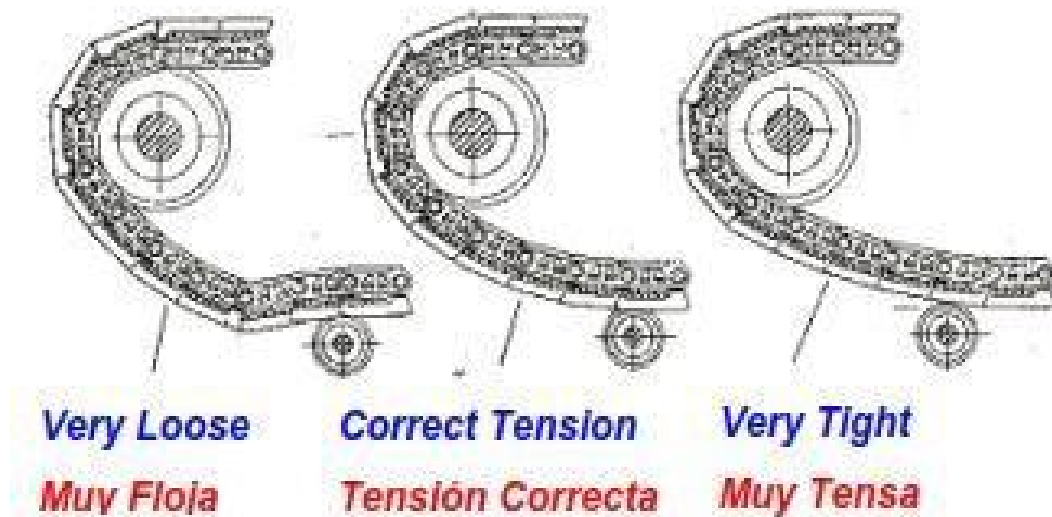


Fuente: Elaboración propia.

Una vez que están colocadas las bandejas sobre la cadena y ajustadas el torque recomendado por el fabricante, se debe proceder a medir la deflexión SAG que presenta la cadena, para esto se debe realizar una medición por el lado de la cola con una regla horizontal y un flexómetro se toma la altura que presenta la flecha con respecto al primer rodillo de retorno de acuerdo con el fabricante debe estar entre 40 – 70 mm para una operación correcta (Metso, 2011).

**Figura 37**

*Recomendación del fabricante para el correcto tensionado de la cadena*



Fuente: Metso (2011).

Una vez concluida la el ajuste de tensión de cadena se deberá proceder a colocar las guardas de protección, probar el equipo y proceder a la operación.

### 3.3.2.2 CAMBIO DE COMPONENTES ADICIONALES DEL ALIMENTADOR DE PLACAS

Al desmontar las cadenas tiene puede acceder de acceder a los demás componentes mecánicos y de desgaste del alimentador, a estos componentes nos es difícil acceder en operación o en una parada de equipo como es el caso de los rieles de impacto, ruedas guía, rodillos de carga y de retorno, por esto que se realiza un mantenimiento de oportunidad de los componentes que sufren mayor desgaste previo a una evaluación una hoja de datos del fabricante es necesario mencionar que el fabricante recomienda cambiar ruedas guía sprocket al momento de realizar el cambio de cadenas del Alimentador de Placas para garantizar así su funcionamiento adecuado.

## a) CAMBIO DE SPROCKETS

El retiro de los Sprockets se puede realizar en la operación o en una parada de emergencia previo a una evaluación de las condiciones y medidas que presenta en cuanto a su desgaste o posibles fracturas.

**Figura 38**

*Retiro de Sprockets segmentados de eje motriz de Alimentador de placas*



Fuente: Elaboración propia.

Estos Sprockets son segmentados fáciles de reemplazar y de llegar el caso se puede cambiar los segmentos que no están en contacto con la cadena, seguir hacer girando el Alimentador y de esta manera reemplazar todos estos, pero una vez retirada la cadena se tiene mayor facilidad para realizar el cambio de los Sprockets, se recomienda cuando se cambia la cadena también realizar el cambio de los Sprockets,

esto debido a que si cambiamos solo la cadena el Sprocket usado no tendrá un buen contacto con la cadena.

**Figura 39**

*Torqueo de pernos de segmentos de Sprocket*



Fuente: Elaboración propia.

#### b) CAMBIO DE RODILLOS DE CARGA Y RETORNO

El retiro de los rodillos de carga es una vez retirado la cadena son fáciles de retirar ya que solo se deben desajustar los pernos que los une a las estructuras, en el montaje de los rodillos componentes se debe tener en cuenta es el alineamiento y la nivelación es por ello que se debe realizar una evaluación.

**Figura 40**

*Rodillos de carga usados*



Fuente: Elaboración propia.

Se realiza el cambio de rodillos de retorno previa evaluación del desgaste y desperfecto que puedan presentar estos, el torque para el ajuste de estos pernos debe realizarse considerando una tabla que se encuentra de los Anexo A.

**Figura 41**

*Alineamiento de rodillos de carga*



Fuente: Elaboración propia.

### c) CAMBIO DE RUEGAS GUÍAS DE TAIL WHEEL

El cambio de las ruedas guías del lado de cola se realiza con un polipasto de 3.2 Tn, antes de la instalación se debe tomar medidas de las nuevas ruedas que se van a instalar para tomar en cuenta el desgaste que pueden llegar a presentar, al momento de instalar las ruedas es importante tomar en cuenta que deben estar alineadas por ello se realiza una alineación.

**Figura 42**

*Alineamiento y nivelación de Tail Wheel*



Fuente: Elaboración propia

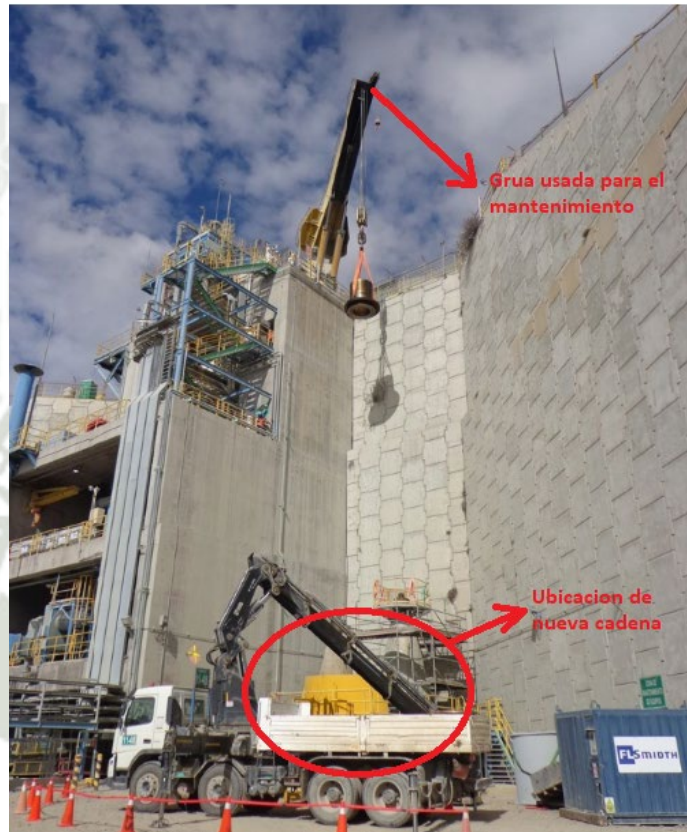
### 3.4 PROCEDIMIENTO DE CAMBIO DE CADENAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PARA CAMBIO DE CADENAS

Se comienza la ejecución del trabajo con los trabajos previos, para lo cual no se tendría que parar el equipo, se comenzara llevando afuera del edificio de chancado la nueva cadena a instalar; se tendrían ya montados los rodillos para el ayudar a un mejor deslizamiento de la cadena, se llevaría al punto de trabajo los tirfor, eslingas y herramientas para usar en el cambio. La cadena mide aproximadamente 22 metros, para facilidades al momento del

izaje la cadena nueva deberá entrar seccionada en 2 partes es por ello que se la colocara en el exterior del edificio de chancado para el ingreso cuando se hay retirado la cadena usada

### Figura 43

*Ubicación de nueva cadena para el cambio*



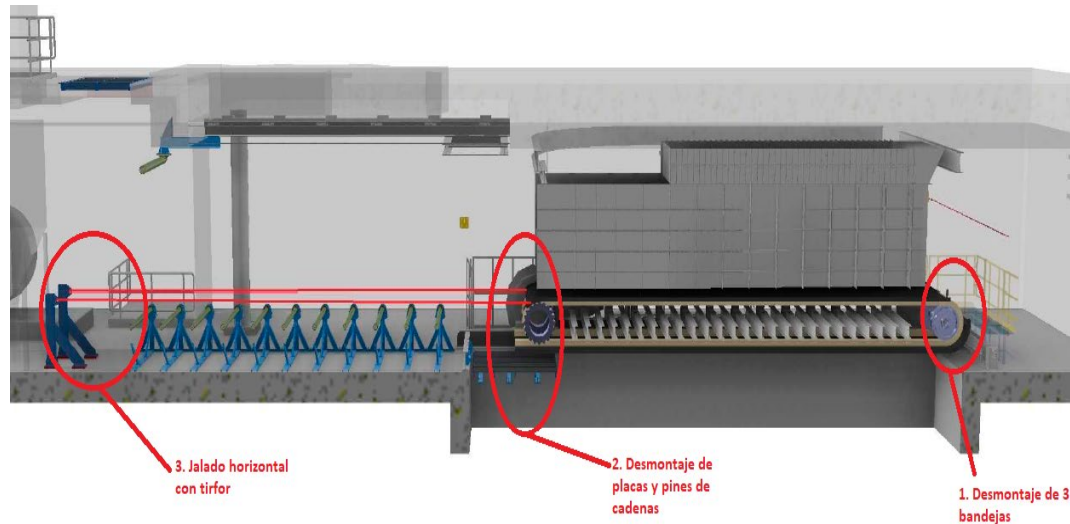
Fuente: Elaboración propia

Una vez montados los rodillos y verificado el funcionamiento del sistema se procederá con el bloqueo y paro del equipo. Se retira el electroimán para evitar daños en este equipo al momento de realizar el cambio de cadena con el sistema además de dar facilidad al retiro de la cadena completa. Se retiran las guardas de protección y se colocan las planchas en el lado de descarga, desmontar 3 placas con un tecla ya existente se las depositara en el carro para retiro de componentes es necesario retirar 3 placas para tener más espacio para usar la herramienta para retirar los pines de la cadena, más se usara hasta después del jalado de la

cadena, una vez este encima de los rodillos del sistema, se realiza el mismo procedimiento para el lado de descarga desmontando 3 placas y se desmontara el pin de las cadenas, se utilizan lo postes de tiro con un tirfor y se realiza el jalado horizontal de la cadena.

### Figura 44

*Retiro de cadena con sistema para facilidades*

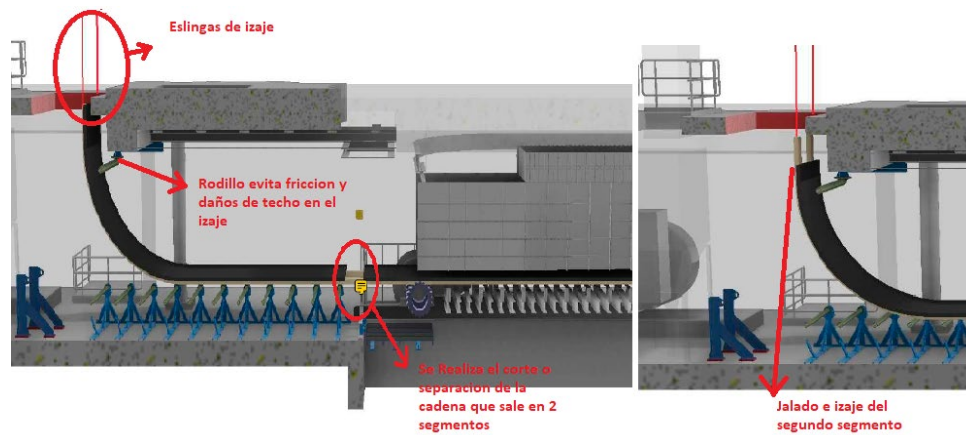


Fuente: Elaboración propia.

Una vez arrastrada la cadena con los tirford se usa el Jib Crane (Grúa pedestal) para elevar la cadena, una vez posicionada el segundo segmento de la cadena por encima del Alimentador de Placas se realiza la separación de la cadena y se retira el primer segmento, se repite esto para el segundo segmento, la cadena se retira en 2 segmentos por mayor facilidad al momento el izaje.

**Figura 45**

*Izaje de cadena usada en 2 segmentos*

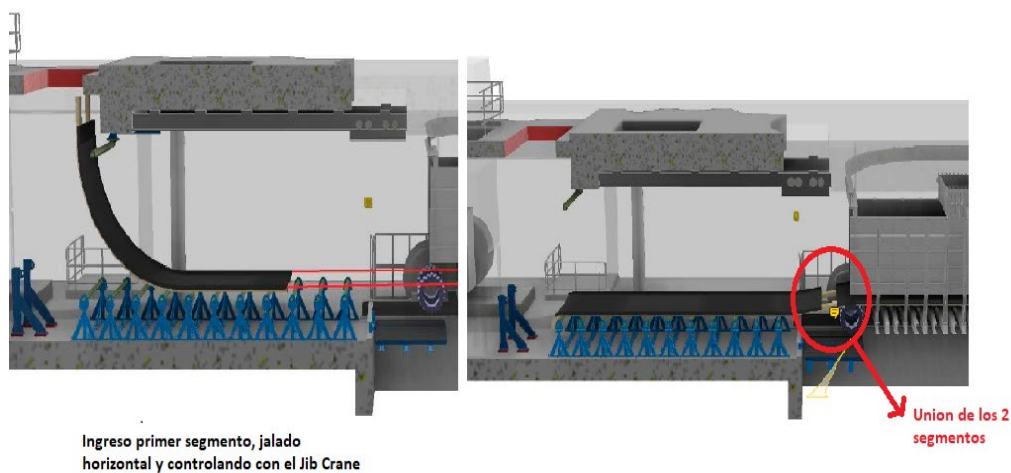


Fuente: Elaboración propia.

Una vez retirada la cadena con el Jib crane se la deposita en un camión para su posterior traslado. Se aprovecha para realizar el cambio de sprocket, ruedas guía, rodillos de carga, rodillos de retorno, rieles de impacto ya que se tiene acceso libre a estos al retirarse la cadena.

**Figura 46**

*Inserción de cadena nueva*

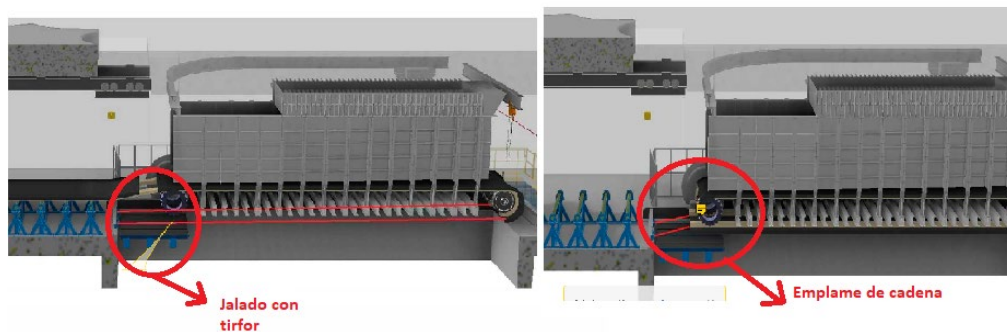


Fuente: Elaboración propia.

Se procede a insertar la cadena nueva en 2 segmentos, con el Jib crane se iza la cadena nueva desde el exterior del edificio de chancado, se introduce por el agujero existente en el edificio una vez la cola esté posicionada encima de los rodillos del sistema se la conecta con cables por el lado de alimentación y se jala hasta posicionarlo encima del Alimentador.

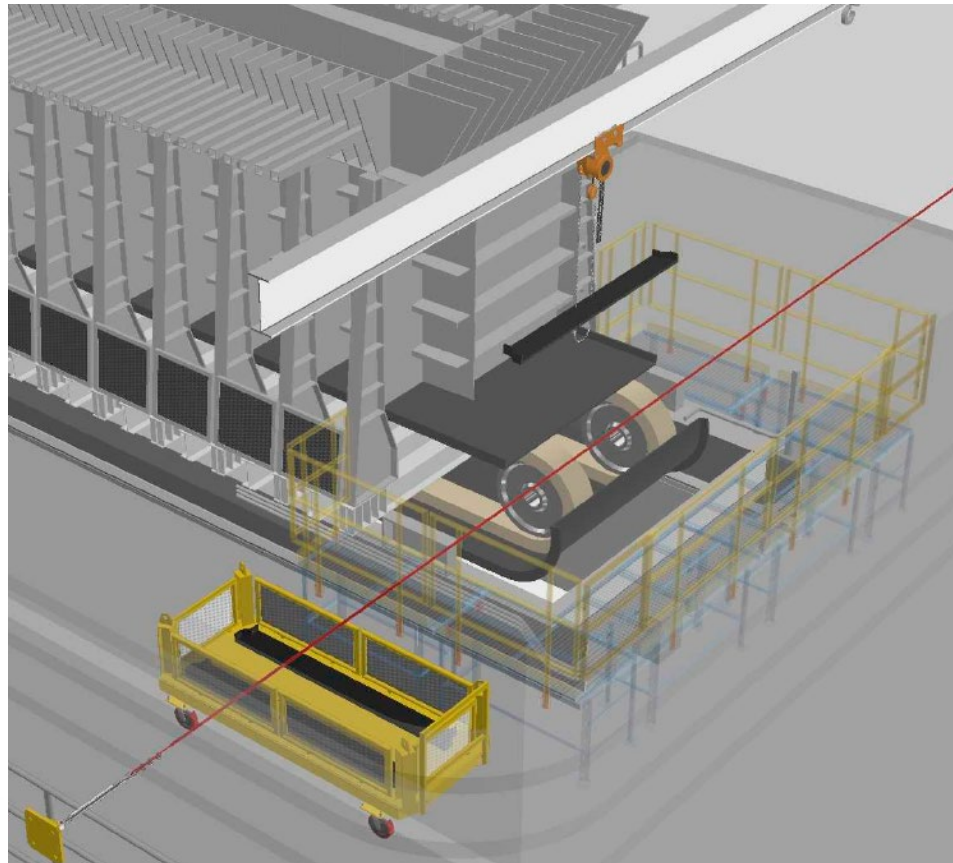
### Figura 47

*Posicionado final y unión de segmentos de cadena*



Fuente: Elaboración propia.

Se ingresa el otro segmento de la misma forma que el anterior se lo jala horizontalmente y se conecta con la herramienta de colocación de pines al segmento ya montado en el Alimentador, se jala la cadena por la parte inferior con cables usando los anclajes instalados en el sistema con un tirfor hasta llegar a la el lado de descarga una vez llegado a la parte del Sprocket realiza el empalme de la cadena se acciona el alimentador de placas hasta posicionarse el empalme en el lado de alimentación donde se tiene las plataformas, con un tecele se instalan las placas nuevas y se concluye con el cambio de cadena se instalan todas las protecciones y guardas que en un inicio fueron desmontadas para realizar el cambio de cadena.

**Figura 48***Colocación de placas nuevas*

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5. COMPARACIÓN ENTRE EL PROCEDIMIENTO ACTUAL Y EL SISTEMA PARA CAMBIO DE CADENA**

Los tiempos requeridos para hacer un mantenimiento del alimentador de placas esta mostrados en la tabla 11. Esta tabla muestra los tiempos que son requeridos para completar el mantenimiento actualmente. Esta tabla nos permitirá analizar las mejoras en cuanto a tiempos que del sistema implementar.

**Tabla 11**

*Tabla de Tiempos de duración de los mantenimientos del Alimentador de Placas*

Descripción de actividades	%	Horas programadas	Horas ejecutadas	Desviaciones
Se realizaron los trabajos previos necesarios para dar inicio a las actividades del Overhaul del AF84 en un tiempo menor al programado por Metso, las actividades fueron las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recorrido del área de trabajo.</li> <li>- Inspección de herramientas.</li> <li>- Traslado de equipos y herramientas hacia el área de trabajo.</li> <li>- Coordinación con la limpieza de chute de alimentación con operaciones.</li> </ul>	100%	12	7	- Detección de herramientas sin la cinta de inspección del mes, se procedió a realizar la inspección y colocación de la cinta del mes.
El completaron los trabajos planificados en el Overhaul del AF84 de acuerdo con el alcance del servicio.	100%	70	74	- 4h de paralización de trabajos por alerta roja.
Se realizó el retiro de guardas de protección del AF84.	100%	0.3	0.3	
Se realizó el retiro de cadena y bandejas usadas de acuerdo con el procedimiento Metso.	100%	20	20	
Se realizó el cambio de rodillos de carga y retorno al 100%.	100%	12	12	
Se identificó pernos de vigas en C sueltos, por lo que se procede al cambio de pernos.	100%	12	12	
Se realiza cambio de Sprockets.	100%	04	04	
Se realiza cambio de ruedas guía.	100%	04	04	
Se realiza el alineamiento de rodillos de carga, ruedas guía y sproket del AF84.	100%	12	12	
Se realiza el montaje de cadenas nuevas.	100%	06	06	
Se realiza el montaje de placas nuevas.	100%	20	20	
Se realiza el tensado de cadena y verificación de alineamiento de cadena.	100%	02	02	
Se realiza la instalación de las guardas de protección.	100%	01	01	

Fuente: Minera del proyecto.

La tabla 12 se presenta a continuación nos muestra la cantidad de personas implicadas en estas tareas para realizar el cambio de Cadena, Placas, Sprockets, ruedas guía, rodillos de carga y retorno, estas tareas serían realizadas por personal de mantenimiento capacitado y realizaron turnos de 12 horas de día y de noche. Son requeridos soldadores, mecánicos, supervisores mecánicos y supervisores de seguridad en conjunto suman 4455 horas hombre bien realizar estas tareas estos datos fueron recopilados de un cambio previo de componentes del alimentador de placas.

**Tabla 12**

*Personal que realizó las tareas de mantenimiento*

Fecha	Cargo	Horas Trabajadas / Turno
26/12 a 31/12	SUPERVISOR DE CAMPO	12
26/12 a 31/12	SUPERVISOR DE CAMPO	12
26/12 a 31/12	SUPERVISOR DE SEGURIDAD	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	SOLDADOR	12
26/12 a 31/12	SOLDADOR	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	SOLDADOR	12
26/12 a 31/12	SOLDADOR	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	LIDER MECANICO	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	LIDER MECANICO	12
26/12 a 31/12	SUPERVISOR DE CAMPO	12
26/12 a 31/12	SUPERVISOR DE SEGURIDAD	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	SOLDADOR	12
26/12 a 31/12	SOLDADOR	12
26/12 a 31/12	SOLDADOR	12
26/12 a 31/12	SOLDADOR	12
26/12 a 31/12	LIDER MECANICO	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12
26/12 a 31/12	MECANICO	12

Fuente: Minera del proyecto.

### 3.5.1 CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Para realizar el mantenimiento actual son requeridos muchos procesos repetitivos lo cual implica gran cantidad de personal y sobre fatiga del personal, con el sistema de presentado reduce estas cantidades de personal implicado, con el fin de presentar un análisis más detallado se elaboró un cuadro el cual se presenta las tareas asignadas, cantidad de personal implicado, horas estimadas de trabajo, para realizar esta esté mantenimiento se necesitaba 27 personas trabajando por 165 horas que es la duración de los previos de mantenimiento y parada de planta nos da un total de 4455 HH. Con el sistema solo se necesitarían 12 personas este es el personal mínimo con el cual se podría realizar el mantenimiento y trabajando aproximadamente 137.25 horas por lo nos da un total de 1647 con lo cual se logra reducir con el sistema un 63% de HH.

**Tabla 13**

*Detalles de actividades, personas, horas de trabajo y horas hombres*

	cantidad por turno	Horas estimadas de trabajo	HH	Actividades
Soldador/mecánico	2	71,5	143	Corte o despiece de cadenas, desarme de placas, desmontaje de guardas, corte de elementos.
Vigía	1	92,5	92,5	Vigilar condiciones de peligro para personal al estar expuesto el personal a caídas y quemaduras por trabajos en caliente.
Riger/mecánico	1	92,5	92,5	Controlar y supervisar el movimiento seguro de la grúa pedestal durante el izaje, apoyo con desmontaje y montaje de cadena
Mecánicos	4	92,5	370	Desmontaje de guardas, montaje de cadenas.
Operario de camión grúa	1	26	26	Movimiento de cadena despiezada a camión grúa para movilización final
Riger de camión grúa	1	26	26	Controlar y supervisar el movimiento seguro del camión grúa durante el izaje de cadena
Supervisor mecánico	1	171	171	Supervisar la ejecución de los trabajos
Supervisor de seguridad	1	171	171	Verifica que los trabajadores cumplan con los reglamentos de seguridad y salud ocupacional
Total	12	743	1092	

Fuente: Minera del proyecto.





## CAPITULO IV

4. INGENIERÍA DEL PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE  
MANTENIMIENTO RÁPIDO DE UN ALIMENTADOR DE PLACAS4.1 DISEÑO DEL SISTEMA PARA FACILIDADES DE CAMBIO DE CADENA Y  
PLACAS**Figura 49**

*Representación de distribución de componentes del sistema de retiro rápido de cadena y componentes del Alimentador de Placas.*



Fuente: Elaboración propia

Para llegar a una alternativa adecuada en cuanto al diseño de este sistema se debió previamente plantear algunas alternativas técnicas para presenta posibles soluciones aplicables a la problemática abordada. Se opta por aquel diseño que presenta una solución viable para mejorar la el problema, posteriormente aplicamos filtros o criterios para hacer una segunda selección que derivaba en una o más estrategias óptimas para el proyecto.

El diseño de un sistema de retiro rápido de cadenas y componentes fue realizado tomando en cuentas todos los cálculos previamente a su diseño que se detallan a continuación del

capítulo en el presente capítulo. Se ha realizado el cálculo estructural de simulación de los componentes más importantes como los soportes del rodillo, soportes para el eje, las columnas laterales, postes de tiros entre otros.

La selección de componentes mecánicos como el material, los pernos, rodamientos, tirfor y cables de izaje también son parte del capítulo en mención y su respectivo cálculo comparativo con los catálogos nacionales e internacionales.

Para nuestro análisis en Autodesk Inventor, solo nos centraremos en tres resultados.

- Desplazamientos
- Tensiones
- Factor de seguridad

#### 4.1.1 CALCULO DE LAS FUERZAS SUSPENDIDAS POR CAMBIO DE LA CADENA

**Figura 50**

*Modelado en Software inventor, de maniobra de retiro*



Fuente: Elaboración propia.

Para el retiro de la cadena es necesario sacarla en dos partes por lo cual el peso de la misma se reduciría a la mitad para el cálculo del peso de la cadena debemos tener en cuenta el peso independiente de las placas y el peso de los eslabones de la cadena.

**Figura 51**

*Datos de cadenas y bandejas de alimentador de Placas*

<b>FEEDER PAN</b>			
Material	Manganese Steel ASTM A128 gr. B	Height of flange edges	76 mm
Thickness	38 mm	Weight of pans	173 (each) kg
Width of pan	2134 (84") mm	Deflection limited by (Describe)	2 impact beam (impact rails)
<b>FEEDER CHAINS</b>			
Crawler tractor chains	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	
Link: Material	hardened steel	Pitch	202.8 (7.98") mm
Link: Hardness	Not specified BHN	No. of strands	2
Bushing: Material	hardened steel	Chain pull, operating:	29699 kgf
Bushing: Hardness	Not specified BHN	Max. allowable chain pull	125000 kgf
Pin: Material	hardened steel	Chain weight	15 kg
Pin: Hardness	Not specified BHN		

Fuente: Metso (2011).

$$\text{Peso cadena} = (173 + 15) * 119 = 22.372 \text{ Tn}$$

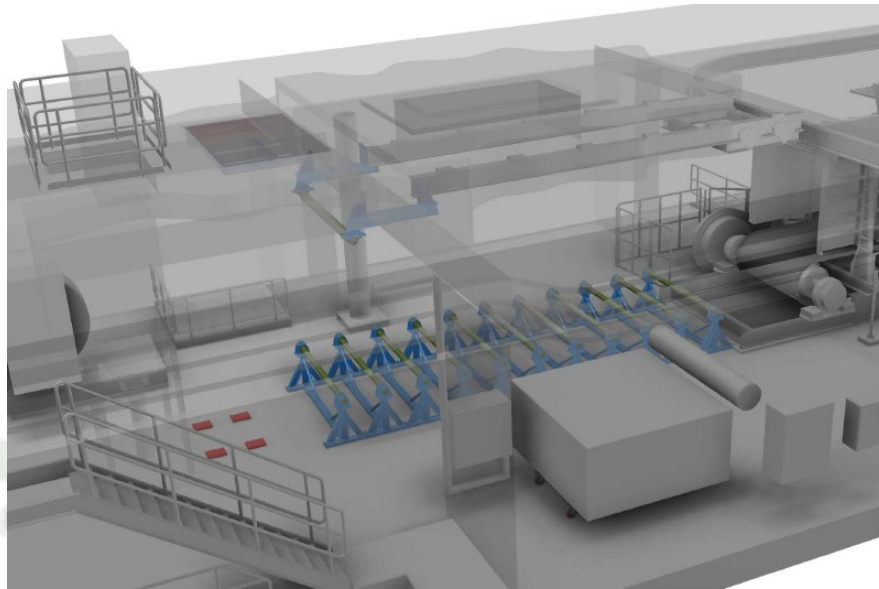
- Peso total de la cadena: 22.372 Tn
- Longitud total de cadena: 20 m
- Peso por unidad longitud:  $22.372 \text{ Tn} / 20 \text{ m} = 1.1186 \text{ Tn/m} = 10.973 \text{ kN/m}$

**a. Parante de apoyo**

Se elabora este componente para que pueda soportar el peso de la cadena por sección y poder remover la totalidad de cadena con facilidad, se distribuyen continuamente de tal manera que estén una al costado de otra sin luz entre parante. Estos parantes deben estar fijos al piso para que cuando se tire de la cadena no caigan al lado que se dirá de la cadena. Deberán ser capaces de soportar los el peso de la cadena y las fuerzas laterales que producirá el tiro de la cadena.

**Figura 52**

*Vista frontal de parantes de apoyo del sistema*

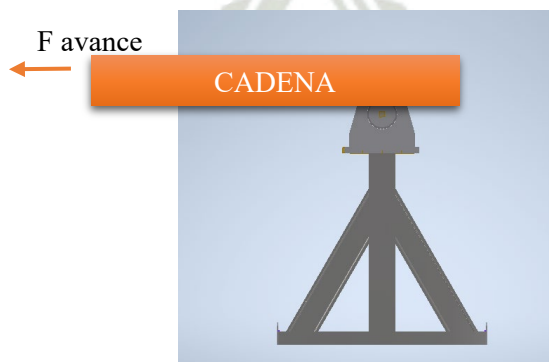


Fuente: Elaboración propia

- Se tiene una distribución del siguiente tipo por cada Parante.
- La longitud de cadena que hace efecto en cada parante es igual a la longitud de la base de cada parante, es decir 800 mm.

**Figura 53**

*Soporte de rodillos*



Fuente: Elaboración propia.

$$\sum \text{Fuerzas} = m \cdot \bar{a}$$

**Tabla 16**

*Coefficientes de fricción estática*

Materiales en contacto	Fricción estática	Fricción cinética
Hielo // Hielo	0,1	0,03
Vidrio // Vidrio	0,9	0,4
Madera // Cuero	0,4	0,3
Madera // Piedra	0,7	0,3
Madera // Madera	0,4	0,3
Acero // Acero	0,74	0,57
Acero // Hielo	0,03	0,02
Acero // Latón	0,5	0,4
Acero // Teflón	0,04	0,04
Teflón // Teflón	0,04	0,04
Caucho // Cemento (seco)	1,0	0,8
Caucho // Cemento (húmedo)	0,3	0,25
Cobre // Hierro (fundido)	1,1	0,3
Esquí (encerado) // Nieve (0°C)	0,1	0,05
Articulaciones humanas	0,01	0,003

Fuente: Díaz del Castillo (2007).

$$0,74 * 10.973 \frac{kN}{m} * 800 \text{ mm} \leq F \text{ arrastre}$$

$$F \text{ arrastre} \geq 6.496 \text{ kN}$$

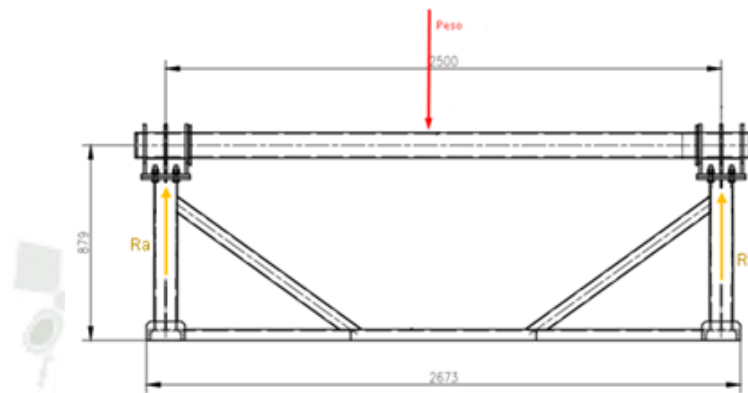
Para un desplazamiento lento cuasi estático consideraremos.

$$F \text{ arrastre} = 6,5 \text{ kN}$$

Diagrama de Cuerpo libre en el parte de apoyo:

**Figura 54**

*Peso de la cadena*



Fuente: Elaboración propia.

Entonces el peso de la cadena se define de la siguiente manera para una sección de parante:

$$Peso_{cadena} = 10.973 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 800 \text{ mm} = 8778.4 \text{ N}$$

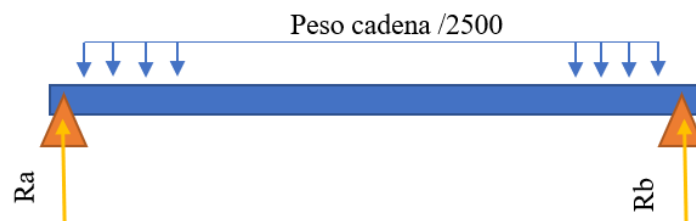
La reacción en A y B será igual debido a la simetría de la figura:

$$R_a = R_b = 4389.2 \text{ N}$$

Diagrama de Fuerza cortante y momento flector para el eje.

**Figura 55**

*Diagrama de fuerzas distribuidas en tubo*



Fuente: Elaboración propia.

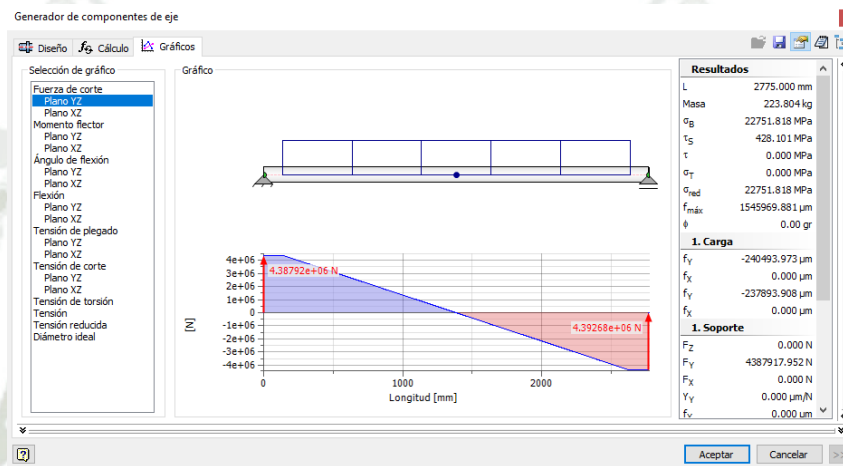
Se tiene como carga distribuida el peso de la cadena:

$$Peso_{cadena\ distribuido} = \frac{8778.4\ N}{2.5\ m} = 3.511\ \frac{kN}{m}$$

Diagrama de Fuerza Cortante realizado en Autodesk Inventor:

**Figura 56**

*Diagrama de fuerzas cortantes*

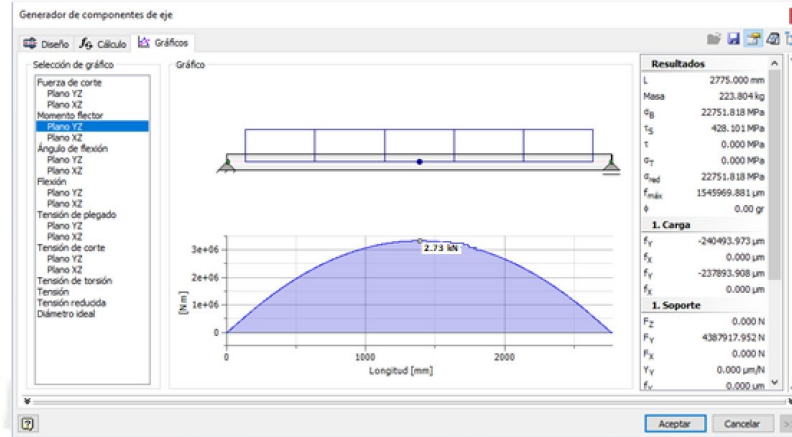


Fuente: Inventor (2021).

Diagrama de momento flector realizado en Autodesk Inventor:

**Figura 57**

*Diagrama de momento flector*



Fuente: Inventor 2021.

El mayor momento flector que se presenta en la viga es a una distancia de 1.25 m y con un valor de 2.743 kN\*m.

Cálculo de la sección de viga, para ello seleccionaremos un tubo. Con características del tubo capaces de soportar los esfuerzos a los que serán sometidos.

**Tabla 17**

*Composición de acero A53*

ASTM A53 Grade A & B Steel Pipe  
Chemical Composition and Mechanical Properties



Chemical Composition									
Grade	Max, %								
	Carbon	Manganese	Phosphorus	Sulfur	Copper	Nickel	Chromium	Molybdenum	Vanadium
Type S (seamless pipe)									
Grade A	0.25	0.95	0.05	0.045	0.4	0.4	0.4	0.15	0.08
Grade B	0.3	1.2	0.05	0.045	0.4	0.4	0.4	0.15	0.08
Type E (electric-resistance-welded)									
Grade A	0.25	0.95	0.05	0.045	0.4	0.4	0.4	0.15	0.08
Grade B	0.3	1.2	0.05	0.045	0.4	0.4	0.4	0.15	0.08
Type F (furnace-welded pipe)									
Grade A	0.3	1.2	0.05	0.045	0.4	0.4	0.4	0.15	0.08
Mechanical Properties									
Strength		Grade A			Grade B				
Tensile strength, min, psi [MPa]		48 000 [330]			60 000 [415]				
Yield strength, min, psi [MPa]		30 000 [205]			35 000 [240]				
Elongation in 2 in. or 50 mm		e = 625 000 [1940] A <sup>0.2</sup> / U <sup>0.9</sup>							

Fuente: OCTAL (2018)

Resistencia a la tracción de acero A53 = 415 MPa = 60000 PSI

Fluencia = 240 MPa = 35000 PSI.

$$S_{req} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{\sigma_{permissible}}$$

$$S_{req} = \frac{2.743 \text{ kN.m}}{240 \text{ MPa}} = 1.3897 * 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$S_{req} = \frac{I}{c}$$

$$S_{req} = 1.3897 * 10^{-5} \text{ mm}^3 = \frac{I}{c} = \frac{\pi}{16} \frac{(D^4 - d^4)}{D}$$

$$S_{req} = \frac{I}{c}$$

Donde:

I: Momento de inercia para cilindro hueco.

c: Grosor de la capa.

$$S_{req} = 1.3897 * 10^{-5} \text{ m}^3 = \frac{I}{c} = \frac{\pi}{4} \frac{(D^4 - d^4)}{4d}$$

**Tabla 18**

*Momentos de inercia*

Figuras geométricas	Momento de inercia con respecto a la superficie neutra
Cilindro macizo	$I_A = \frac{1}{4} \pi r^4$
Paralelepípedo apoyado sobre <i>b</i>	$I_A = \frac{1}{12} a^3 b$
Cilindro hueco	$I_A = \frac{\pi}{4} (a^4 - b^4)$
Viga en <i>I</i>	$I_A = (a^2 b l / 2) + (a^3 l / 12)$

Fuente: Pinterest (2021).

Vamos a seleccionar un diámetro interior de 4" nominal 108.3 mm

$$1.3897 * 10^4 \text{ mm}^3 = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{4 * 4d}$$

$$\rightarrow D = 109.8 \text{ mm}$$

Por lo que el espesor mínimo necesario para soportar las fuerzas será:

$$e = 109.8 \text{ mm} - 108.28 \text{ mm} = 1.5 \text{ mm}$$

Según el catálogo de tubos vamos a seleccionar medidas comerciales:

**Tabla 19**

*Tubería SCHEDULE 40 AL CARBÓN, especificaciones nominales*

DIAMETRO NOMINAL NPS	DIÁMETRO EXTERIOR (Pulg.)	ESPESOR DE PARED (Pulg.)	PESO TUBO 6m.		LARGO DEL TUBO (m)	GRADO	PRESION DE PRUEBA (psi)	SCH
			NEGRO (kg.)	GALVANIZADO (kg)				
1/4"	0,540	0,088	3,780	3,962	6,00	A	700	40
3/8"	0,675	0,091	5,040	5,296	6,00	A	700	40
1/2"	0,840	0,109	7,620	7,887	6,00	A	700	40
3/4"	1,050	0,113	10,140	10,479	6,00	A	700	40
1"	1,315	0,133	15,000	15,479	6,00	A	700	40
1 1/4"	1,660	0,140	20,340	20,935	6,00	A	1200	40
1 1/2"	1,900	0,145	24,300	25,016	6,00	A	1200	40
2"	2,375	0,154	32,640	33,579	6,00	A	2300	40
2 1/2"	2,850	0,203	51,780	52,880	6,00	A	2500	40
3"	3,500	0,216	67,740	69,090	6,00	A	2500	40
4"	4,500	0,237	96,420	98,233	6,00	B	2210	40
6"	6,625	0,280	169,560	172,271	6,00	B	1780	40
8"	8,625	0,322	255,300	258,721	6,00	B	1570	40
10"	10,750	0,365	361,740	366,215	6,00	B	1430	40
12"	12,750	0,406	478,200	483,592	6,00	B	1340	40
16"	16,000	0,500	739,800	746,235	6,00	B	1310	40
20"	20,000	0,500	930,720	938,871	6,00	B	1050	30
24"	24,000	0,500	1121,640	1131,507	6,00	B	880	XS

Fuente: Soluciones tubulares (2021).

- Diámetro: Ø4" SCH 40
- Espesor nominal = 6.02 mm
- Peso por unidad lineal = 16.07 kg/m = 0.1576 kN/m
- Grado: B

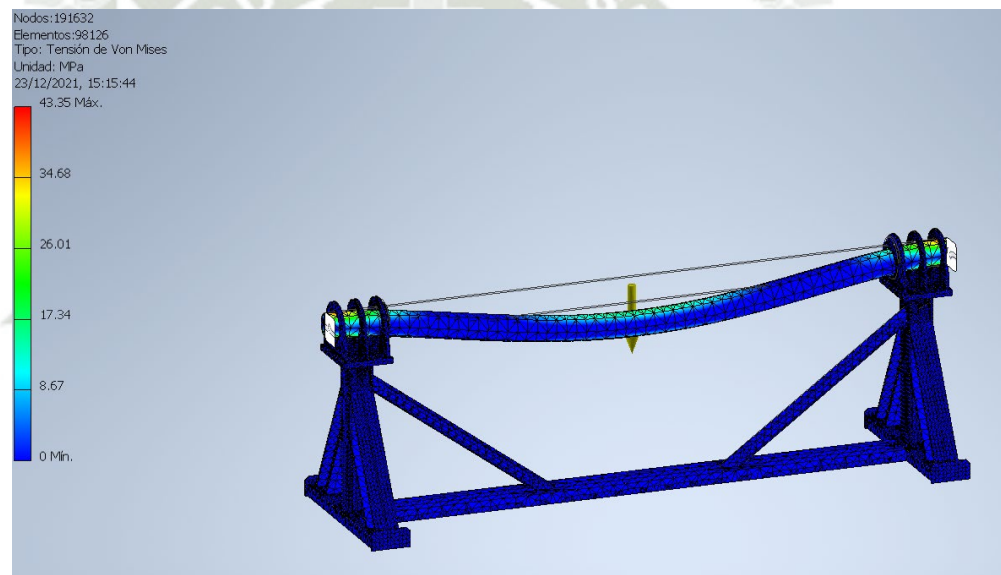
Se desprecia el peso del tubo por ser relativamente pequeño con respecto a las cargas que influyen en el mismo.

#### 4.1.1.1 ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE TUBO SCH 40

De los cálculos anteriormente presentados, encontramos la fuerza debida al peso que incidiría el tubo de nuestro sistema. Con esto podemos encontrar el espesor adecuado que deberá tener el tubo para no fatigarse.

**Figura 58**

*Análisis de Tubo SCH 40 esfuerzo máximo*



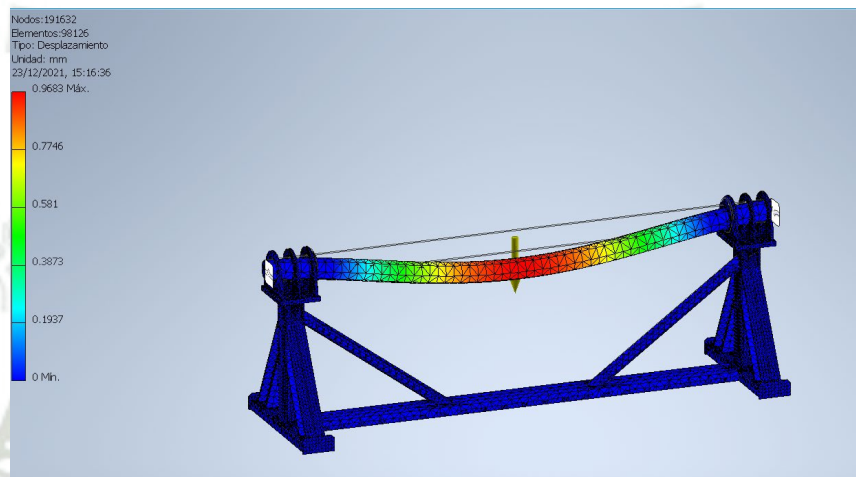
Fuente: Autodesk Inventor (2021).

La fuerza que incide en el tubo sería del peso de la cadena por ello se simula con el peso de esta. Los resultados que fueron obtenidos mediante el MEF nos muestran un comportamiento esperado en esfuerzo equivalente de Von Mises. Los resultados obtenidos son los siguientes:

El Esfuerzo equivalente de Von Mises es 43.35 MPa, por lo cual no fallara debido a que en la norma ASTM A53 el esfuerzo para alcanzar el límite elástico es de 250 MPa.

### Figura 59

*Análisis de desplazamiento de tubo SCH 40*

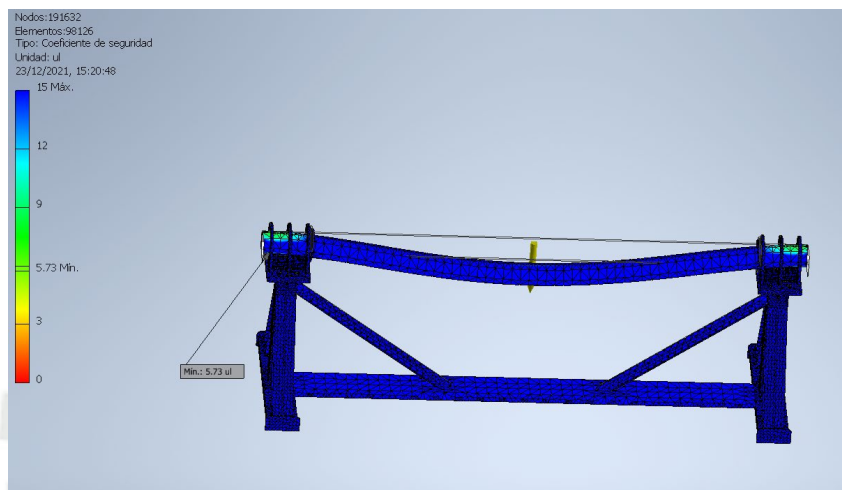


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

Realizando una simulación del desplazamiento se obtiene un máximo de 0.9683 mm lo cual cumple con la norma ASTM A53 un porcentaje de elongación menor al 20% por lo cual no fallara.

### Figura 60

*Análisis del factor de seguridad de tubo SCH 40*



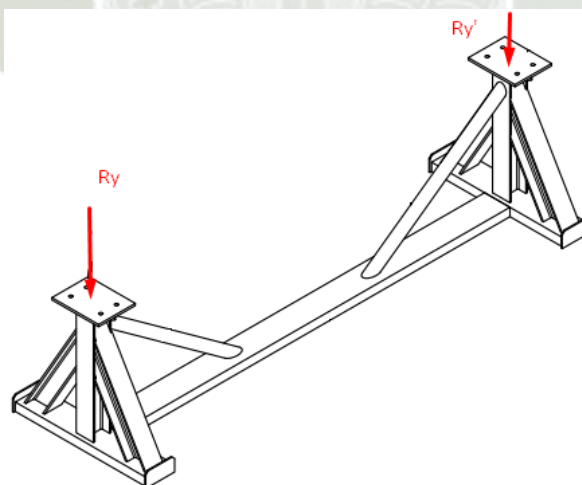
Fuente: Autodesk Inventor (2021).

En la simulación se obtiene un factor de seguridad mínimo de 5.73 lo cual cumple con lo requerido de ser superior a 1.

#### 4.1.2 CÁLCULO DEL PANDEO DE LAS COLUMNAS LATERALES

**Figura 61**

*Reacciones presentes en el soporte*



Fuente: Elaboración propia.

Las Fuerzas que se ejercen en la parte estructural son debido a la reacción del eje

$$R_y = R_{y'} = \frac{Peso_{faja} + Peso_{Tubo SCH 40}}{2}$$

$$Peso_{faja} = 10.973 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 800 \text{ mm} = 8778.40 \text{ N}$$

$$Peso_{Tubo SCH 40} = 0.1576 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 800 \text{ mm} = 126.06 \text{ N}$$

La reacción en A y B será igual debido a la simetría de la figura:

$$R_y = R_{y'} = 4452.23 \text{ N}$$

Carga crítica de pandeo:

$$F_{crit} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{(\alpha L)^2}$$

## Figura 62

Tablas de coeficientes de longitud efectiva

$F_{crit} = \pi^2 \frac{EI_{min}}{(\alpha L)^2}$	$\alpha = 0,5$ empotrado-empotrado
	$\alpha \approx 0,70$ articulado-empotrado
	$\alpha = 1$ articulado-articulado
	$\alpha = 2$ libre-empotrado

Fuente: Web del profesor (2021).

Donde:

$F_{crit}$ : carga crítica

$E$ : modulo de elasticidad

$I_z$ : momento de inercia

$L$ : longitud de la columna

## Tabla 20

Módulo de elasticidad de acero A36

Propiedades Mecánicas		Notas
Resistencia a la tracción, MPa (ksi)	400-550 (58-80)	Placas de acero, formas y barras
Limite elastico (Esfuerzo de fluencia), MPa (ksi), $\geq$	250 (36)	Espesor $\leq$ 200mm (8 pulg.)
	220 (32)	Espesor de placas de acero $>$ 200mm (8 pulg.)
Elongación, %, $\geq$	20	Placas y barras en 200 mm (8 pulg.)
	23	Placas y barras en 50 mm (2 pulg.)
Dureza Brinell, HBW	119-162	Basado en la conversión de resistencia a la tracción
Módulo de elasticidad, GPa (ksi)	200 ( $29 \times 10^3$ )	-
Prueba de impacto Charpy con muesca en V, J (ft-lbf), $\geq$	27 (20)	Formas estructurales, ubicación alternativa del núcleo
Módulo de corte, GPa (ksi)	79.3 ( $11.5 \times 10^3$ )	-
Fy del acero A36 (Limite de fluencia), MPa (ksi), $\geq$	250 (36)	-

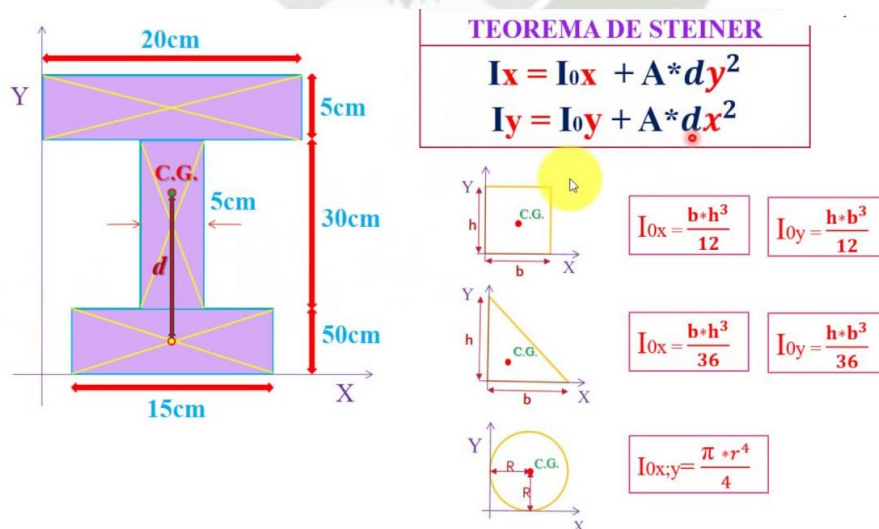
Fuente: Acero ASTM A36, Acero A36 Propiedades, Ficha Técnica, Dureza, Densidad Estructural PDF.

De tablas se tiene que:  $E = 200\text{GPa}$

Cálculo de momento de inercia ( $I_y$ ) para perfil rectangular:

**Figura 63**

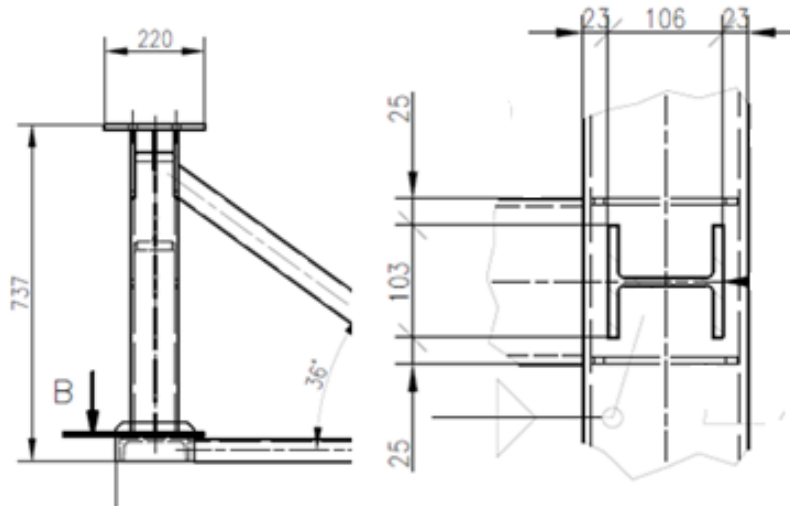
*Cálculo del momento de inercia para perfiles*



Fuente: Clases de Mecánica (2021).

**Figura 64**

*Detalle de vigas para soporte*



Fuente: Elaboración propia.

Para el momento de inercia en el perfil H 4x13:

$$I_y = I_{0y1} * \bar{y}_1 + I_{0y2} * \bar{y}_2 + I_{0y3} * \bar{y}_3 + A_1 * dx_1^2 + A_2 * dx_2^2$$

$$I_{0y1} * \bar{y}_1 = \frac{h * b^3}{12} * \bar{y}_1 = \frac{13 * 101.6^3}{12} * 6.5 = 7385103.51 \text{ mm}^4$$

$$A_1 * dx_1^2 = (101.6 * 13 + 13 * 50.8) * 50.8 * 50.8^2 = 259728409.57 \text{ mm}^4$$

$$I_{0y2} * \bar{y}_2 = \frac{h * b^3}{12} * \bar{y}_2 = \frac{101.6 * 80^3}{12} * 46.5 = 201574400 \text{ mm}^4$$

$$A_2 * dx_2^2 = (13 * 50.8 + 101.6 * 13) * 50.8 * 50.8^2 = 259728409.57 \text{ mm}^4$$

$$I_{0y3} * \bar{y}_3 = \frac{h * b^3}{12} * \bar{y}_3 = \frac{13 * 101.6^3}{12} * 99.5 = 113048892.18 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 841465214.83 \text{ mm}^4 = 0.00084$$

Cálculo de carga crítica  $F_{crit}$  para perfil rectangular:

$\alpha = 2$  para columna libre empotrado

$$F_{crit} = \frac{\pi^2 * 200 \text{ MPa} * 0.00084 \text{ m}^4}{(2 * 0.737)^2 \text{ m}^2}$$

$$F_{crit} = 0.76315 \text{ MPa} * \text{m}^2$$

$$F_{crit} = 763.15 \text{ kN}$$

Como se puede observar la carga crítica para la deformación total de las columnas laterales es de  $F_{crit}=763.15 \text{ kN}$ , lo que claramente es muy superior a la carga actual que están soportando las columnas  $R_y=R_y'=4.45 \text{ kN}$ , por lo tanto, se realizará el análisis de esfuerzo considerando este último valor.

$$\sigma_{permisible} = \frac{F_{cortante}}{\text{área de esfuerzo}}$$

$$\sigma_{permisible} = \frac{4452.23 \text{ N}}{(101.6 * 13 + 13 * 50.8) \text{ mm}^2} = 2.247 \text{ MPa}$$

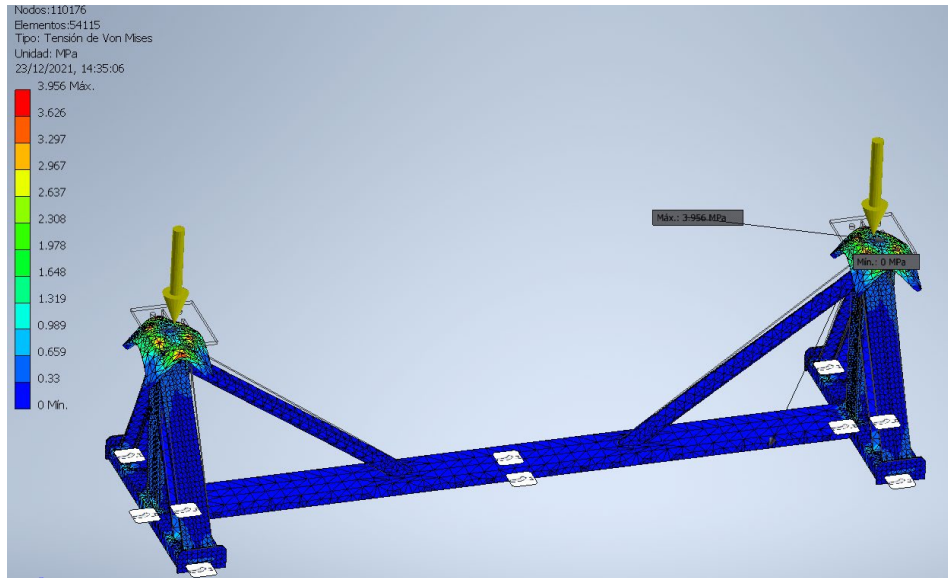
#### 4.1.2.1 ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE COLUMNAS LATERALES

Ahora realizaremos un análisis de esfuerzo al que sería sometidas las columnas laterales que son unas vigas W4x13. La fuerza que incidiera sobre ellas sería las reacciones que se encontraron anteriormente.

- Fuerza que deben soportar los soportes: 447.57 Kg (4389.2N)

#### Figura 65

*Tensión de Von Misses*



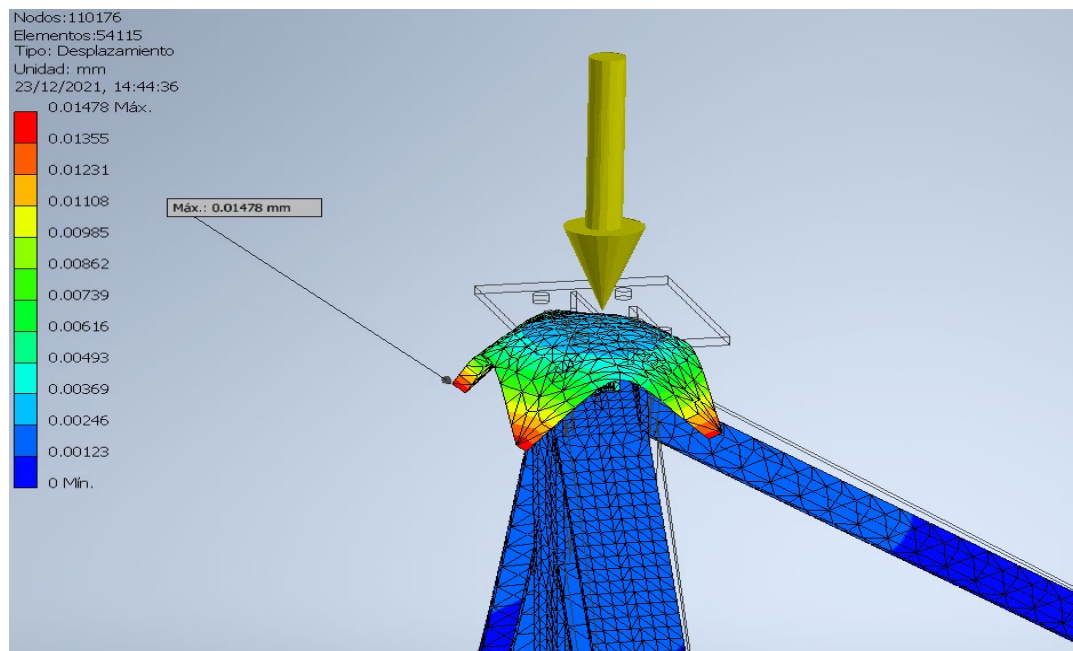
Fuente: Autodesk Inventor (2021).

La simulación nos da como resultados una tensión máxima de 3.956 MPa por lo cual no fallara debido a que en la norma ASTM A36 el esfuerzo para alcanzar el límite elástico es de 250 MPa. admisible para un acero A36.

En la plancha que sirve como base para los ejes se observa el máximo desplazamiento de la estructura esto se muestra de manera acentuada en la simulación de la figura.

### Figura 66

*Análisis de Soporte para Tubo*

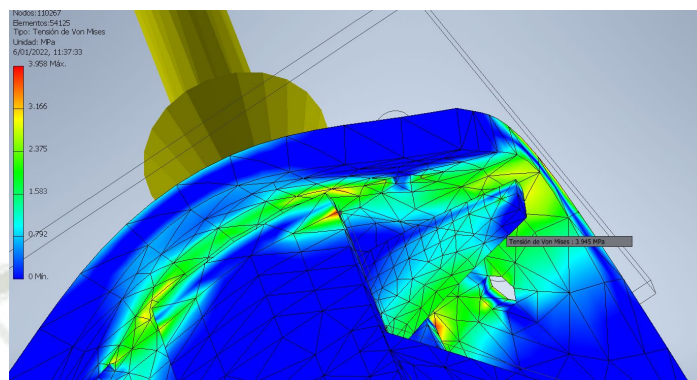


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

El máximo desplazamiento resultante de la fuerza de reacción sería 0.01478 mm. Este desplazamiento estaría ubicado en las esquinas de las planchas de soporte y lo cual cumple con la norma ASTM A36 un porcentaje de elongación menor al 20% por lo cual no fallara.

**Figura 67**

*Esfuerzo máximo en viga W4X13*

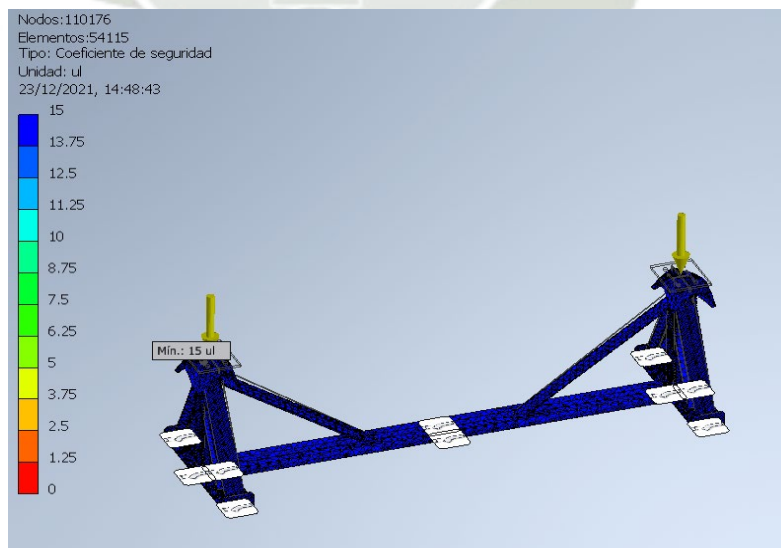


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

Al realizar la simulación obtendríamos un factor de seguridad de 15 en el diseño presentado, al tener que soportar el peso distribuido de la cadena, esta estructura fue diseñada para soportar el peso de la cadena cuando se realice su desplazamiento.

**Figura 68**

*Factor de seguridad de soporte para tubo*



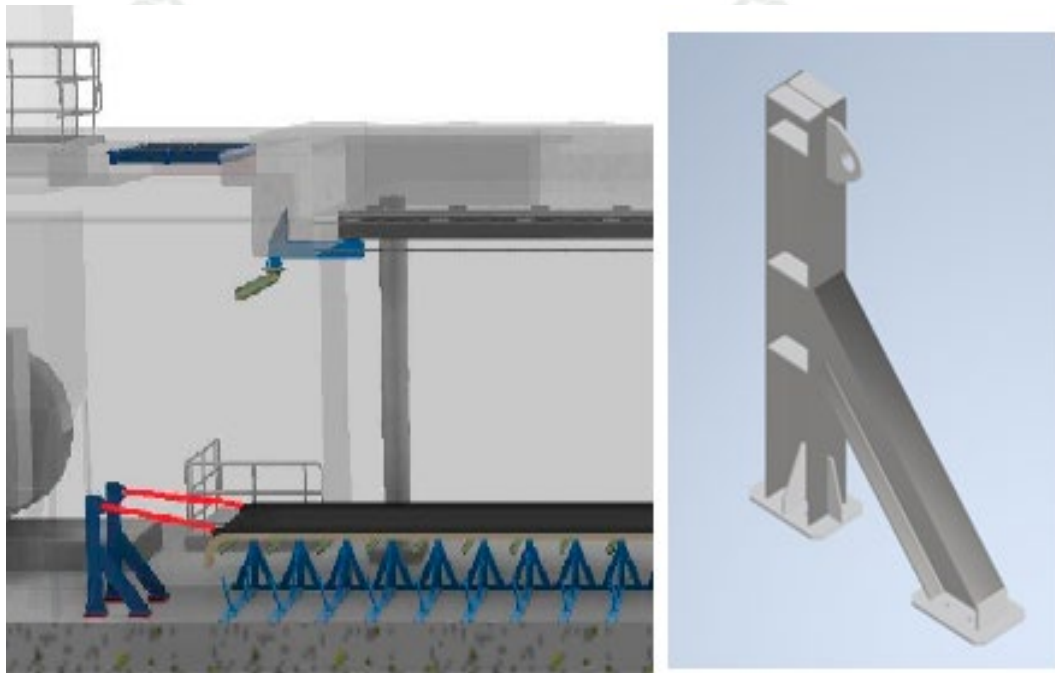
Fuente: Autodesk Inventor.

### 4.1.3 CÁLCULO DE ESFUERZO EN POSTE DE TIRO

EL poste de tiro será amarrado a un tirfor para realizar el jalado horizontal de la cadena con placas, hasta llegar a una distancia en la que se pueda realizar el izado de la cadena sin comprometer a los componentes.

**Figura 69**

*Disposición del modelado 3D de los postes de tiro de cadena e izado de cadena*



Fuente: Elaboración propia.

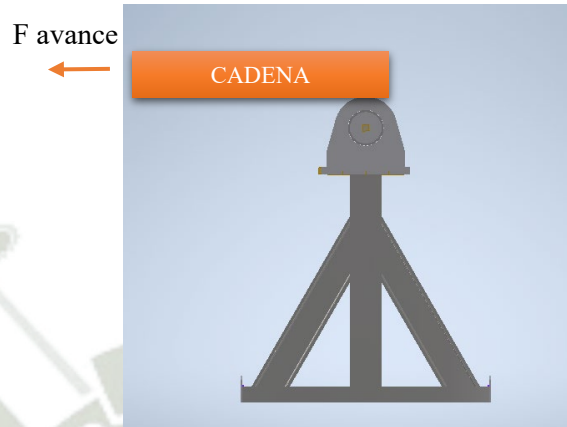
Peso total de la cadena: 22.372 Tn.

Entonces el peso de la cadena se define de la siguiente manera para una sección de parante.

$$Peso_{Cadena} = 10.973 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 800 \text{ mm} = 8778.4 \text{ N}$$

**Figura 70**

*Representación de deslizamiento de cadena en rodillos*



Fuente: Elaboración propia.

$$\sum \text{Fuerzas} = m \cdot \bar{a}$$

**Tabla 21**

*Coefficientes de fricción de Acero – Acero*

Coefficientes de Fricción

Materiales	Coef. de Fricción Estática $\mu_s$	Coef. de Fricción Cinética $\mu_k$
Acero - Acero	0.74	0.57

Fuente: SlideToDoc (2021).

De cálculos anteriores tenemos:

$$W = \text{Peso}_{faja} = 10.973 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 800 \text{ mm} = 8778.40 \text{ N}$$

$$0.74 * 10.973 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 800 \text{ mm} \leq F \text{ arrastre}$$

$$F \text{ arrastre} \geq 6.496 \text{ kN}$$

Para un desplazamiento lento cuasi estático consideraremos

$$F_{\text{arrastr}} = 6.5 \text{ kN}$$

Para el cálculo del esfuerzo permisible usamos:

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{F_{\text{arrastr}}/2}{\text{Área de esfuerzo}}$$

**Tabla 22**

*Platinas de Acero A36.*

Platina de Acero  
ASTM A36



PLATINA ACERO A36

Platinas de acero laminado al caliente (LAC), son ampliamente utilizados para toda la fabricación en general y reparaciones en el mantenimiento industrial, implementos agrícolas, equipos de transporte, etc.

Especificaciones: ASTM A36, AISI A36

Fácil de soldar, cortar, dar forma y maquinar.

Longitud 6 metros.

	Espesor		Ancho		Peso Teórico
	mm	pulg	mm	pulg	Kg/6m
3.0	1/8"	12	1/2"	1.92	
		16	5/8"	2.34	
		19	3/4"	2.88	
		25	1"	3.84	
		31	1 1/4"	4.80	
		38	1 1/2"	5.70	
4.5	3/16"	50	2"	7.62	
		12	1/2"	2.88	
		16	5/8"	3.66	
		19	3/4"	4.44	
		25	1"	5.88	
		31	1 1/4"	7.08	
6.0	1/4"	38	1 1/2"	8.52	
		50	2"	11.40	
		56	2 1/4"	12.84	
		63	2 1/2"	14.22	
		75	3"	17.10	
		12	1/2"	3.84	
9.5	3/8"	16	5/8"	4.80	
		19	3/4"	5.70	
		25	1"	7.68	
		31	1 1/4"	9.48	
		38	1 1/2"	11.40	
		50	2"	15.18	
12	1/2"	63	2 1/2"	18.96	
		75	3"	22.80	
		100	4"	30.36	
		25	1"	11.52	
		31	1 1/4"	14.28	
		38	1 1/2"	17.10	
16	5/8"	50	2"	22.80	
		63	2 1/2"	28.44	
		75	3"	34.20	
		100	4"	45.60	
		25	1"	15.24	
		38	1 1/2"	22.74	
19	3/4"	50	2"	30.36	
		63	2 1/2"	37.98	
		75	3"	45.60	
		100	4"	60.78	
		63	2 1/2"	47.46	
		75	3"	57.00	
25	1"	100	4"	75.96	
		100	4"	91.14	
		75	3"	91.14	
		100	4"	121.56	

Propiedades Mecánicas

Límite de Fluencia (kg/cm <sup>2</sup> ) mín.	2530
Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	4080-5620
Alargamiento en 200 mm 1/8" y 3/16"	15.0% mínimo
Alargamiento en 200 mm 1/4"	17.5% mínimo
Alargamiento en 200 mm 5/16", 3/8", 5/8", 3/4" y 1"	20% mínimo
Doblado a 180°	Bueno
Soldabilidad	Buena

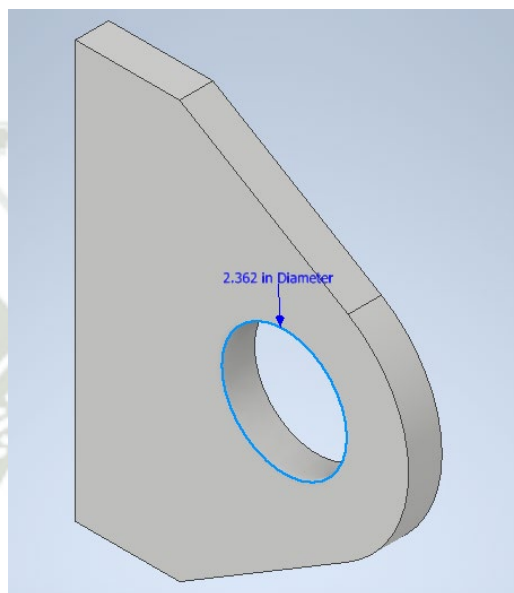
\*Nota: Todas las medidas son nominales. Los pesos en kg/m son teóricos. \*Ecuivalencias de conversión son aproximadas.

Fuente: Tablas técnicas de platinas de acero A36.

Cálculo de área de esfuerzo para placa de acero ASTM A36 de 5/8”:

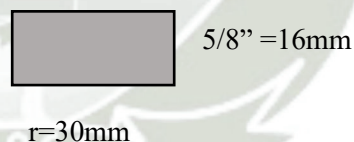
**Figura 70**

*Modelado de oreja de jalado en Inventor*



Fuente: Elaboración propia.

Sección equivalente:



$$A = \text{espesor} * \text{largo}$$

$$A = 16 * 30 * 10^{-6} m^2 = 480 * 10^{-6} m^2$$

Por lo tanto:

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{F_{\text{arrastrre}}}{\text{área de esfuerzo}}$$

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{6.5 * 10^3 / 2N}{480 * 10^{-6} m^2} = 13.54 MPa$$

#### 4.1.3.1 ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE POSTE DE TIRO

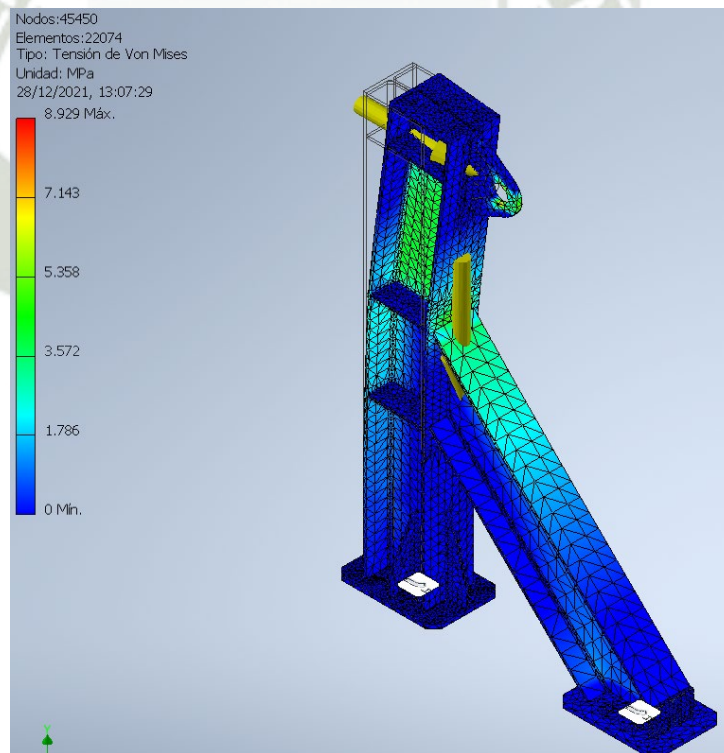
De los cálculos anteriores encontramos la fuerza de arrastre necesaria para lograr deslizar la cadena con los alimentadores de placas, dicha fuerza también incide en el poste de tiro.

- Fuerza en el poste de tiro: 331.41 Kg (3250 N)

Los diagramas de colores nos muestran que el esfuerzo de Von Mises sería de 8.929 y se encuentra en la oreja, por lo cual no fallara debido a que en la norma ASTM A36 el esfuerzo para alcanzar el límite elástico es de 250 MPa.

**Figura 71**

*Análisis de poste de tiro*

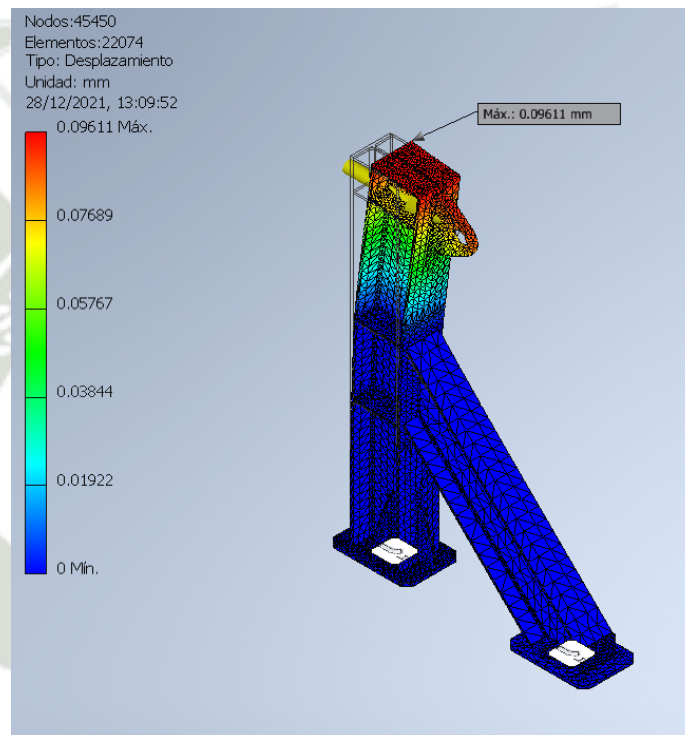


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

El desplazamiento máximo al que se vería sometido el poste de tiro sería de 0.09611 mm, lo cual cumple con la norma ASTM A36 un porcentaje de elongación menor al 20% por lo cual no fallara.

### Figura 72

*Análisis de desplazamiento de poste de tiro.*

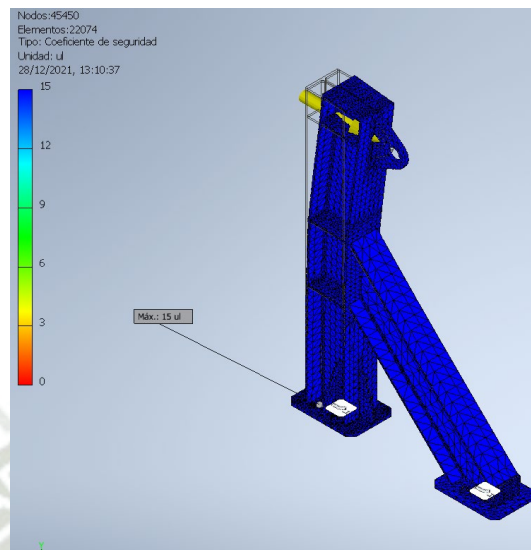


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

En la figura siguiente observamos que nuestro factor de seguridad sería 15 que fueron analizadas en la simulación mediante elementos finitos por lo cual no fallara y cumple con lo requerido para el sistema.

**Figura 73**

*Análisis mediante elementos finitos del factor de seguridad*



Fuente: Autodesk Inventor (2021).

#### 4.1.4 CÁLCULO DE ESFUERZO EN SOPORTE DE RODILLO

**Figura 74**

*Disposición de soporte en techo de edificio de chancado primario*



Fuente: Autodesk Inventor (2021).

Peso total de la cadena: 22.372 Tn, incidirá en un ángulo de  $(45^\circ)$

Longitud total de cadena dividida: 10 m

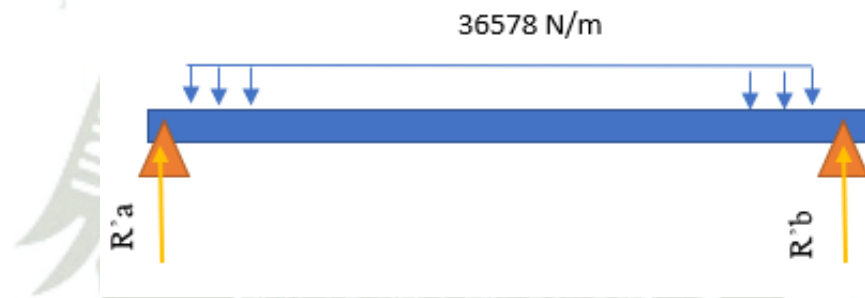
Peso por unidad 10 m de longitud: 11.186 Tn = 109.7347 KN (Peso máximo que soportará el rodillo con la cadena levantada y dividida)

Entonces el peso de la cadena se define de la siguiente manera para la sección del rodillo de longitud  $L=3000$  mm.

$$\text{Peso distribuido}_{\text{rodillo}} = 109.7347 \text{ kN} / 3000 \text{ mm} = 36578 \text{ N/m}$$

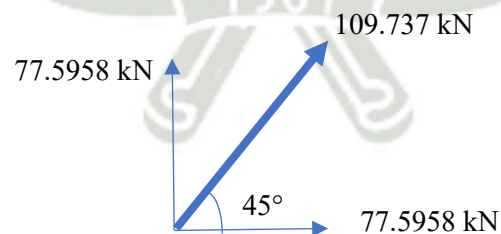
**Figura 75**

*Diagrama de carga en el Polín superior*



Fuente: Elaboración propia

Para una incidencia de la fuerza igual a  $45^\circ$ :

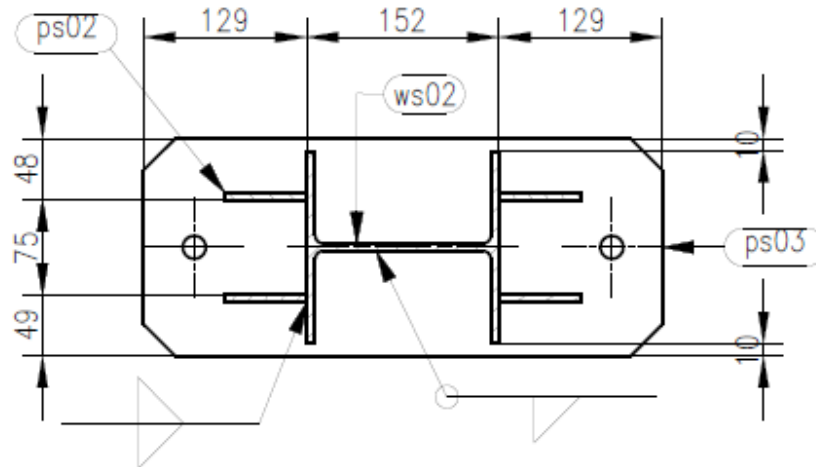


La reacción en A' y B' será igual debido a la simetría de la figura:

$$R_{a'} = R_{b'} = \frac{77.5958 \text{ kN}}{2} = 38797.9 \text{ N}$$

**Figura 76**

*Detalle de plano para fijación en el techo*



Fuente: Elaboración propia.

Para una incidencia de la fuerza igual a  $45^\circ$ , por lo tanto, fuerza actuante en el soporte:

$$F_C = Ra' = 38797.9N$$

Para el cálculo del esfuerzo permisible usamos:

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{F_{\text{cortante}}}{\text{área de esfuerzo}}$$

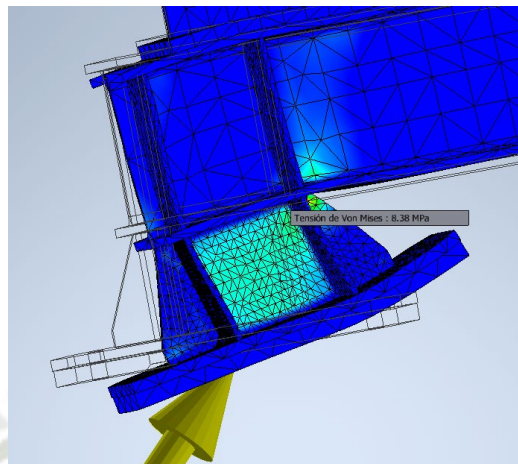
$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{38797.9 N}{(166 * 10 + 10 * 146 + 166 * 10)\text{mm}^2} = 27.0557 \text{ MPa}$$

#### 4.1.4.1 ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE SOPORTE DE RODILLO

La fuerza a la que se vería sometida este soporte es encontrada de los cálculos anteriores, recibiría la fuerza que aplica la grúa pedestal para el levantamiento de la cadena ya que es un guiador de la cadena.

**Figura 77**

*Análisis de soporte de rodillo guía de techo*

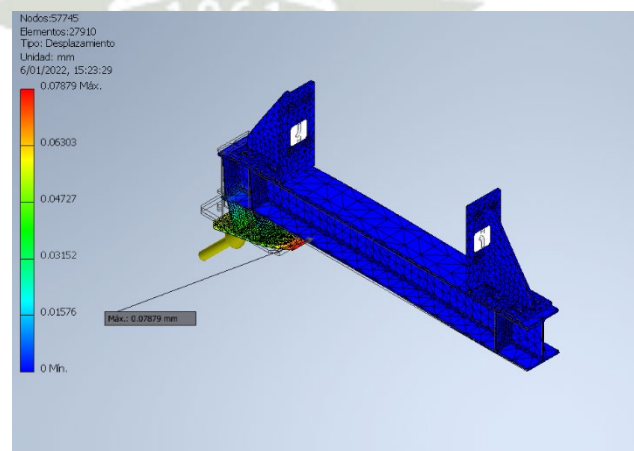


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

Como se puede observar la siguiente figura el análisis mediante elementos finitos se encontró que el esfuerzo de Von Mises sería máximo que estaría presente en la viga es de 8.38 MPa, por lo cual no fallara debido a que en la norma ASTM A36 el esfuerzo para alcanzar el límite elástico es de 250 MPa.

**Figura 78**

*Desplazamiento del soporte mostrado en la simulación*

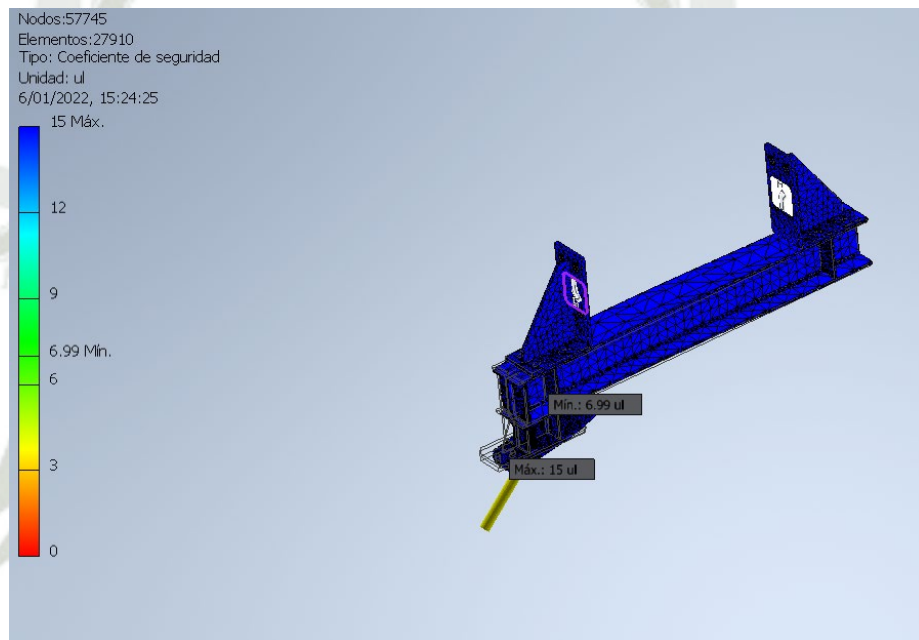


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

El Soporte presenta una deformación máxima en la esquina que iría anclada al rodillo guía este desplazamiento sería de 0.07879 mm lo cual cumple con la norma ASTM A36 un porcentaje de elongación menor al 20% por lo cual no fallara.

### Figura 79

*Análisis mediante elementos finito de soporte de rodillo guía de techo factor de seguridad*



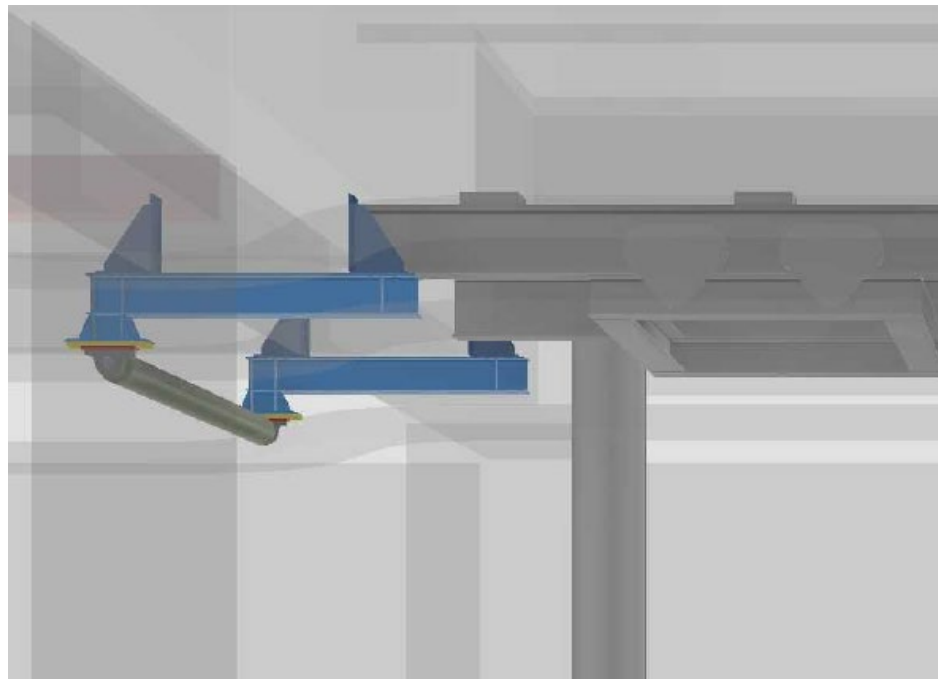
Fuente: Autodesk Inventor (2021).

En la Figura 76 se puede observar el factor de seguridad obtenido mediante el programa Autodesk inventor se obtendría un valor mínimo de 6.99 lo cual nos confirma un que este soporte no fallara al soportar el impacto de la cadena al momento del izaje.

#### 4.1.5 CÁLCULO DE ESFUERZO EN RODILLO SUPERIOR

**Figura 80**

*Modelado de rodillo y soporte de polín guía de techo*



Fuente: Elaboración propia.

Peso total de la cadena: 22.372 Tn

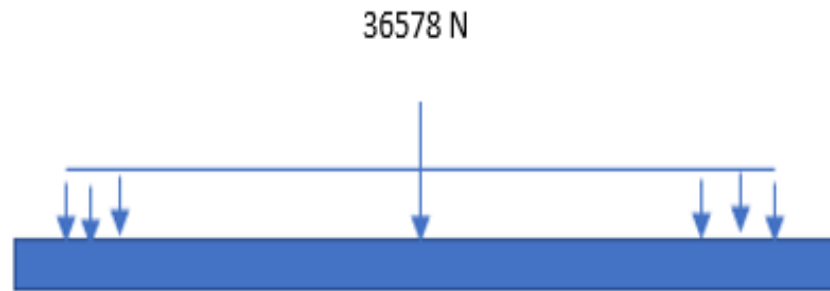
Longitud total de cadena dividida: 10 m

Peso por unidad mí de longitud: 11.186 Tn = 109.7347KN (Peso máximo que soportará el rodillo con la cadena levantada y dividida)

$$Peso_{cadena} = 109.7347kN/3000 mm = 36578 N/m$$

**Figura 81**

*Carga ejercida por la cadena en el Polín*

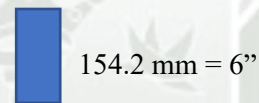


Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, fuerza actuante en el rodillo:

$$F_C = \text{Peso} = 36578 \text{ N}$$

Sección actuante en la milésima parte de longitud total:



3 mm

$$A_C = 3 \text{ mm} * 154.2 \text{ mm}$$

$$A_C = 462.6 \text{ mm}^2$$

Para el cálculo del esfuerzo permisible usamos:

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{F_{\text{cortante}}}{\text{área de esfuerzo}}$$

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{36578 \text{ N}}{462.6 * 10^{-6} \text{ m}^2} = 79.0705 \text{ MPa}$$

#### 4.1.5.1 ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE RODILLO SUPERIOR

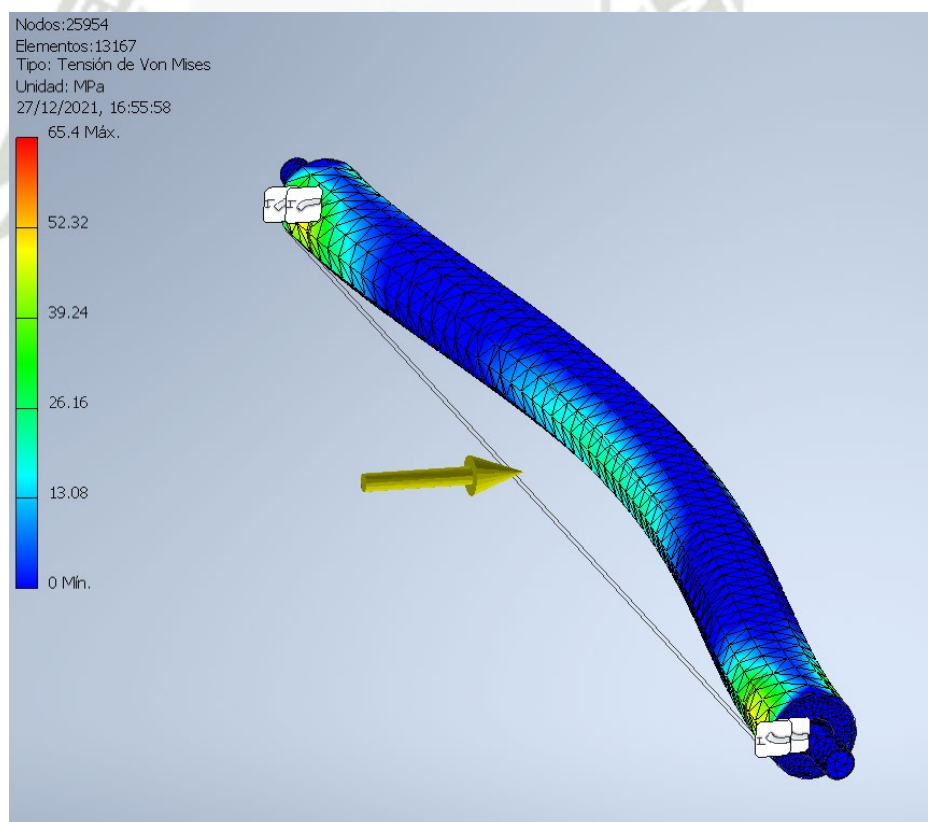
El rodillo servirá para hacer deslizar la cadena al momento del izaje, para evitar que roce con el edificio de chancado, el rodillo guía estará construido con un tubo de SCH 40 de 6" de diámetro y de acero A53.

- Fuerza en el rodillo guía 13553.97 Kg (32919.0 N)

El esfuerzo Von Mises para el rodillo guía 65.4 MPa, como se presenta en la Figura 84, por lo cual no fallara debido a que en la norma ASTM A53 el esfuerzo para alcanzar el límite elástico es de 250 MPa.

**Figura 82**

*Análisis de esfuerzo de rodillo guía superior.*

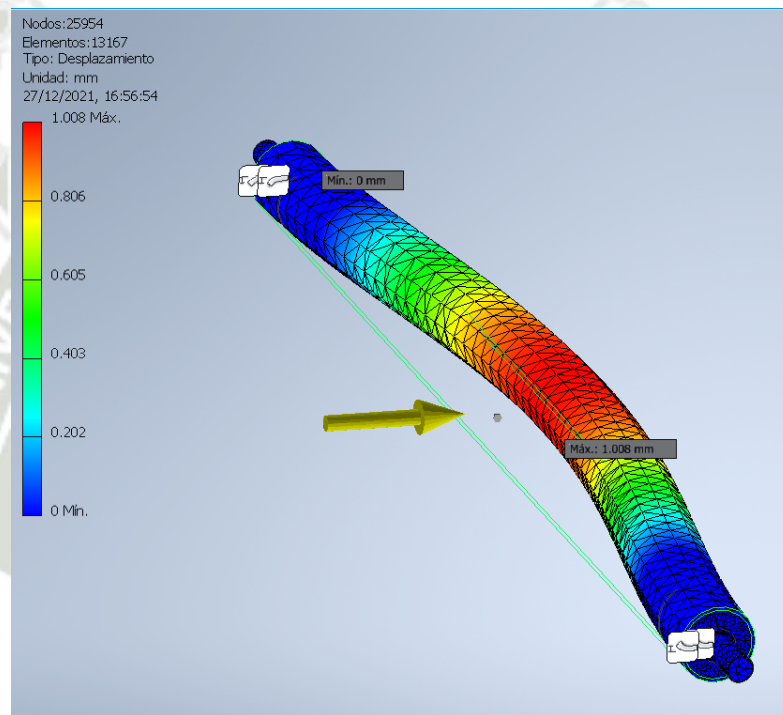


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

El rodillo presenta una deformación máxima en la esquina que iría anclada al rodillo guía este desplazamiento sería de 0.07879 mm lo cual cumple con la norma ASTM A53 un porcentaje de elongación menor al 20% por lo cual no fallara al estar debajo de estos parámetros.

### Figura 83

#### *Desplazamiento de rodillo guía*

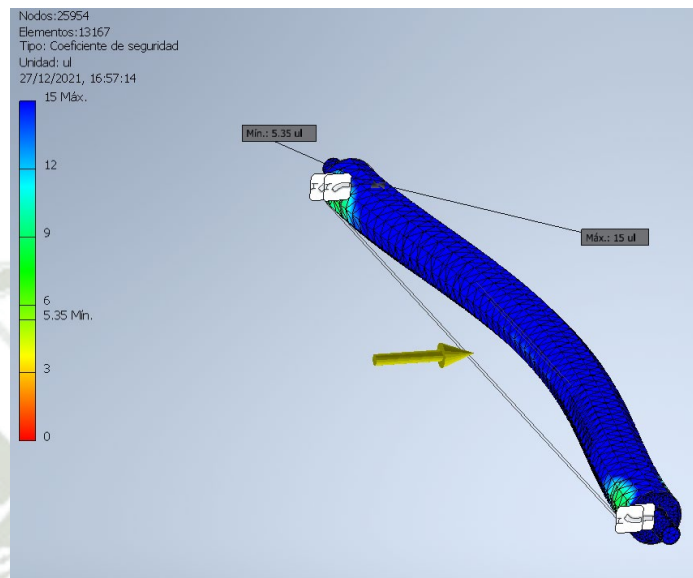


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

En la Figura 82 observamos que nuestro factor de seguridad es de 5.35 lo cual nos confirma un que este soporte no fallara al soportar el impacto de la cadena al momento del izaje.

**Figura 84**

*Análisis mediante elementos finitos del factor de seguridad*

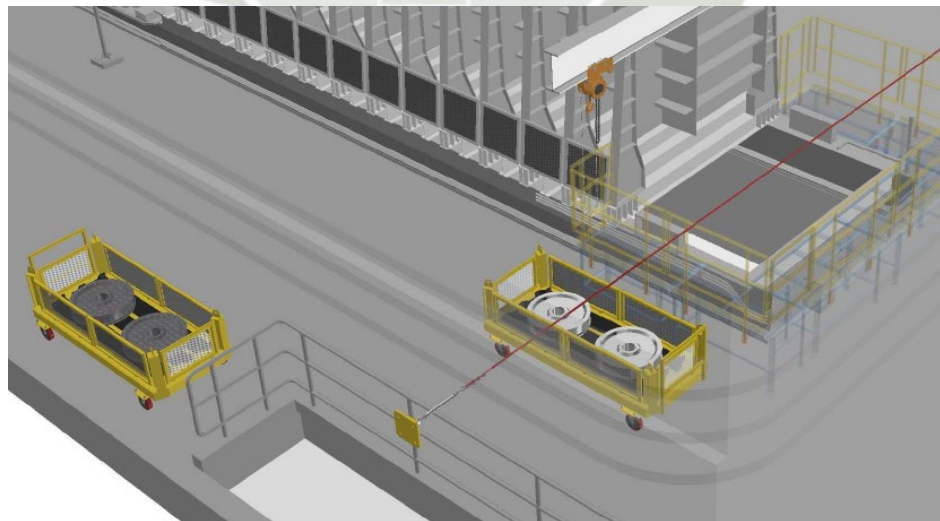


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

#### 4.1.6 CÁLCULO DE ESFUERZO EN CARRO TRANSPORTE

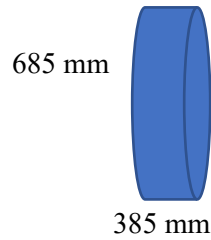
**Figura 85**

*Modelado de carro para transporte de ruedas guía en inventor*



Fuente: Autodesk Inventor

Cálculo del peso de las ruedas guía: Consideramos una rueda guía ideal.



Cálculo de volumen de la rueda guía ideal:

$$V = \pi \frac{D^2}{4} * ancho$$

$$V = \pi \frac{(685 * 10^{-3})^2}{4} * 385 * 10^{-3} m^3 = 0.1419 m^3$$

Cálculo de peso de la rueda guía ideal:

$$P = m * g = V * D * g = 0.1419 m^3 * 7.9 \frac{g}{10^{-6} m^3} * \frac{kg}{10^3 g} * 9.81 m/s^2$$

$$P = 10997.01 Kgf = 10997.01 N$$

**Figura 86**

*Propiedades del acero*

- 2. Normas involucradas:** ASTM A 53-03a
- 3. Propiedades mecánicas:** Esfuerzo a la fluencia mínimo: 240 Mpa  
Esfuerzo a la tensión: 415 Mpa.  
Elongación mínima en 50 mm (2"): 23%
- 4. Propiedades físicas:** Densidad 7.9 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>)
- 5. Propiedades químicas:** 0.30 % C máx  
1.20 % Mn máx  
0.050 % P máx  
0.045 % S máx  
0.40 % Cu min  
0.40 % Ni  
0.40 % Cr.  
0.15% Mo  
0.08% V

Fuente: Total Materia (2021).

Como son 2 ruedas el peso total será:  $2P = 21986.5 N$ . Calculando el esfuerzo permisible máximo en la viga central de la construcción del carrito: (No se han determinado fallas por esfuerzo de fluencia máximo para las columnas debido a que la falla sería por hundimiento de la placa central y el esfuerzo de fluencia sobre el perfil medio)

Considerando un perfil T50 con las siguientes características:

**Tabla 23**

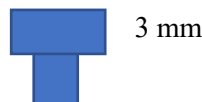
*Tabla de características para perfil T estructural*

Perfiles T																			
Perfil	Dimensiones				Posición del centro		Términos de sección						Agujeros		Peso				
	b	e=f	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	u	z	A	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	i <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>y</sub>	I <sub>t</sub>	w	a	p		
	mm	mm	mm	mm	mm	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	mm	mm	kp/m		
T 40	5	40	5	2.5	1.0	153	1.12	3.77	5.28	1.84	1.18	2.58	1.29	0.83	0.350	21	6.4	2.96	C
T 50	6	50	6	3.0	1.5	191	1.39	5.66	12.10	3.36	1.46	6.06	2.42	1.03	0.757	30	6.4	4.44	C
T 60	7	60	7	3.5	2.0	229	1.66	7.94	23.80	5.48	1.73	12.20	4.07	1.24	1.450	34	8.4	6.23	C
T 70	8	70	8	4.0	2.0	268	1.94	10.60	44.50	8.79	2.05	22.10	6.32	1.44	2.520	38	11.0	8.32	C
T 80	9	80	9	4.5	2.0	307	2.22	13.60	73.70	12.80	2.33	37.00	9.25	1.65	4.110	45	11.0	10.70	C
T 100	11	100	11	5.5	3.0	383	2.74	20.90	179.00	24.60	2.92	88.30	17.70	2.05	9.380	60	13.0	16.40	C

Fuente: Ingemecánica (2021).

Sección actuante en la milésima parte de longitud total:

$$b = 50 \text{ mm}$$



$$A_c = 3 \text{ mm} * 40 \text{ mm}$$

$$A_c = 150 \text{ mm}^2$$

Para el cálculo del esfuerzo permisible usamos:

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{F_{\text{cortante}}}{\text{área de esfuerzo}}$$

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{21994.02 \text{ N}}{150 * 10^{-6} \text{ m}^2} = 146.62 \text{ MPa}$$

#### 4.1.6.1 ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE CARRO TRANSPORTE DE SPROKETS Y RODILLOS GUÍA

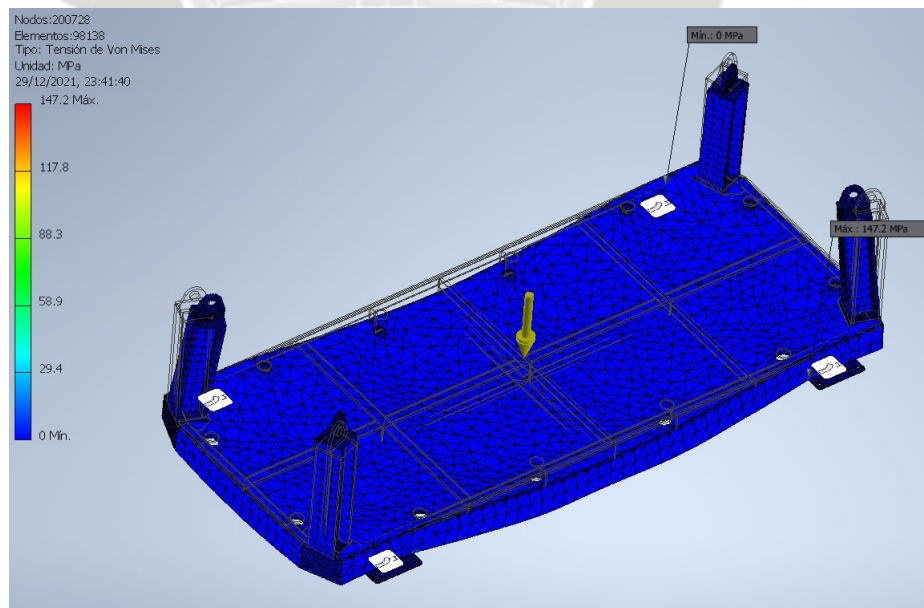
Las dado que este es un carro para el retiro y almacenamiento temporal de las ruedas guía del Alimentador de Placas será un carro solo diseñado para soportar las ruedas puntualmente, solo será usado para facilidades del mantenimiento.

- Peso de las ruedas que deberá cargar el carro. 2242 kg (21986.5 N)

El Esfuerzo equivalente de Von Mises es 147.2 MPa por lo cual no fallara debido a que en la norma ASTM A36 el esfuerzo para alcanzar el límite elástico es de 250 MPa.

**Figura 87**

*Análisis de elementos finitos de esfuerzo en carro de transporte*

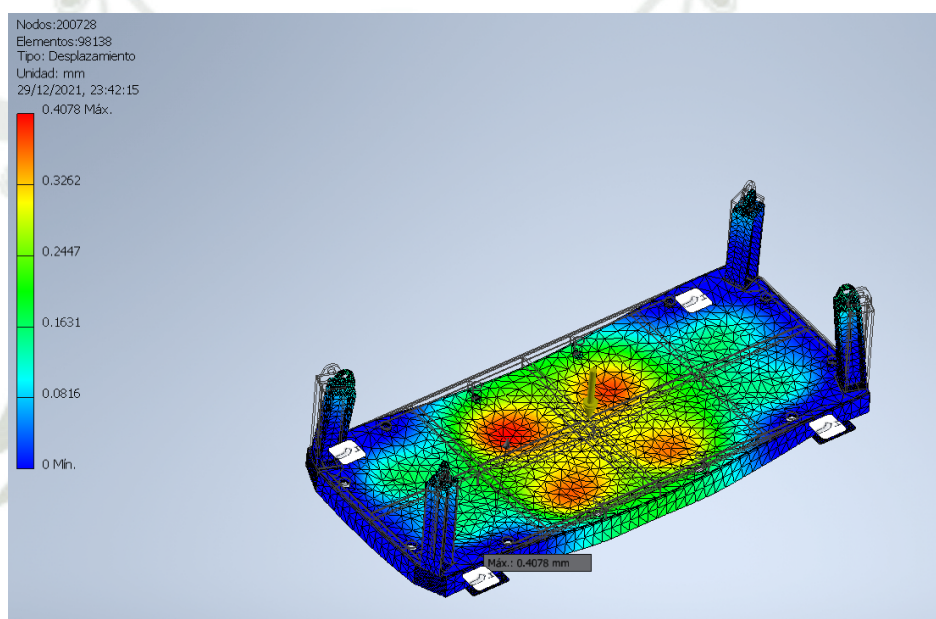


Fuente: Elaboración propia.

La estructura del carro de para mantenimiento presenta un desplazamiento en de 0.4078 mm lo cual cumple con la norma ASTM A36 un porcentaje de elongación menor al 20% por lo cual no fallar lo cual es un valor aceptable y no afectaría en las maniobras de retiro.

### Figura 88

*Análisis de elementos finitos en carro de transporte de ruedas guía*

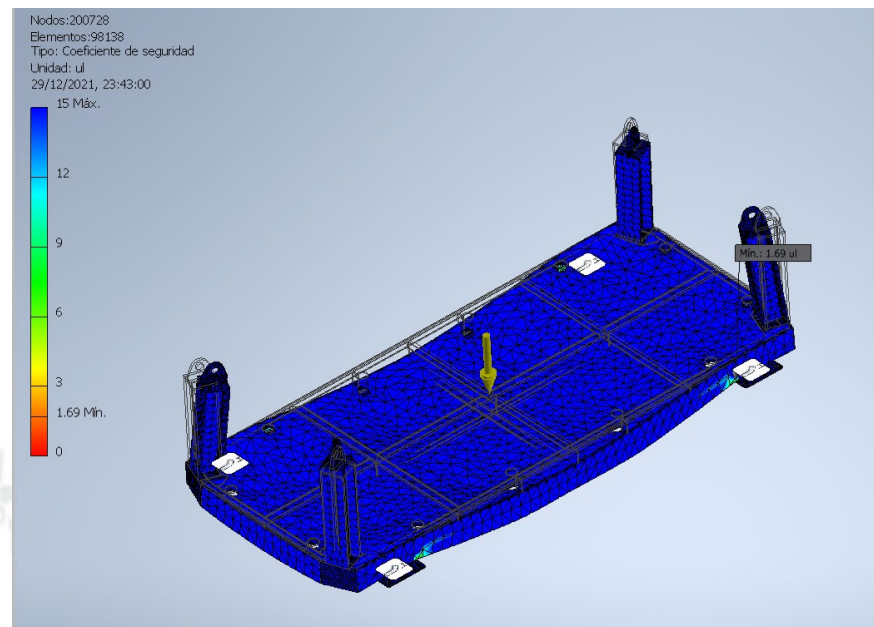


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 88 observamos que nuestro factor de seguridad es de 1.69 por lo cual podemos decir no fallara para el trabajo que está diseñado.

**Figura 89**

*Análisis de elementos finitos en carro de transporte de ruedas guía*

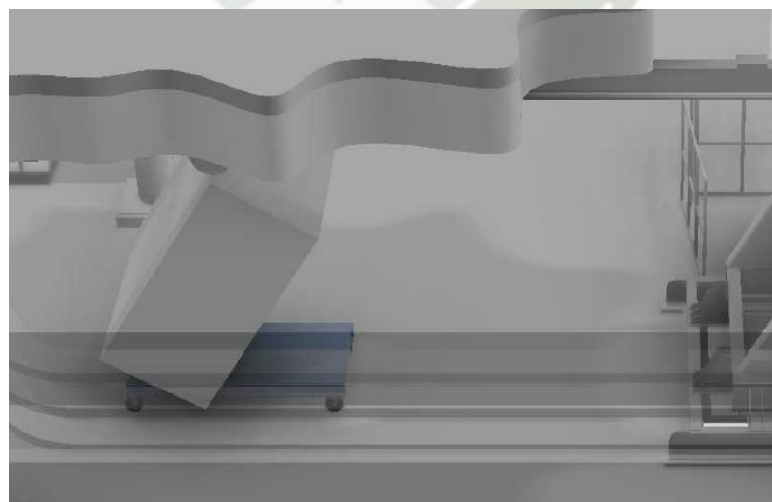


Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.7 CÁLCULO DE ESFUERZO EN CARRO TRANSPORTE

**Figura 90**

*Modelado de carro para transporte de electroimán*



Fuente: Elaboración propia.

Considerando un peso del electroimán tal y como:

**Tabla 24**

*Pesos característicos de equipos de minería*

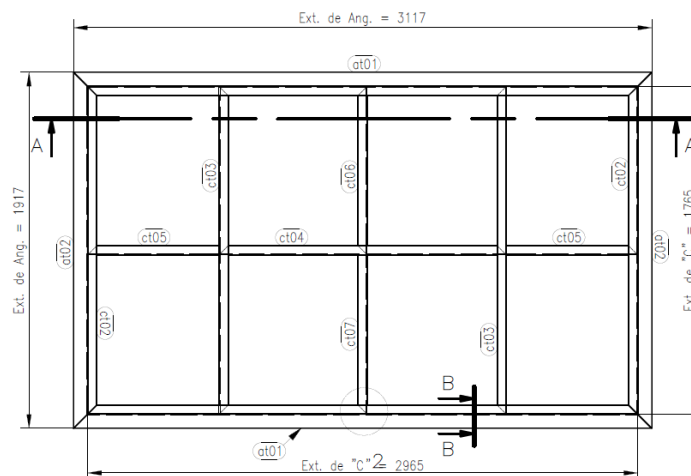
TAG	DESCRIPCION	Vendor y Dimensiones	PESO (kg)
(210-CRG-0001)	Chancadora primaria	FLSmidth 9.5m x 9.5m x 6.2m	215000
(210-FEA-0001)	Alimentador de placas	Metso 14m x 1.6m x 3.3m	52328
(210-CVB-0001)	Faja transportadora Sacrificio	Thyssen Krupp Ancho 72" Largo 114.8m	44000
(220-CVB-0002)	Faja transportadora Overland	Thyssen Krupp Ancho 54" Largo 6520m	1195000
(210-MAS-0002)	<b>Electroimán</b>	<b>ERIEZ 2m x 2m x 1m</b>	<b>1500</b>
(220-ZMD-0005)	Detector de metales	ADVANCE 1m x 2m x 2m	450
(220-SLW-0001)	Balanza en faja transportadora	MERRICK 5m x 2m x 0.5m	1200

Fuente: Elaboración propia.

$$P_{\text{electroimán}} = 1500 \text{ kg} = 14709.97 \text{ N}$$

**Figura 91**

*Detalle de perfiles para carrito de transporte de electroimán*



Fuente: Elaboración propia.

Calculando el esfuerzo permisible máximo en la viga central de la construcción del carro:

Considerando un perfil T100 con las siguientes características:

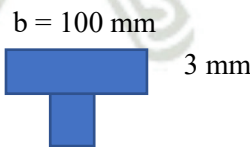
**Tabla 25**

*Tabla de características para perfil T estructural*

Perfiles T																		
Perfil	Dimensiones					Posición del centro	Términos de sección							Agujeros		Peso		
	b	e=r	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	u		A	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	i <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>y</sub>	I <sub>t</sub>	w		a	p
	mm	mm	mm	mm	mm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	mm	mm	kp/m	
T 40 5	40	5	2.5	1.0	153	1.12	3.77	5.28	1.84	1.18	2.58	1.29	0.83	0.350	21	6.4	2.96	C
T 50 6	50	6	3.0	1.5	191	1.39	5.66	12.10	3.36	1.46	6.06	2.42	1.03	0.757	30	6.4	4.44	C
T 60 7	60	7	3.5	2.0	229	1.66	7.94	23.80	5.48	1.73	12.20	4.07	1.24	1.450	34	8.4	6.23	C
T 70 8	70	8	4.0	2.0	268	1.94	10.60	44.50	8.79	2.05	22.10	6.32	1.44	2.520	38	11.0	8.32	C
T 80 9	80	9	4.5	2.0	307	2.22	13.60	73.70	12.80	2.33	37.00	9.25	1.65	4.110	45	11.0	10.70	C
T 100 11	100	11	5.5	3.0	383	2.74	20.90	179.00	24.60	2.92	88.30	17.70	2.05	9.380	60	13.0	16.40	C

Fuente: Ingemecánica (2021).

Sección actuante en la milésima parte de longitud total:



$$A_c = 3 \text{ mm} * 100 \text{ mm}$$

$$A_c = 300 \text{ mm}^2$$

Para el cálculo del esfuerzo permisible usamos:

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{F_{\text{cortante}}}{\text{área de esfuerzo}}$$

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{14709.97 \text{ N}}{300 * 10^{-6} \text{ m}^2} = 49.0332 \text{ MPa}$$

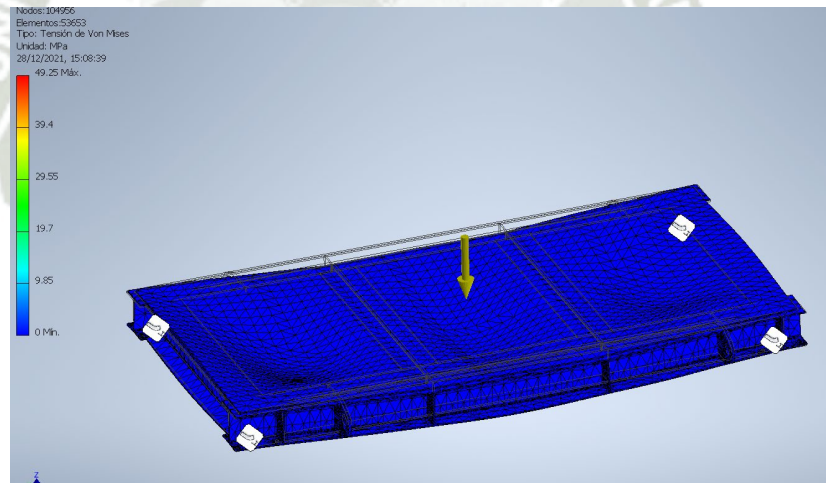
#### 4.1.7.1 ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE CARRO TRANSPORTE DE ELECTRO IMÁN

Este será un carro para permitir mover el electroimán con el fin que, de espacio para desarrollar las maniobras de mantenimiento con mayor facilidad, así también nos permita mover el electroimán de mejor forma en el piso.

- Peso de las ruedas que deberá cargar el carro. 1500 kg (14709.97 N)

**Figura 92**

*Análisis de esfuerzos en carro para mantenimiento de electro imán*

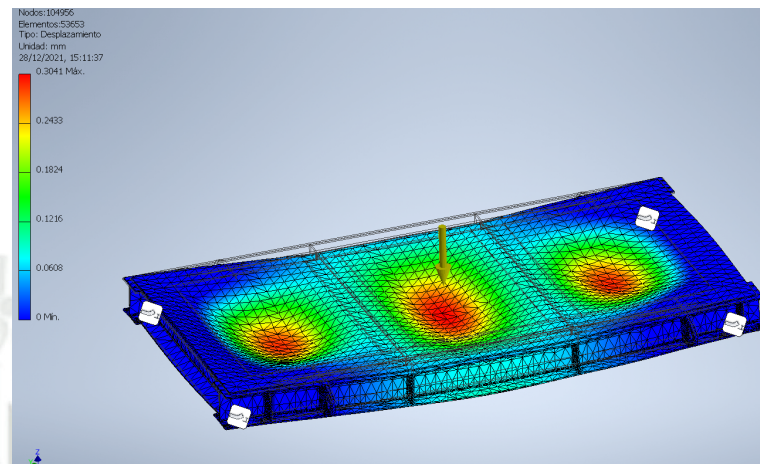


Fuente: Elaboración propia.

El Esfuerzo equivalente de Von Mises es 49.25 MPa. por lo cual no fallara debido a que en la norma ASTM A36 el esfuerzo para alcanzar el límite elástico es de 250 MPa.

**Figura 93**

*Análisis de elementos finitos en carro de transporte de electroimán*

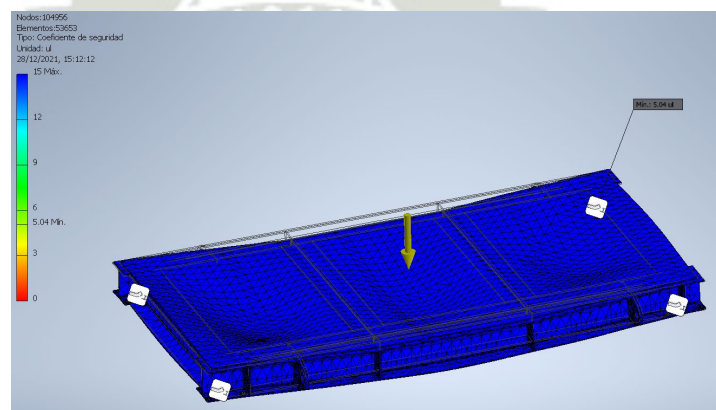


Fuente: Elaboración propia.

La estructura del carro de para mantenimiento presenta un desplazamiento en de 0.3041 mm o cual cumple con la norma ASTM A36 un porcentaje de elongación menor al 20% por lo cual no fallara. lo cual es un valor aceptable y no afectaría en las maniobras de retiro.

**Figura 94**

*Análisis de elementos finitos en carro de transporte de electroimán*



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura se observa que nuestro factor de seguridad es de 5.04 por lo cual podemos decir no fallara para el trabajo que está diseñado.

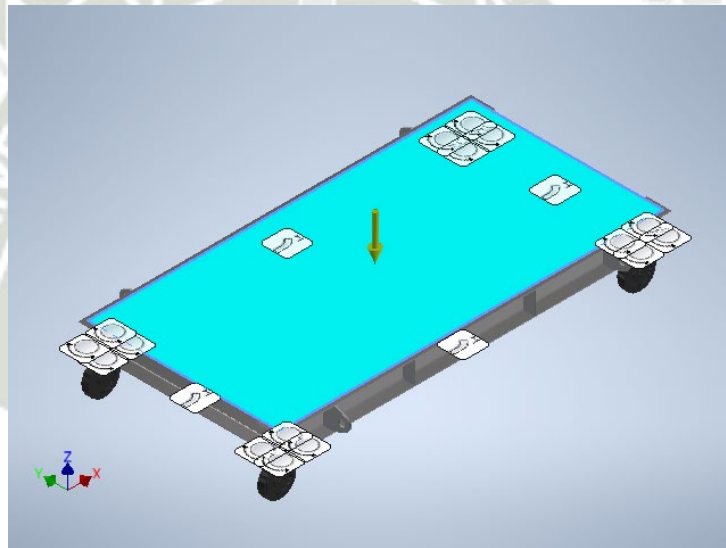
#### 4.1.8 CÁLCULO DE ESFUERZO DE LAS RUEDAS

El peso del electroimán sobre el carrito y la distribución entre las 4 ruedas:

$$W_s = \frac{P_{\text{electroimán}}}{4} = 14709.97 \text{ N} = 3677.49 \text{ N}$$

**Figura 95**

*Modelado para simulación de carro para traslado de ruedas guía*



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, cada rueda soporta una fuerza  $F_s = \frac{P}{4} = 3677.49 \text{ N}$

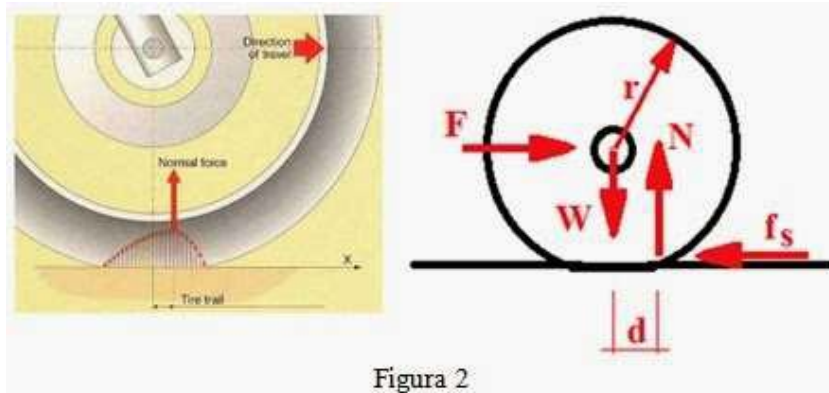
$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{F_s}{\text{área de esfuerzo}}$$

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{3677.49 \text{ N}}{10 * 15 * 10^{-6} \text{ m}^2} = 24.5166 \text{ MPa}$$

La fuerza de arrastre que soportaran las ruedas: Se supondrá que no ocurre deslizamiento entre ambos cuerpos en ningún momento.

**Figura 96**

*Representación gráfica de deslizamiento*



**Figura 2**

Fuente: Elaboración propia

$$W * d = F * r$$

$$F = \frac{d}{r} * W$$

**Tabla 26**

*Especificaciones del cálculo*

<b>Donde:</b>
<b>F</b> = Fuerza de empuje de rueda
<b>N</b> = Fuerza normal aplicada
<b>W</b> = Peso que traslada la rueda
<b>d</b> = Coeficiente de resistencia a la rodadura ( $C_r$ )
<b>r</b> = Radio de la rueda
<b>f<sub>s</sub></b> = Fuerza de fricción

Fuente: Elaboración propia.

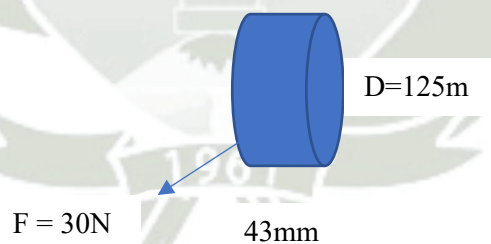
**Tabla 27**

*Coefficientes de rodadura*

$C_r$	d	Descripción
0.0002 a 0.0010	0.5 mm	Ruedas de ferrocarril sobre rieles de acero
	0.1 mm	Rodamientos de bolas en acero sobre acero
0.0025		Neumáticos especiales Michelin para automóvil solar/eco-marathon
0.005		Rieles estándar de tranvía
0.0055		Neumáticos BMX de bicicleta usados para automóviles solares3
0.006 a 0.01		Neumáticos de automóvil de baja resistencia y neumáticos de camión sobre carretera lisa
0.010 a 0.015		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre losas de piedra
0.02		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre hormigón
0.030 a 0.035		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre alquitrán o asfalto
0.055 a 0.065		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre hierba, barro y arena
0.34		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre hierba, barro y arena

Fuente: Blogspot (2021).

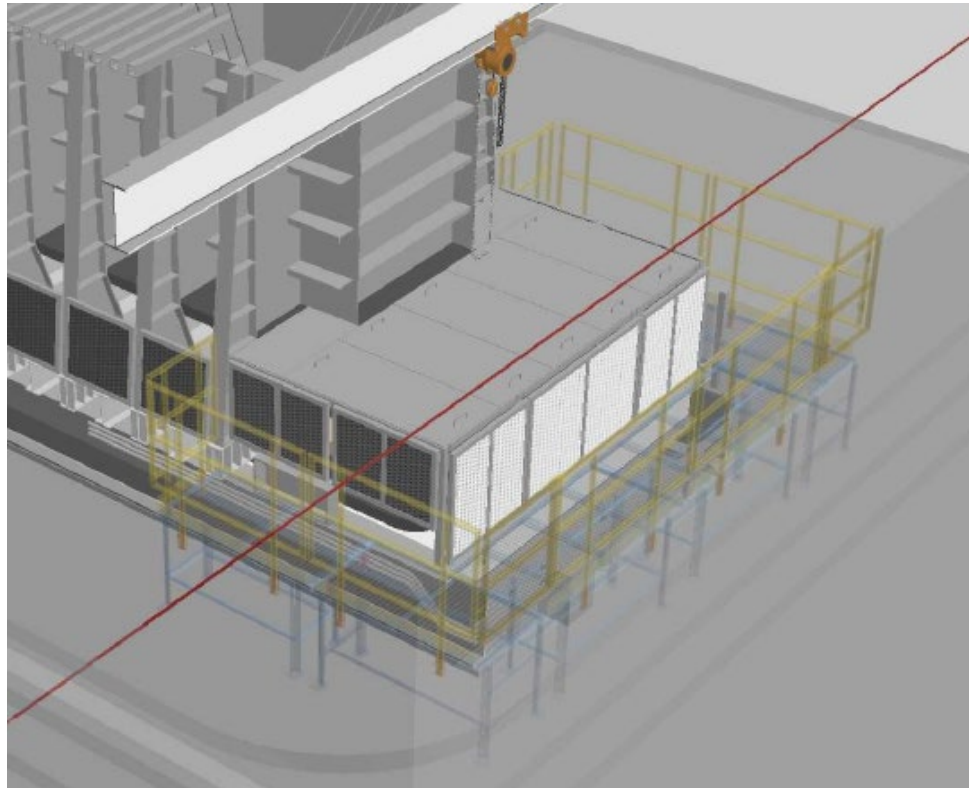
$$F = \frac{d}{r} * Ws = \frac{0.5}{\frac{125}{2}} * 3677.49 N = 30 N$$



#### 4.1.9 CÁLCULO DE ESFUERZO DE LA PLATAFORMA

**Figura 97**

*Posicionamiento de plataformas de mantenimiento*



Fuente: Elaboración propia.

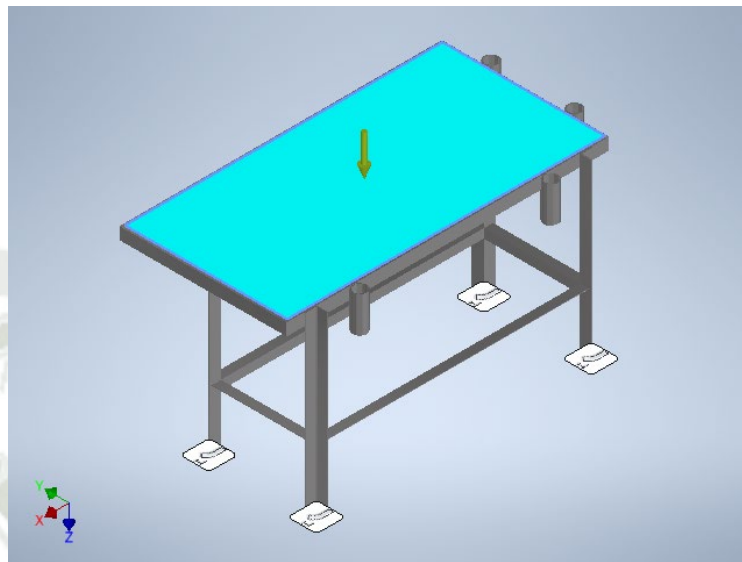
Considerando el peso de 4 personas:

$$1 \text{ persona} = 80 \text{kgf} = 80 \text{ N}$$

$$4 \text{ personas} = 80 \text{ N} * 8 = 640 \text{ N}$$

**Figura 98**

*Modelado de entresuelo en Inventor*

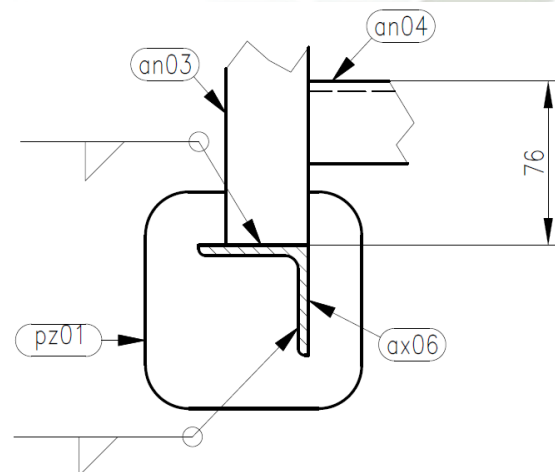


Fuente: Elaboración propia.

Realizaremos el cálculo de esfuerzo permisible sobre el perfil L que sostienen las plataformas.

**Figura 99**

*Detalle de perfiles para las plataformas*



DETALLE "4"

Fuente: Elaboración propia.

Como cada plataforma esta sostenida por 4 perfiles L con las características indicadas, realizaremos el cálculo del esfuerzo permisible sobre ellas.

Por lo tanto, tenemos:

**Figura 108**

*Ang. Para elaboración de plataformas*

PLA-02 / 02 UND. (01 Der. y 01 Izq.) / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
an03	Ang. 1 1/2"x3/16" A36	1
an04	Ang. 1 1/2"x3/16" A36	1
ax06	Ang. 2"x3/16" A36	4
ax07	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax08	Ang. 2"x3/16" A36	1

Fuente: Elaboración propia.

Ahora calculando la fuerza que soporta cada una de los perfiles de soporte de la plataforma:

$$\frac{8 \text{ personas}}{4} \text{ perfiles} = 640 \frac{N}{4} = 160 N$$

Para el cálculo del esfuerzo permisible usamos:

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{F_{\text{cortante}}}{\text{área de esfuerzo}}$$

$$\sigma_{\text{permisible}} = \frac{160 N}{2" * 25.4 * 3/16" * 25.4 * 10^{-6} m^2} = 0.6613 MPa$$

#### 4.1.9.1 ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE LA PLATAFORMA

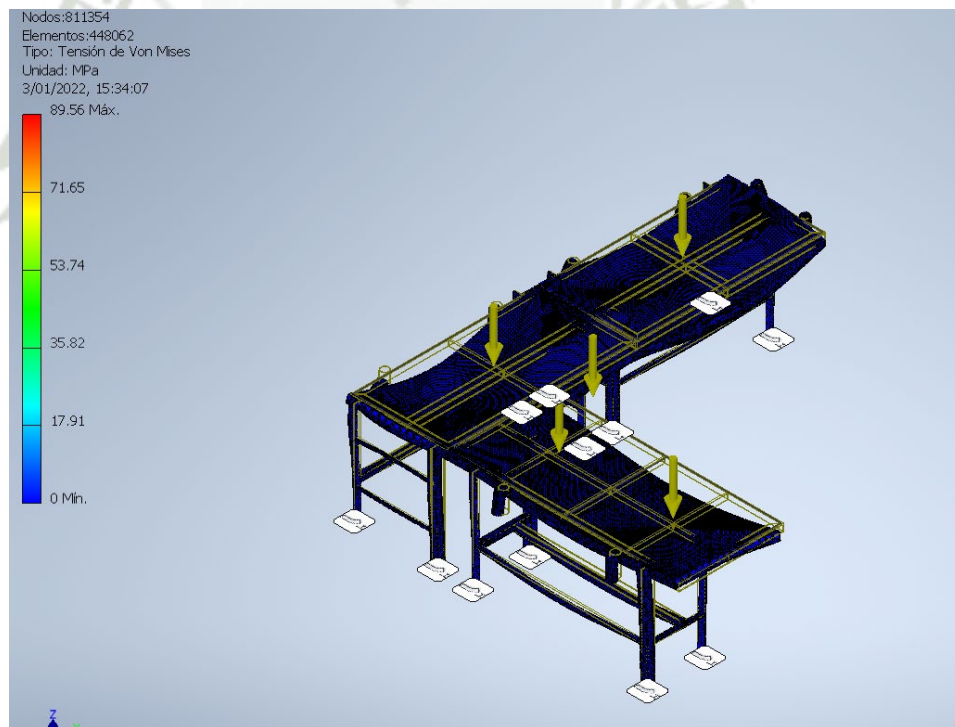
Estas plataformas han sido diseñadas para que el personal implicado directamente en las tareas de mantenimiento del Alimentador de placas por lo que se diseña para soportar hasta 4 personas que realizaran las tareas de mantenimiento.

- Peso que debería soportar las plataformas 320 kg (3138.13N)

El Esfuerzo equivalente de Von Mises es 89.56 MPa, por lo cual no fallara debido a que en la norma ASTM A36 el esfuerzo para alcanzar el límite elástico es de 250 MPa.

**Figura 100**

*Análisis de plataforma para mantenimiento*

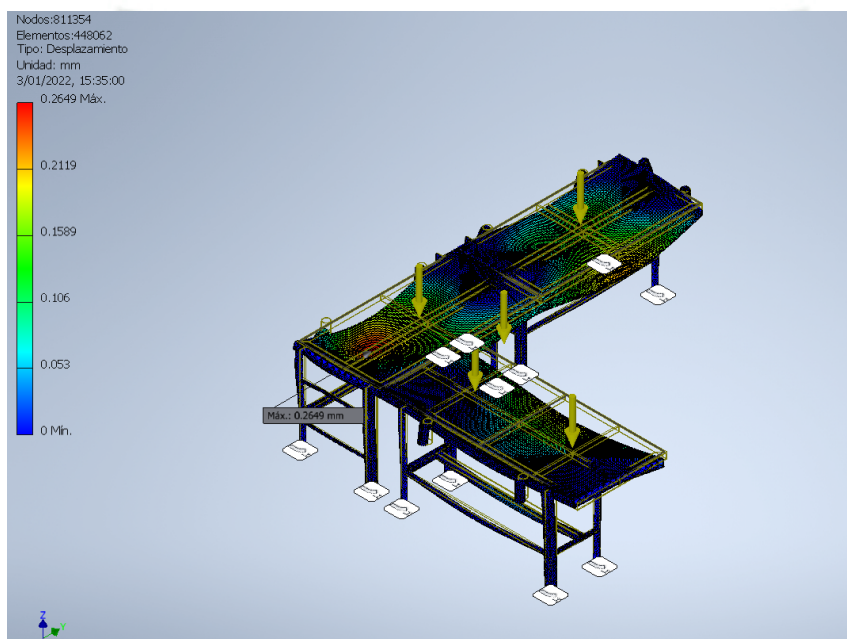


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

La estructura de la plataforma para mantenimiento presenta un desplazamiento en de 0.2649 mm, lo cual cumple con la norma ASTM A36 un porcentaje de elongación menor al 20% por lo cual no fallara. lo cual es un valor aceptable.

### Figura 101

#### *Análisis desplazamiento de plataforma para mantenimiento*

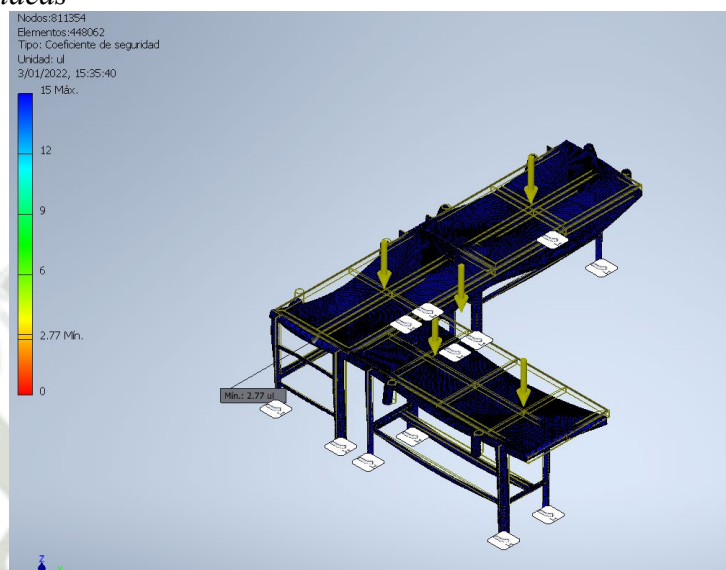


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

En la Figura 98 observamos que nuestro factor de seguridad es de 2.77 por lo cual podemos decir no fallara para el trabajo que está diseñado.

**Figura 102**

*Análisis mediante elementos finitos de plataformas para mantenimiento de Alimentador de placas*



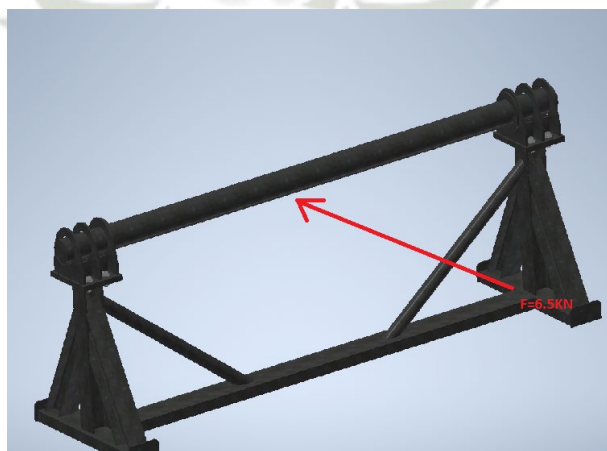
Fuente: Autodesk Inventor (2021).

## 4.2 CÁLCULO DE ESFUERZOS SELECCIÓN DE TORNILLOS Y PERNOS

### 4.2.1. CÁLCULO DE PERNOS EN LA BASE DESLIZANTE

**Figura 112**

*Detalle de pernos para Base deslizante de soporte de tubo*



Fuente: Elaboración propia.

Consideremos la fuerza de arrastre dividido entre la cantidad de pernos que se consideraron en el diseño:

$$F \text{ arrastre} = 6.5 \text{ kN}$$

Total, de pernos: 8

$$\text{Por lo tanto, fuerza de corte en cada perno: } f_s = \frac{f}{n} = \frac{6500 \text{ N}}{8} = 812.5 \text{ N}$$

Según el esfuerzo no debe exceder los 1.3 MPa cada perno.

$$\text{Perno en corte doble } \tau_c = \frac{F_s/2}{\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)} \leq 1.293 \text{ MPa}$$

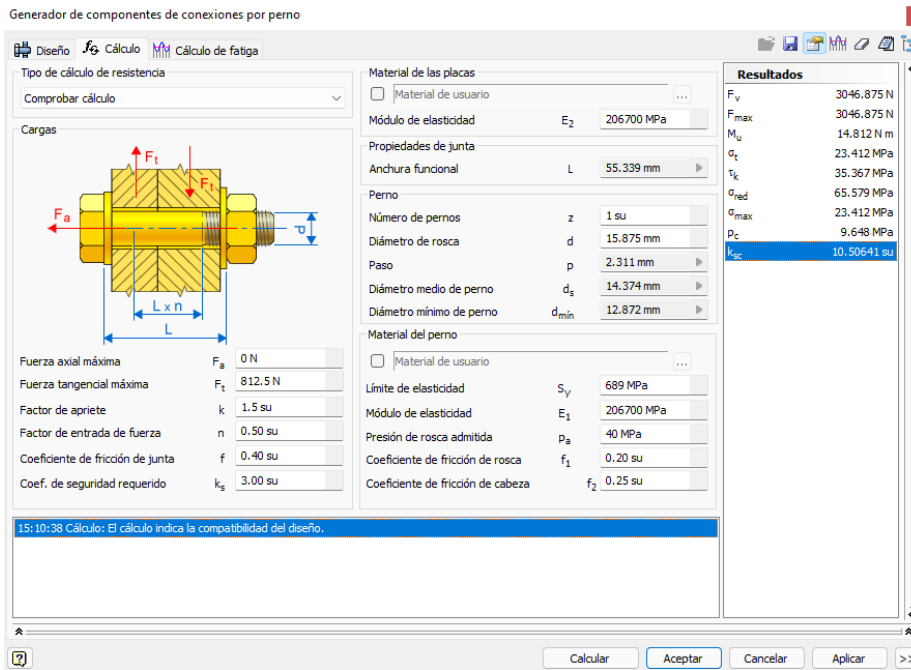
$$\tau_c = \frac{\frac{812.5}{2}}{\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)} \leq 1.293 \text{ MPa} \rightarrow D_{ext} \leq 16 \text{ mm}$$

$\therefore$  escogemos ROSCA UNC 5/8"

Colocando los datos obtenidos en el Desing Accelerator de Autodesk Inventor 2021 obtenemos para un factor de seguridad requerido de 3 se obtuvo un factor de seguridad de 10.5064.

**Figura 103**

*Resultados de Desing Accelerator*

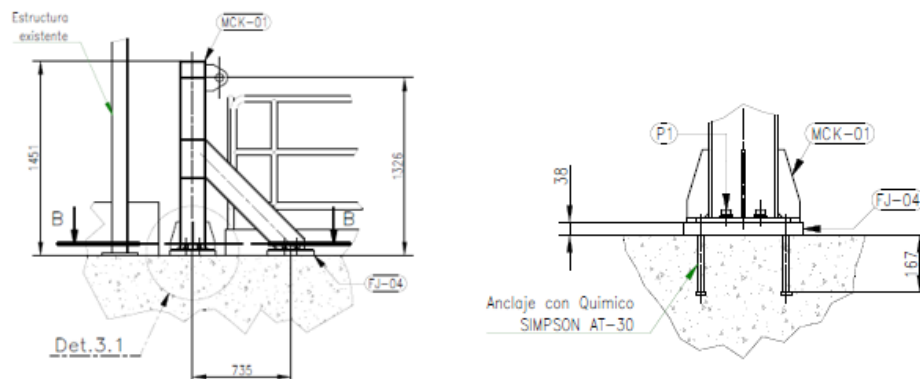


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

#### 4.2.2. CÁLCULO DE PERNOS EN POSTE DE TIRO

**Figura 104**

*Detalle de pernos para postes de tiro*



Fuente: Elaboración propia.

De los cálculos anteriores obtenemos la fuerza de corte el cual debe ser dividido entre 8 pernos de la base:

$$f_s = \frac{f}{n} = \frac{6500 N}{8} = 812.5 N$$

Tracción producida por el momento flector:

$$f_i' = \frac{M * A_i * c_i}{\sum A_j * c_j^2}$$

Donde:

$f_i'$  = Carga de tracción en el perno indirecto

M = Momento flector

$A_i$  = Área del perno (i)

$C_i$  = Distancia del eje de pivote al perno (i)

$A_j$  = Área de un remache cualquiera

$C_j$  = Distancia del centro de pivote al remache de área: ( $A_j$ ).

Para el caso particular de áreas iguales:

$$f_i' = \frac{M * c_i}{\sum c_j^2}$$

Tracción indirecta (M):  $f_i' = \frac{M c_i}{\sum c_i^2} \rightarrow M = (1326)(6.5 \text{ KN}) = 8619 \text{ Nmm}$

$$f_i' = \frac{8.619 * 10^3 \text{ Nmm} * 136 \text{ mm}}{(200 \text{ mm})^2} = 30.6 \text{ N}$$

Carga de corte resultante:  $f_{sT} = f_s + f_s'$

Carga de tracción resultante:  $f_{tT} = f_t + f_t'$

$$f_{sT} = f_s + f_s' = 842.76 \text{ N}$$

De los cálculos anteriores tenemos un esfuerzo permisible máximo en la base:

$$\sigma_{permissible} = 2.5363 \text{ MPa}$$

Perno en corte simple:

$$\tau_c = \frac{F_s}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 2.5363 \text{ MPa}$$

$$\tau_c = \frac{842.76}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 2.5363 \text{ MPa}$$

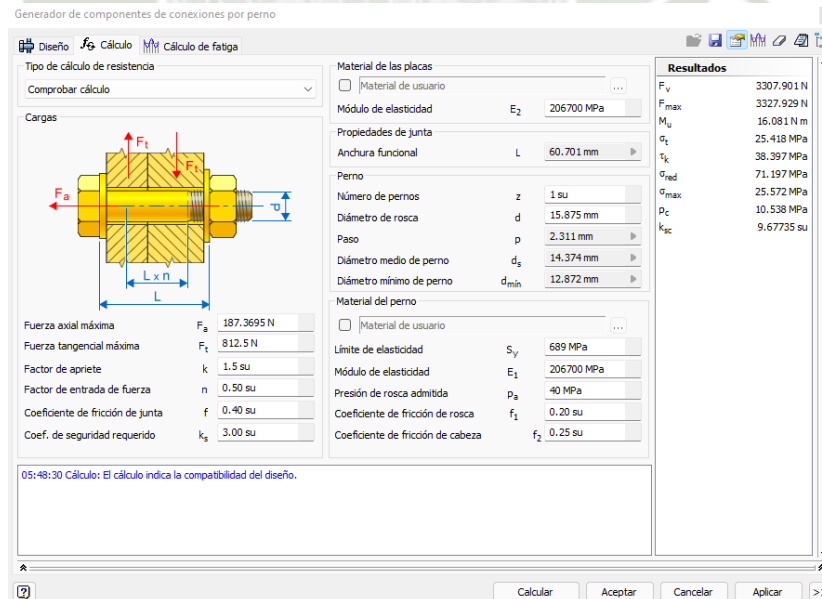
$$D_{ext} \leq 20.56 \text{ mm}$$

∴ escogemos ROSCA UNC 3/4"

Colocando los datos obtenidos en el Desing Accelerator de Autodesk Inventor 2021 obtenemos para un factor de seguridad requerido de 3 se obtuvo un factor de seguridad de 9.6773.

**Figura 105**

*Resultados de Desing Accelerator*

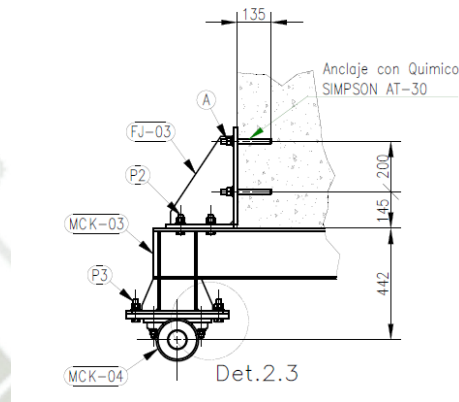


Fuente: Autodesk Inventor (2021).

### 4.2.3. CÁLCULO DE PERNOS Y ESPÁRRAGOS EN SOPORTE DE RODILLO

**Figura 106**

*Detalle de pernos usados en el soporte de rodillo*



Fuente: Elaboración propia.

La fuerza cortante en es debida al peso del acero de 524.75 Kg que incide en los pernos en (A), anclaje en concreto:

$$f_s = \frac{5146.04 \text{ N}}{8} = 643.255 \text{ N}$$

$$f'_s = \frac{M * c_i}{\sum c^2_j}$$

La fuerza que causa un momento en A es de 77.5958 kN.

$$f'_s = \frac{77.5958 * 10^3 \text{ Nmm} * 180 \text{ mm}}{(200\text{mm})^2} = 349.150 \text{ N}$$

$$f_{sT} = f_s + f'_s = 643.4412 \text{ N}$$

Según el esfuerzo no debe exceder los 5 MPa cada perno.

Espárrago en corte simple:

Según el esfuerzo no debe exceder los 2,967 MPa cada perno.

Perno en corte simple:

$$\tau_c = \frac{F_c}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 3,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_c = \frac{992.15}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 3,0 \text{ MPa}$$

$$D_{ext} \leq 20.51 \text{ mm}$$

$\therefore$  escogemos *ESPÁRRAGO UNC 3/4" \* (200mm) COMPLETO*

Cálculo de la fuerza cortante en (P2), anclaje placa con placa:

$$f_s = \frac{77595.8 \text{ N}}{8} = 969.475 \text{ N}$$

Como las áreas son iguales, por lo tanto:

$$f'_s = \frac{7759.58 \text{ kNmm} * 100\text{mm}}{(587\text{mm})^2} = 2251.966 \text{ N}$$

$$f_{sT} = f_s + f'_s = 3221.441$$

Según el esfuerzo no debe exceder los 3,25 MPa cada perno.

Perno en corte doble:  $\tau_c = \frac{F_c/2}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 3,25 \text{ MPa}$

$$\tau_c = \frac{\frac{3221.441}{2}}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 3,25 \text{ MPa}$$

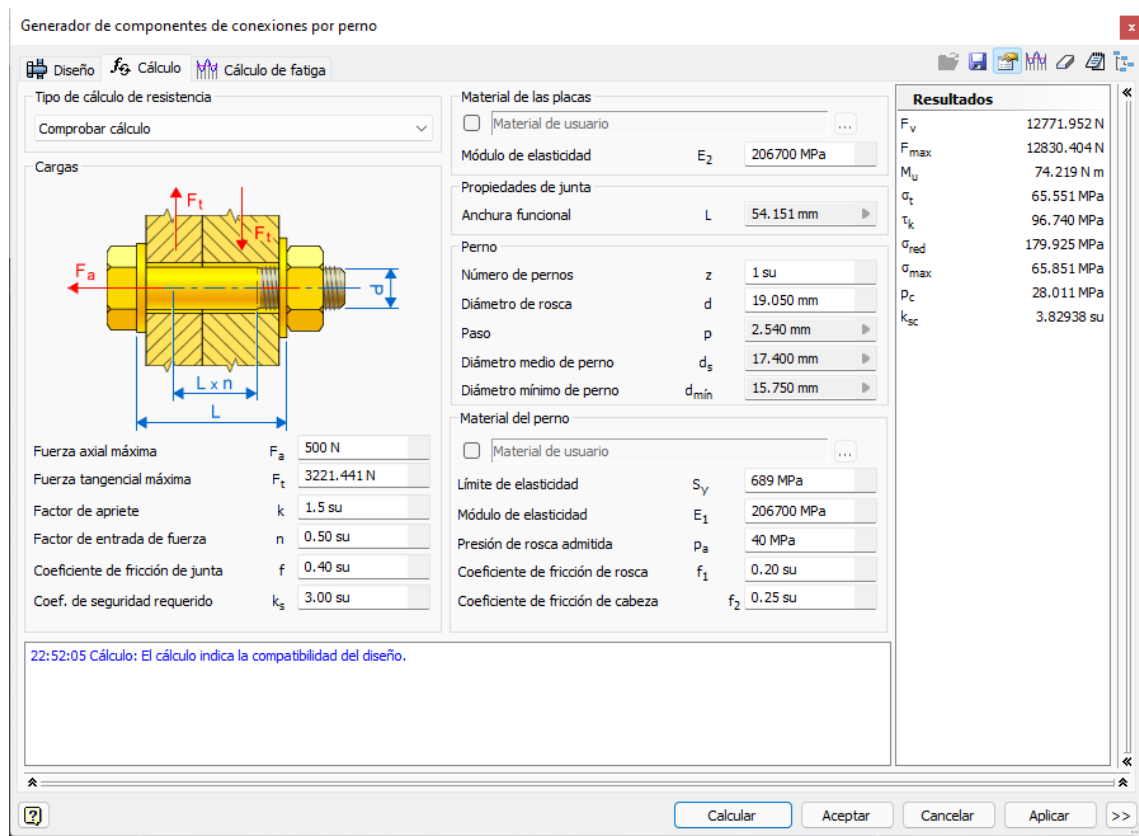
$$D_{ext} \leq 25.120 \text{ mm}$$

$\therefore$  escogemos *PERNO UNC 3/4"*

Colocando los datos obtenidos en el Desing Accelerator de Autodesk Inventor 2021 obtenemos para un factor de seguridad requerido de 3 se obtuvo un factor de seguridad de 10.49

**Figura 107**

*Resultados de Desing Accelerator*



Fuente: Autodesk Inventor (2021).

Cálculo de la fuerza cortante en (P3), anclaje placa con placa:

$$f_s = \frac{77595.8 \text{ N}}{8} = 969.475 \text{ N}$$

De los cálculos anteriores tenemos un esfuerzo permisible máximo en la base:

$$\sigma_{permisible} = 6.1088 \text{ MPa}$$

Perno en corte doble:  $\tau_c = \frac{F_c/2}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 6.1088 \text{ MPa}$

$$\tau_c = \frac{8229.75}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 6.1088 \text{ MPa}$$

$$D_{ext} \leq 20.70 \text{ mm}$$

∴ escogemos PERNO UNC 3/4"

Colocando los datos obtenidos en el Desing Accelerator de Autodesk Inventor 2021 obtenemos para un factor de seguridad requerido de 3 se obtuvo un factor de seguridad de 13.45

**Figura 108**

*Resultados de Desing Accelerator*

Generador de componentes de conexiones por perno

Cargas	
Fuerza axial máxima	$F_a$ 0 N
Fuerza tangencial máxima	$F_t$ 969.475 N
Factor de apriete	$k$ 1.5 su
Factor de entrada de fuerza	$n$ 0.50 su
Coefficiente de fricción de junta	$f$ 0.40 su
Coef. de seguridad requerido	$k_s$ 3.00 su

Material de las placas	
<input type="checkbox"/> Material de usuario	
Módulo de elasticidad	$E_2$ 206700 MPa

Propiedades de junta	
Anchura funcional	$L$ 61.685 mm

Perno	
Número de pernos	$z$ 1 su
Diámetro de rosca	$d$ 19.050 mm
Paso	$p$ 2.540 mm
Diámetro medio de perno	$d_s$ 17.400 mm
Diámetro mínimo de perno	$d_{\min}$ 15.750 mm

Material del perno	
<input type="checkbox"/> Material de usuario	
Límite de elasticidad	$S_Y$ 689 MPa
Módulo de elasticidad	$E_1$ 206700 MPa
Presión de rosca admitida	$p_a$ 40 MPa
Coefficiente de fricción de rosca	$f_1$ 0.20 su
Coefficiente de fricción de cabeza	$f_2$ 0.25 su

Resultados	
$F_V$	3635.531 N
$F_{\max}$	3635.531 N
$M_U$	21.126 N m
$\sigma_z$	18.659 MPa
$\tau_k$	27.537 MPa
$\sigma_{\text{red}}$	51.215 MPa
$\sigma_{\text{max}}$	18.659 MPa
$P_c$	7.937 MPa
$k_{sc}$	13.45296 su

06:13:15 Cálculo: El cálculo indica la compatibilidad del diseño.

Calcular Aceptar Cancelar Aplicar >>

Fuente: Autodesk Inventor (2021).

Cálculo de la fuerza cortante de pernos de chumacera anclaje placa con placa:

**Figura 109**

*Datos de montaje de chumacera SKF SY60TF*

INFORMACIÓN DE MONTAJE

Tornillo de fijación	G <sub>2</sub>	M10x1
Tamaño de llave hexagonal para tornillo de fijación		5 mm
Par de apriete recomendado para el tornillo de fijación		16,5 Nm
Diámetro recomendado para los tornillos de fijación, mm	G	16 mm
Diámetro recomendado para los tornillos de fijación, pulgadas	G	0.625 in

Fuente: Especificaciones técnicas de rodamientos SKF.

$$f_s = \frac{77595.8 N}{4} = 19398.95N$$

Colocando los datos obtenidos en el Desing Accelerator de Autodesk Inventor 2021 obtenemos para un factor de seguridad requerido de 3 se obtuvo un factor de seguridad de 3 y el material de debe ser el tornillo es SAE 30301

**Figura 110**

*Resultados de Desing Accelerator*

Generador de componentes de conexiones por perno

Tipo de cálculo de resistencia  
Diseño de material de perno

Cargas

Fuerza axial máxima  $F_a$  799,24 N  
Fuerza tangencial máxima  $F_t$  19398,95 N  
Factor de apriete  $k$  1,5 su  
Factor de entrada de fuerza  $n$  0,50 su  
Coeficiente de fricción de junta  $f$  0,40 su  
Coef. de seguridad requerido  $k_s$  3,00 su

Material de las placas  
 Acero SAE 30301  
Módulo de elasticidad  $E_2$  193000 MPa

Propiedades de junta  
Anchura funcional  $L$  44,800 mm

Perno  
Número de pernos  $z$  1 su  
Diámetro de rosca  $d$  16 mm  
Paso  $p$  1,500 mm  
Diámetro medio de perno  $d_s$  15,026 mm  
Diámetro mínimo de perno  $d_{min}$  14,160 mm

Material del perno  
 Material de usuario

Límite de elasticidad  $S_y$  689 MPa  
Módulo de elasticidad  $E_1$  206700 MPa  
Presión de rosca admitida  $p_a$  224 MPa  
Coeficiente de fricción de rosca  $f_1$  0,20 su  
Coeficiente de fricción de cabeza  $f_2$  0,25 su

**Resultados**

$F_v$  73842,024 N  
 $F_{max}$  73944,923 N  
 $M_U$  355,952 N m  
 $\sigma_t$  468,928 MPa  
 $\tau_k$  638,557 MPa  
 $\sigma_{red}$  1201,315 MPa  
 $\sigma_{max}$  469,581 MPa  
 $P_c$  223,684 MPa  
 $k_{sc}$  3,00004 su

21:00:24 Cálculo: El cálculo indica la compatibilidad del diseño.

Calcular Aceptar Cancelar Aplicar

Fuente: Autodesk Inventor 2021

**4.2.4. CÁLCULO DE PERNOS EN LAS PLATAFORMAS**

De lo cálculos anteriores obtenemos la fuerza de corte el cual debe ser dividido entre 8 pernos de la base:

$$F_c = \frac{3139.2 N}{2} = 1569.6 N$$

De los cálculos anteriores tenemos un esfuerzo permisible máximo en la plataforma:

$$\sigma_{permisible} = 4.4856 MPa$$

Perno en corte doble:

$$\tau_c = \frac{F_c/2}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 4.4856 \text{ MPa}$$

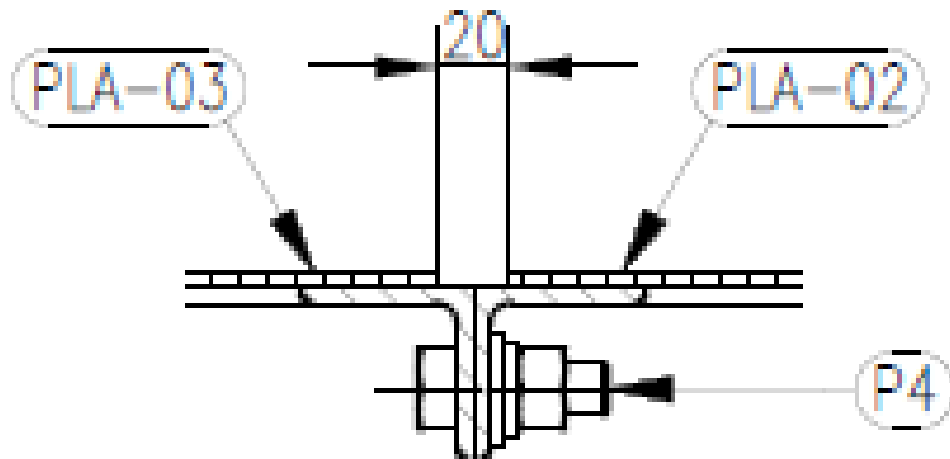
$$\tau_c = \frac{1569.6/2}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \leq 4.4856 \text{ MPa}$$

$$D_{ext} \leq 14.92 \text{ mm}$$

∴ escogemos ROSCA UNC 5/8"

**Figura 111**

*Detalle de perno utilizado en la plataforma*



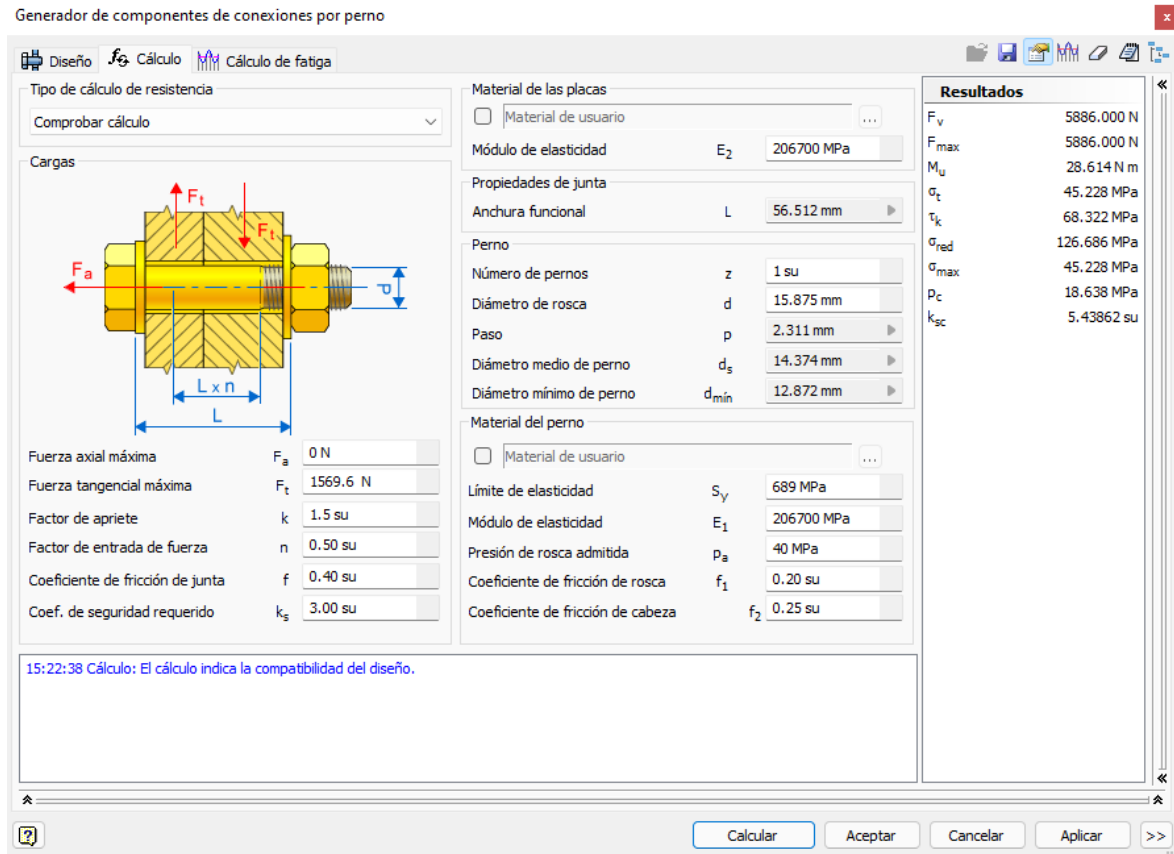
Fuente: Elaboración propia.

Colocando los datos obtenidos en el Desing Accelerator de Autodesk Inventor 2021 obtenemos para un factor de seguridad requerido de 3 se obtuvo un factor de seguridad de 5.43862.

**Figura 112**

*Resultados de Desing Accelerator*

Generador de componentes de conexiones por perno



Fuente: Autodesk Inventor (2021).

### 4.3 CÁLCULO DE SOLDADURA

#### 4.3.1 CÁLCULO DE SOLDADURA EN LAS UNIONES DE ACERO ASTM A36

Resistencia de la Soldadura a esfuerzos de corte en cartela de poste de tiro.

Para el cálculo de soldadura por fuerzas axiales:

$$\frac{F_{Ed}}{2} = \frac{6500 \text{ N}}{2} = 3250 \text{ N}$$

**Figura 113**

*Ubicación de soldadura en cartela de poste de tiro*



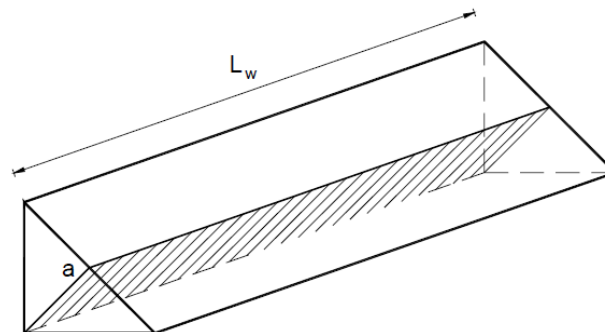
Fuente: Elaboración propia.

La soldadura que vamos a analizar es la unión entre metales, específicamente entre la cartela y el perfil H, representándolo de la siguiente manera:

Dimensionado de los cordones de soldadura:

**Figura 114**

*Dimensiones de soldadura*



Fuente: Elaboración propia.

a: espesor de garganta.

$L_w$ : longitud del cordón

Para el espesor de la garganta de la soldadura:

$$a \leq 0.7 * e_{min}$$

$e_{min}$ : espesor mínimo de las planchas soldadas.

De la imagen tenemos:

espesor perfil H = 10mm

espesor cartela = 16mm

Por lo tanto:

$$a \leq 0.7 * 10mm$$

$$a = 7mm$$

Para la longitud del cordón de soldadura:

$$F_{w,Ed} \leq a \cdot L_w \cdot f_{vw,d}$$

$$L_w \geq \frac{F_{Ed}}{a * f_{vw,d}}$$

$F_{Ed}$ : Fuerza sometida de la soldadura

$$f_{vw,d}: \frac{4.80N}{mm^2}$$

Por lo tanto:

$$L_w \geq \frac{3250N}{10mm * 4.80 \frac{N}{mm^2}}$$

$$L_w = 67mm$$

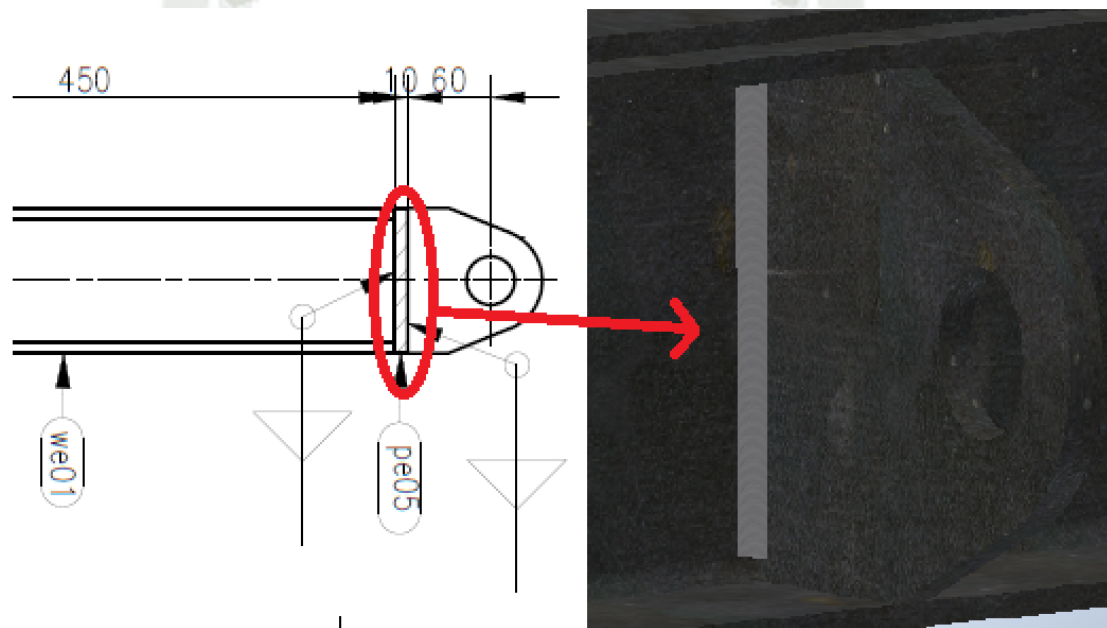
Para el cálculo de soldadura por fuerzas axiales en la cartela de izamiento del carrito de electroimán:

$$W_s = \frac{P_{\text{electroimán}}}{4} = 14709.97 \text{ N} / 4 = 3677.49 \text{ N}$$

$$F_E = \frac{14709,97 \text{ N}}{4 \text{ orejas}} = 3677,49 \text{ N}$$

**Figura 115**

*Vista lateral de soldadura en oreja para jalado de Carro para traslado temporal de electroimán*



Fuente: Elaboración propia.

Dimensionado de los cordones de soldadura:

Para el espesor de la garganta de la soldadura:

$$a \leq 0.7 * e_{min}$$

$e_{min}$ : espesor mínimo de las planchas soldadas.

De la imagen tenemos:

espesor perfil H = 10 mm

espesor cartela = 16 mm

Por lo tanto:

$$a \leq 0.7 * 10 \text{ mm}$$

$$a = 7 \text{ mm}$$

Para la longitud del cordón de soldadura:

$$F_{w,Ed} \leq a \cdot L_w \cdot f_{vw,d}$$

$$L_w \geq \frac{F_{Ed}}{a * f_{vw,d}}$$

$F_{ES}$ : Fuerza sometida de la soldadura

$$f_{vw,d}: \frac{4.80N}{mm^2} \text{ (Dato de tabla)}$$

Por lo tanto:

$$L_w \geq \frac{3677.49N}{10 \text{ mm} * 4.80 \frac{N}{mm^2}}$$

$$L_w = 76 \text{ mm}$$

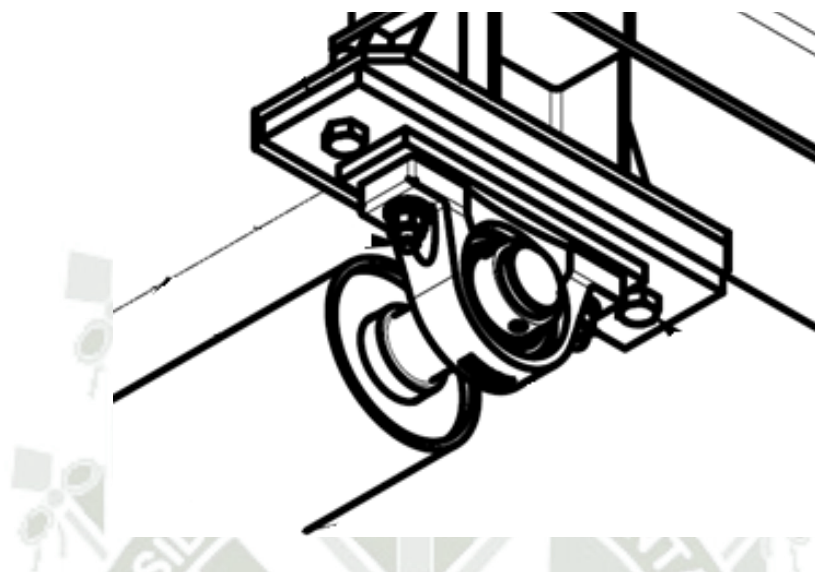
## 4.4 SELECCIÓN DE COMPONENTES

### 4.4.1 CÁLCULO DE LOS RODAMIENTOS

En el sistema se usará las chumaceras para el guiador del techo para evitar rozamientos entre el techo y la cadena al momento de realizarse el izaje, estas chumaceras más que soportar un trabajo continuo se verán sometidas a la fuerza que ejerce la cadena sobre el rodillo.

**Figura 116**

*Detalle de Chumacera para Rodillo guía superior*



Fuente: Elaboración propia.

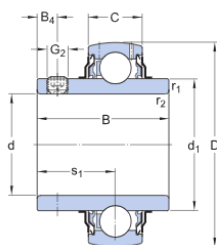
Selección de rodamiento:

$d = 60 \text{ mm}$

$$F_c = F_r = 36578 \text{ N}$$

**Figura 117**

*Rodamiento de inserción YAR 212-2F.*



DIMENSIONES

d	60 mm	Diámetro del agujero
D	110 mm	Diámetro exterior
B	65.1 mm	Ancho del aro interior
C	26 mm	Ancho del aro exterior
d <sub>2</sub>	≈ 75.64 mm	Diámetro exterior del aro interior
B <sub>4</sub>	10 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
r <sub>1,2</sub>	min. 1.5 mm	Dimensión del chaflán
s <sub>1</sub>	39.7 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de rodadura

DATOS DEL CÁLCULO

Capacidad de carga dinámica básica	C	52.7 kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	36 kN
Carga límite de fatiga	P <sub>u</sub>	1.53 kN
Velocidad (límite <sup>2</sup> )		3 400 r/min
Factor de cálculo	f <sub>0</sub>	14

Fuente: Especificaciones técnicas de rodamientos SKF.

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{p}\right)^n$$

Donde:

$L_{10}$ : 10<sup>6</sup> revoluciones alcanzadas o sobrepasadas para el 90%

C: Capacidad de carga estática en N

P: Carga dinámica equivalente en N

K: exponente de duración de vida

También:

Diámetro de eje: 2.34" = 60 mm

n=3: Para rodamiento de bolas

$$L_{10} = \left( \frac{52700 \text{ N}}{36578 \text{ N}} \right)^3 = 2.9906 * 10^6 \text{ revoluciones}$$

$$L_{10} = 299069 \text{ rev}$$

En horas de funcionamiento.

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 * n} * L_{10}$$

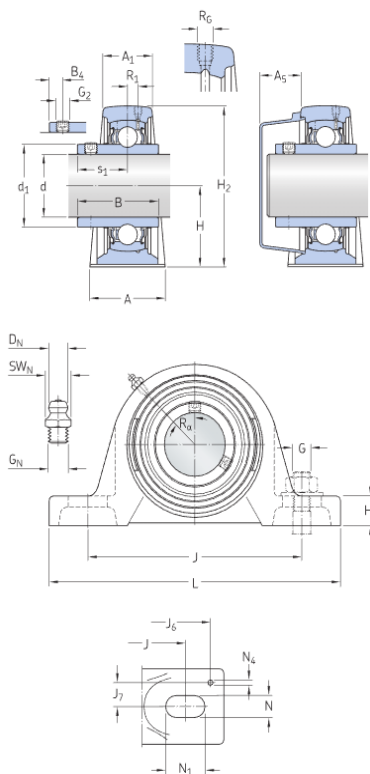
$$L_{10h} = 2.9 * \frac{10^6}{60 * 60} = 805 \text{ h}$$

∴ Escogeremos rodamiento de bolas YAR 212 – 2F con lubricación de grasa.

Para usar este rodamiento necesitamos de la chumacera recomendada por el fabricante la cual sería SY60 TF, para el montaje según información del fabricante se requiere un tornillo de 16 mm de diámetro, esta chumacera es lubricada con grasa.

**Figura 118**

*Especificaciones de chumacera SY60 TF SKF seleccionado*



**DIMENSIONES**

d	60 mm	Diámetro del agujero
d <sub>1</sub>	≈ 75.64 mm	Diámetro del resalte del aro interior
A	60 mm	Ancho de la base
A <sub>1</sub>	42 mm	Ancho superior
A <sub>5</sub>	39 mm	Ancho incluida la tapa lateral
B	65.1 mm	Ancho del aro interior
B <sub>4</sub>	10 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
H	69.9 mm	Altura del centro del asiento esférico
H <sub>1</sub>	26.5 mm	Altura del pie
H <sub>2</sub>	137.5 mm	Altura total
J	190.5 mm	Distancia entre los tornillos de fijación
J	max. 202 mm	Distancia entre los tornillos de fijación
J	min. 179 mm	Distancia entre los tornillos de fijación
L	240 mm	Longitud total
N	18 mm	Diámetro del agujero del tornillo de fijación
N <sub>1</sub>	29.5 mm	Longitud del agujero del tornillo de fijación
s <sub>1</sub>	39.7 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de rodadura

Fuente: Especificaciones técnicas de rodamientos SKF.

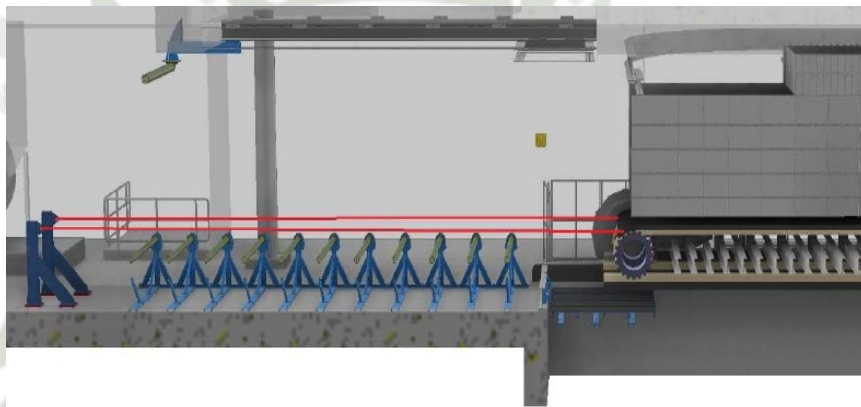
#### 4.4.2 SELECCIÓN DE TIRFOR

##### A. Maniobra Mini-Grúa de Palanca (TIRFOR)

Para el retiro de la Cadena del Alimentador de placas se debe jalar la cadena horizontalmente hasta una distancia que permita enganchar la grúa pedestal para su izaje.

**Figura 119**

*Maniobra de jalado a realizarse con Tirfor*



Fuente: Elaboración propia.

De cálculos anteriores tenemos:

$$W = \text{Peso}_{faja} = 10.973 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 800 \text{ mm} = 8778.40 \text{ N}$$

$$F \text{ arrastre} = 8778.49 * \frac{0.04 \text{ mm}}{54.9 \text{ mm}}$$

$$F \text{ arrastre} = 6.5 \text{ kN}$$

La selección del Tirfor depende de la fuerza que será requerida para el desplazamiento de la cadena es por eso que escogeremos un Tirfor de 1300 Kg que es el indicado para las operaciones que se lo utilizara.

**Figura 120**

*Tirfor para tiro de cadena*



Fuente: Servicables (2021).

#### 4.4.3 SELECCIÓN DE RUEDAS PARA CARROS

Cada rueda soporta una fuerza:  $F_s = \frac{P}{4} = 3677.49 N = 374.87 Kgf$

Escogemos rueda de núcleo de aluminio de color gris y banda de caucho color negro, debido a sus especificaciones técnicas se soporta de peso de hasta 550 kg-f, con esta obtenemos un factor de seguridad aproximado de 1.5. El material de la rueda será Aluminio – Caucho debido a su gran resistencia a cargas grandes.

**Tabla 28**

*Selección de rueda para carro*

Rotante modelo KPG		Ruedas (mm.):			Kg
Código	Referencia	A	B	Coj.	
35-522	KPG5 200 ACB5	200	50		450
35-612	KPG5 250 ACB5	250	50		550

Fuente: SITASA (2021).

#### 4.4.4 SELECCIÓN DE ESLINGAS DE IZAJE

Las eslingas sintéticas son fabricadas de poliéster o nylon. Las de poliéster son usadas a menudo para levantar cargas frágiles o delicadas. Su suavidad al momento de alzar la carga evita rasparla, marcarla o desfigurarla; mientras que su flexibilidad asegura un agarre firme y seguro en todo el elemento que se eleva (GELCO, 2017).

**Tabla 29**

*Tabla para selección de eslingas*

FACTOR DE SEGURIDAD: 7:1							
CANTIDAD (Toneladas)	COLOR	VERTICAL (AXIAL)	CHOKER (LAZO)	BASKET (EN "U")	90°	2 REMALES	
						0-45°	64-60°
1Tn (1")	VIOLETA	1,0	0,8	2,8	1,4	1,4	1,0
2Tn (2")	VERDE	2,0	1,6	4,6	2,8	2,8	2,0
3Tn (3")	AMARILLO	3,0	2,4	6,0	4,2	4,2	3,0
4Tn (4")	GRIS	4,0	3,2	8,0	5,6	5,6	4,0
5Tn (5")	ROJO	5,0	4,0	10,0	7,0	7,0	5,0
6Tn (6")	MARRON	6,0	4,8	12,0	8,4	8,4	6,4
8Tn (8")	AZUL	8,0	6,4	16,0	11,2	11,2	8,2
10Tn (10")	NARANJA	10,0	8,0	20,0	14,0	14,0	10,0
15Tn (15")	NARANJA	15,0	12,0	30,0	21,0	21,0	15,0
20Tn (20")	NARANJA	20,0	16,0	40,0	28,0	28,0	20,0

Fuente: Loganx (2019).

Para nuestras consideraciones:

- Peso total de la cadena: 22.372 Tn
- Longitud total de cadena: 20 m
- Peso por unidad longitud de cadena dividida:  $22.372 \text{ Tn} / 2 = 11.1860 \text{ Tn}$
- $Eslinga_{tirfor} = 11.1869 \text{ Tn}$
- Por lo que escogemos la eslinga de NARANJA DE 15 Tn por 2", considerando un factor de seguridad de 1.4:

**Figura 122**

*Selección de eslingas*



Fuente: Loganx (2019).

- Fabricadas según Norma IRAM 5378
- Material Cinta Poliéster alta tenacidad
- Carga visiblemente identificada de acuerdo a patrones internacionales y mediante líneas negras en todo su largo.
- Resistente a la Abrasión.

#### 4.5 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

Para los cálculos estructurales del diseño que soportan los pesos distribuidos de la cadena se le consideraron las fuerzas verticales (peso) y las fuerzas horizontales (rozamiento), considerando un coeficiente de fricción entre los materiales designados.

Las fuerzas distribuidas representan en algunos cálculos favorables y en otros no tanto por lo que se optó por considerar una fuerza puntual equivalente.

Para las simulaciones del primer componente denominado tubo de soporte, se escogieron además pernos de anclaje respectivos a su cálculo estructural de esfuerzo en los ejes críticos, los que se tomaron en cuenta por el corte simple y corte doble y sus consideraciones, asimismo para su diseño en las columnas laterales se optó por designar un material de Acero A36 suficiente para soportar cargas de la cadena en su paso.

Esta última consideración se utilizar el acero A36 la esta estructura nos lleva a considerar sus propiedades obtenidas de su ficha técnica, usaremos por ejemplo el módulo de elasticidad  $E=200$  GPa; para luego calcular su momento de inercia respecto a su geometría y las fórmulas pertinentes. Para el cálculo de esfuerzos en los postes de tiro simplemente se dividió la fuerza en 2 ya que es así como trabajan, seguidamente también se consideraron las fuerzas tangenciales que estas deben soportar. Se escogieron las áreas de esfuerzos equivalentes conforme lo establecen los libros de cálculo para áreas complejas como dentro de un elemento taladrado, hacia el equivalente rectángulo. Los esfuerzos obtenidos para los soportes de rodillos fueron igualmente divididos, esto debido a que están trabajando en paridad y en conjunto conteniendo al rodillo de soporte y las reacciones, sus estructuras internas fueron detallados para optimizar el cálculo de las áreas de esfuerzo.

El rodillo superior que soporta el peso de la mitad de la cadena al momento de su retiro, también fue analizado bajo el concepto anterior ya que es un mecanismo importante en este

sistema, sus consideraciones fueron el material que se le designo como el Acero A53 o acero al carbono, para soportar lo mencionando anteriormente. Seguidamente podríamos detallar el uso de unos rodamientos para el anclaje entre el rodillo y sus soportes, los cuales también tuvieron consideraciones como la cantidad total de revoluciones. El carro de transporte del cambio de poleas o tambores también tienen consideración respecto a su análisis estructural para soportar y evitar atrofiamientos en la rueda por demasiado peso y la cantidad de poleas que podría llevar. Asimismo, las ruedas que se escogieron están analizadas respecto a la fuerza total de soporte estas mismas con el material nylon. Finalmente, la estructura de la plataforma fue analizada para soportar a un aproximado de 4 personas por plataforma, tomando en cuenta la seguridad que deben tener al momento de maniobrar su trabajo.

#### **4.6 EXIGENCIAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA**

Las exigencias del diseño corresponden a optimizar los objetivos propuestos en este trabajo, así pues, se utilizaron softwares de última actualización como el AutoCAD 2021 e Inventor 2021. Los perfiles de las estructuras corresponden a las que se utilizan para la construcción de estos procesos, usadas en las plantas de creación.

#### **4.7 FUNCIÓN DEL SISTEMA DE RETIRO DE CADENA**

Para la función principal del sistema de retiro de cadena, se requirió un diseño mecánico para mejorar las condiciones de mantenimiento y/o retiro de las cadenas del alimentador de placas en el Área de chancado Primario. El retiro de las cadenas del alimentador se diseñó retirarlo en 2 partes también se deberá emplear apoyo para hacer más fácil el retiro de las cadenas, el diseño es tal que permita una facilidad de mantenimiento. Todos los sistemas deben mantenerse, en su condición natural para correcto funcionamiento.

## CAPITULO V

### 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentará presupuestos y un análisis económico que pretende dar una descripción general de los costos para obtener el valor de la inversión realizada la fabricación y montaje de estructuras. El análisis de estos resultados es de gran importancia para evaluar la viabilidad del proyecto para demostrar los beneficios económicos en cuanto a la administración de los recursos de mantenimiento que se ahorraría, al invertir en esta mejora de diseño.

#### 5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN


El proceso de fabricación se realizará conforme el diagrama de flujo Diagrama de flujo de Estructuras Metálicas (Anexo D). Los materiales que serán inspeccionados por el área de control de calidad para verificar sus dimensiones, tipo de material, y número de colada. El habilitado de los materiales se realizará en pantógrafo, tubos y vigas serán habilitados manualmente de requerirse, los materiales serán trasladados al área de armado y calderería se colocan placas, clips y otros elementos que se requieran, se verifican las dimensiones de los elementos. Se les aplica el proceso de soldadura SMAW, GMAW o FCAW correspondiente según lo indicado en el plano se verifican alineamientos y deformaciones para comprobar que esté dentro de la tolerancia de no ser así deberán ser enderezados posterior a esto se realiza una limpieza metálica se limpian desbordan y los elementos metálicos para luego ser trasladado al área de pintura donde se realiza la limpieza por abrasivos quedando con una rugosidad según la que sea requerida posterior a esto se realiza el pintado de la estructura en las capas indicadas en plano.

### 5.3 EVALUACIÓN DE COSTOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE

#### 5.3.1 METRADO

**Tabla 30**

*Tabla de metrado de sistema de facilidades de cambio de cadena y placas de alimentador de placas*

METRADO: SISTEMA PARA FACILIDADES DE MANTENIMIENTO															
	ELABORADO POR:		C. AGUILAR		REV. 0										
	REVISADO POR:		C. AGUILAR												
	FECHA:		2022-08-09												
ITEM	UBICACION	SISTEMA	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	LONGITUD (mm)	PRECIO	PRECIO POR KG \$	PRECIO POR KG	PESO UNITARIO	UNIDAD	AREA PINTADO(m2)	PESO (Kg)
001	ESTRUCTURA	Angulo	Ang. 1 1/2"x3/16"	ASTM A36	3			6000	102,99	0,65	2,47	16,072	Kg	9,13	41,7
002	ESTRUCTURA	Angulo	Ang. 2"x3/16"	ASTM A36	9			6000	146,06	0,20	0,76	21,787	Kg	42,79	191,4
003	ESTRUCTURA	Angulo	Angulo de 3"x1/4"	ASTM A36	4			6000	292,42	0,43	1,64	43,752	Kg	0,00	178,4
004	ESTRUCTURA	Barra	Barra de Ø3"	ASTM A36	0			6000	1.764,41	6,20	23,56	213,788	Kg	1,10	74,9
005	ESTRUCTURA	Barra	Barra de Ø3/4"	ASTM A36	0			6000	91,24	3,49	13,25	53,698	Kg	1,12	6,9
006	ESTRUCTURA	Canal U	C4x5.4	ASTM A36	7			6000	386,50	0,31	1,16	48,18	Kg	335,89	333,0
007	ESTRUCTURA	Canal U	C6x8.2	ASTM A36	14			6000	686,62	0,18	0,69	73,2	Kg	0,07	990,2
008	ESTRUCTURA	Tubo	Tub. negro Ø1 1/2"x2mm	ASTM A53	0,41			6000	153,55	7,28	27,66	13,56	Kg	0,00	5,6
009	ESTRUCTURA	Tubo	Tubo 4" SCH40	ASTM A53	5			6000	771,91	0,41	1,56	96,42	Kg	74,33	494,8
010	ESTRUCTURA	Tubo	Tubo de Ø1 1/4" SCH40	ASTM A53	5			6000	168,97	0,40	1,52	23,58	Kg	10,00	111,3
011	ESTRUCTURA	Tubo	Tubo de Ø6" SCH40	ASTM A53	1			6000	1.386,55	2,30	8,73	169,56	Kg	20,32	158,7
012	ESTRUCTURA	Tubo	Tubo Ø1 1/2" SCH40	ASTM A53	13			6000	167,07	0,14	0,51	24,3	Kg	75,93	324,5
013	ESTRUCTURA	Tubo	Tubo Ø2" SCH40	ASTM A53	4			6000	255,70	0,56	2,13	32,64	Kg	27,08	120,3
014	ESTRUCTURA	Viga	W4x13	ASTM A36	12			12000	1.071,88	0,10	0,40	232,68	Kg	4,01	2694,6
015	ESTRUCTURA	Viga	W6x15	ASTM A36	1			12000	1.236,74	1,59	6,06	268,44	Kg	29,27	204,2
016	ESTRUCTURA	Viga	W8x18	ASTM A36	0,3			12000	1.483,94	3,89	14,77	322,08	Kg	6,04	100,5
017	ESTRUCTURA	Viga	W8x24	ASTM A36	0,4			12000	1.978,79	3,03	11,52	429,48	Kg	23,48	171,7
018	ESTRUCTURA	Plancha	PL. 1/2"	ASTM A36	2	1220	2440		1.986,00	1,08	4,09	296,38	Kg	32,18	485,1
019	ESTRUCTURA	Plancha	PL. 5/8"	ASTM A36	0,14	1220	2440		2.737,49	14,10	53,59	370,6	Kg	7,96	51,1
020	ESTRUCTURA	Plancha	PL. 1 1/2"	ASTM A36	0,02	1220	2440		5.154,60	203,43	773,04	370,6	Kg	0,00	6,7
021	ESTRUCTURA	Plancha	PL. 3/4"	ASTM A36	0,04	1220	2440		3.283,66	53,55	203,50	444,57	Kg	3,53	16,1
022	ESTRUCTURA	Plancha	PL. 3/8"	ASTM A36	0,06	1220	2440		1.475,04	29,83	113,36	222,29	Kg	3,68	13,0
023	ESTRUCTURA	Plancha	PL. 5/16"	ASTM A36	1	1220	2440		1.311,17	2,75	10,44	185,24	Kg	2,51	125,6
024	ESTRUCTURA	Plancha	PL. 1/4"	ASTM A36	2	1220	2440		993,35	0,79	3,01	148,19	Kg	53,98	329,6
025	ESTRUCTURA	Plancha	PL. estriada 3/16"	ASTM A36	1	1220	2440		441,52	0,47	1,77	339,12	Kg	0,19	249,1
026	ESTRUCTURA	Plancha	Plat. 1"x1/4"	ASTM A36	0,13			6000	52,27	13,49	51,25	7,68	Kg	0,00	1,0
027	ESTRUCTURA	Plancha	Plat. 4"x1/4"	ASTM A36	0,01			6000	175,08	24,00	91,19	148,19	Kg	0,09	1,9
028	ESTRUCTURA	Plancha	Plat. de 1"x3/16"	ASTM A36	0,03			6000	38,17	9,81	37,28	30,36	Kg	3,93	1,0
029	ESTRUCTURA	Malla metalica	Expanded Metal 3/4 #9 MR		3	1220	2440		121,05	0,40	1,51	26,2	Kg	12,33	80,0
030	ESTRUCTURA	Malla metalica	Expanded metal GR1500		6	1220	2440		250,00	0,25	0,95	43,46	Kg	17,22	261,8
													<b>TOTAL</b>	<b>798,1677891</b>	<b>7824,9</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.2 PRESUPUESTO ESTIMADO FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA PARA FACILIDADES DE CAMBIO DE CADENA Y PLACAS DE ALIMENTADOR DE PLACAS

**Tabla 31**

*Costo Acero para Fabricación del sistema*

ESTRUCTURA DE COSTOS						
<b>PRESUPUESTO: 0001</b>						
PROYECTO : DISEÑO DE UN SISTEMA PARA FACILIDADES DE CAMBIO DE CADENA Y PLACAS DE ALIMENTADOR DE PLACAS						
CLIENTE :	Area	m2/kg				
AREA (m2) :	798,17	0,10200			T.CAMBIO =	3,8
FECHA :	07-08-22					
REALIZADO POR :	Cristhian Aguilar					
MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCION	UND	Metrado	UNIT U\$	% Desperd.	PARC. U\$
1	MATERIA PRIMA		7824,91			8573,14
	Materiales		7824,91		% del total	8573,14
1.1	Ang. 1 1/2"x3/16"	kg	41,71	0,65	8,00%	29,27
1.2	Ang. 2"x3/16"	kg	191,38	0,20	8,00%	41,51
1.3	Angulo de 3"x1/4"	kg	178,44	0,43	8,00%	83,11
1.4	Barra de Ø3"	kg	74,88	6,20	8,00%	501,46
1.5	Barra de Ø3/4"	kg	6,89	3,49	8,00%	25,93
1.6	C4x5.4	kg	333,02	0,31	8,00%	109,85
1.7	C6X8.2	kg	990,23	0,18	8,00%	195,14
1.8	Tub. negro Ø1 1/2"x2mm	kg	5,55	7,28	8,00%	43,64
1.9	Tubo 4" SCH40	kg	494,78	0,41	8,00%	219,38
1.10	Tubo de Ø1 1/4" SCH40	kg	111,31	0,40	8,00%	48,02
1.11	Tubo de Ø6" SCH40	kg	158,74	2,30	8,00%	394,07
1.12	Tubo Ø1 1/2" SCH40	kg	324,51	0,14	8,00%	47,48
1.13	Tubo Ø2" SCH40	kg	120,32	0,56	8,00%	72,67
1.14	W4x13	kg	2694,64	0,10	8,00%	304,64
1.15	W6x15	kg	204,20	1,59	8,00%	351,49
1.16	W8x18	kg	100,46	3,89	8,00%	421,75
1.17	W8x24	kg	171,71	3,03	8,00%	562,39
1.18	PL. 1/2"	kg	485,10	1,08	8,00%	564,44
1.19	PL. 5/8"	kg	51,09	14,10	8,00%	778,02
1.20	PL. 1 1/2"	kg	6,67	203,43	8,00%	1464,99
1.21	PL. 3/4"	kg	16,14	53,55	8,00%	933,25
1.22	PL. 3/8"	kg	13,01	29,83	8,00%	419,22
1.23	PL. 5/16"	kg	125,63	2,75	8,00%	372,65
1.24	PL. 1/4"	kg	329,64	0,79	8,00%	282,32
1.25	PL. estriada 3/16"	kg	249,11	0,47	8,00%	125,48
1.26	Plat. 1"x1/4"	kg	1,02	13,49	8,00%	14,86
1.27	Plat. 4"x1/4"	kg	1,92	24,00	8,00%	49,76
1.28	Plat. de 1"x3/16"	kg	1,02	9,81	8,00%	10,85
1.29	Expanded Metal 3/4 #9 MR	kg	80,00	0,40	8,00%	34,40
1.30	Expanded metal GR1500	kg	261,81	0,25	8,00%	71,05

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 32**

*Costo de Materiales para Fabricación*

ITEM	DESCRIPCION	UND	Metrado	UNIT U\$	% Desperd.	PARC. U\$
<b>2</b>	<b>OTROS MATERIALES</b>			<b>1,00</b>		<b>10239,64</b>
2,1	<b>Soldadura</b>					<b>684,68</b>
2.1.1	Soldadura Supercito E7018	Kg	<b>117,37</b>	3,50	0,00%	410,81
2.1.2	Soldadura Cellocord 6011	Kg	<b>78,25</b>	3,50	0,00%	273,87
2,2	<b>Sistema de Pintura</b>		<b>195,62</b>			<b>5697,81</b>
2.2.1	<b>1ra capa</b>					<b>3737,32</b>
2.2.1.1	MACROPOXY 646 (A+B)	Gln.	67,63	50,00	5,00%	3550,45
2.2.1.2	Diluyente Epoxico Estandar	Gln.	16,91	10,53	5,00%	186,87
	<b>2da capa</b>					<b>1960,49</b>
2.2.1.3	Sumatane Hs	Gln.	27,82	64,47	5,00%	1883,61
2.2.1.4	Diluyente Poliuretano P20 NC	Gln.	6,96	10,53	5,00%	76,88
2,3	<b>Otros</b>					<b>1896,66</b>
2.3.1	Discos de Desbaste	Unds.	6,26	3,00	0,00%	18,78
2.3.2	Disco de corte	Unds.	6,26	3,00	0,00%	18,78
2.3.3	Oxigeno x 10m3	Bln.	6,80	30,00	0,00%	204,13
2.3.4	Gas x 45kg	Bln.	2,27	40,00	0,00%	90,72
2.3.5	Trapo Industrial	kg.	10,00	3,50	0,00%	35,00
2.3.6	Chumacera de Pie SY60-TF	Unds.	2,00	83,75	0,00%	167,50
2.3.7	Esparrago de Ø3/4" UNC (3,6 M)	Unds.	40,00	13,66	0,00%	546,21
2.3.8	Garrucha de Ø8"	Unds.	8,00	85,20	0,00%	681,60
2.3.9	Perno Hex. 5/8 x 2.5" UNC - Completo	Unds.	88,00	0,70	0,00%	61,60
2.3.10	Perno Hex. Ø1/2"x1.25" UNC	Unds.	6,00	0,09	0,00%	0,57
2.3.11	Perno Hex. Ø1/2"x1.75" UNC - Completo	Unds.	16,00	0,18	0,00%	2,95
2.3.12	Perno hex. Ø1/2"x3 1/2" - UNC	Unds.	2,00	0,28	0,00%	0,55
2.3.13	Perno Hex. Ø3/4"x2" UNC + Vp + Vpresion	Unds.	16,00	1,06	0,00%	16,93
2.3.14	Perno Hex. Ø3/4"x2.5" UNC - Completo	Unds.	32,00	1,00	0,00%	32,08
2.3.15	Perno Hex. Ø3/4"x3" UNC - Completo	Unds.	8,00	0,63	0,00%	5,01
2.3.16	Pernos 1/2"	Unds.	16,00	0,41	0,00%	6,48
2.3.17	Socket Hex. Ø5/8"x3.75 UNC - Completo	Unds.	8,00	0,66	0,00%	5,26
2.3.18	Tuerca Hex. Ø1/2" UNC	Unds.	10,00	0,13	0,00%	1,28
2.3.19	Volanda de presion Ø1/2"	Unds.	2,00	0,13	0,00%	0,26
2.3.20	Volanda plana Ø1/2"-	Unds.	2,00	0,48	0,00%	0,95
<b>TOTAL MATERIALES EN GENERAL</b>					<b>US\$</b>	<b>20.709,43</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 33**

*Mano de Obra Directa para Fabricación*

MANO DE OBRA FABRICACION					Rend.(kg/hh):	5,5
Base		8 hrs/día			hh:	1422,7
ITEM	DESCRIPCION	HH	DIAS	HOMBRES	US\$/Hh	US \$
	Supervisor de Planta	15,1	1,89	1	15,79	238,87
1	Soldador 4G	448,0	14,00	4	4,93	2210,53
2	Tornero	24,0	3,00	1	4,93	118,42
3	Operador CNC	24,0	3,00	1	4,90	117,60
4	Pintor	20,0	3,00	1	3,95	79,00
5	Oficial (Habilitador, Cortador, Armador)	384,0	16,00	3	3,21	1231,58
6	Ayudante	512,0	16,00	4	3,10	1587,20
		Total :	1412,0	12,6	14	
<b>TOTAL MANO DE OBRA FABRICACION</b>					<b>US\$</b>	<b>5.583,20</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 34**

*Mano de Obra Directa para Montaje*

MANO DE OBRA MONTAJE					Rend.(kg/hh):	8,5
Base		10 hrs/día			hh:	920,6
ITEM	DESCRIPCION	HH	DIAS	HOMBRES	US\$/Hh	US \$
1	Ing. Residente	120,0	12,0	1	6,75	810,00
2	Ing. Seguridad	120,0	12,0	1	6,19	742,80
3	Soldador 3G	60,0	6,0	1	5,32	319,20
4	Rigger	160,0	8,0	2	4,90	784,00
4	Mecanico (Montajista)	320,0	8,0	4	4,70	1504,00
5	Oficial (Armador)	160,0	8,0	2	4,61	737,60
6	Ayudante	210,0	7,0	3	3,20	672,00
7	Pintor	10,0	1,0	1	3,95	39,50
8	Peon Especializado en construccion	40,0	2,0	2	4,34	173,60
9	Peon de construccion	40,0	2,0	2	4,34	173,60
		Total :	920,0	13		
<b>TOTAL MANO DE OBRA MONTAJE</b>					<b>US\$</b>	<b>\$5.956,30</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 35**

*Costo de Equipos y Herramientas para Fabricación*

MAQUINAS, EQUIPOS & HERRAMIENTAS						24,0%	1585,0
Base		8 hrs/día					
ITEM	DESCRIPCION	H-Maq	Cantidad	Días	US\$/H-Maq	US \$	
<b>FABRICACION</b>							<b>2662,40</b>
1	Cizalla Guillotina	0,0	0,000	0,00	3,80	0,00	
2	Torno Mediano	32,0	2,000	2,000	2,85	91,20	
3	Plegadora	64,0	2,000	4,000	4,00	256,00	
4	Maquina de soldar 400 A	336,0	3,000	14,000	1,70	571,20	
5	Equipo de Arco sumergido	0,0	0,000	10,000	4,50	0,00	
6	Roladora	40,0	1,000	5,000	4,00	160,00	
7	Equipo de oxicorte	80,0	2,000	5,000	1,50	120,00	
8	Taladro	32,0	1,000	4,000	2,50	80,00	
9	Sierra electrica	0,0	0,000	0,000	1,75	0,00	
10	Esmeril de desbaste	672,0	4,000	21,000	0,30	201,60	
11	Esmeril de Corte	672,0	4,000	21,000	0,30	201,60	
12	Equipo de pintado	48,0	2,000	3,000	1,50	72,00	
13	Herramientas manuales	672,0	4,000	21,000	0,40	268,80	
14	Puente Grua	80,0	1,000	10,000	8,00	640,00	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 36**

*Costo de Equipos y Herramientas para Montaje*

Base		10 hrs/día					
MONTAJE							<b>2094,42</b>
1	Esmeril de desbaste	40,0	2,000	2,000	0,70	28,00	
2	Esmeril de Corte	40,0	2,000	2,000	0,70	28,00	
3	Maquina de soldar 400 A	0,0	0,000	0,000	3,79	0,00	
4	Taladro manual	80,0	2,000	4,000	1,75	140,00	
5	Equipo de pintado	0,0	0,000	0,000	3,21	0,00	
6	Equipo de oxicorte	20,0	1,000	2,000	2,84	56,80	
7	Tecles	0,0	0,000	0,000	2,21	0,00	
8	Andamios (Por 2 cuerpos)	20,0	1,000	2,000	2,08	41,62	
9	Martillo neumatico	60,0	3,000	2,000	22,00	1320,00	
10	Herramientas manuales	480,0	8,000	6,000	1,00	480,00	
<b>TOTAL MAQUINAS, EQUIPOS &amp; HERRAMIENTAS</b>						<b>US\$</b>	<b>4.756,82</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 37**

*Costo energía eléctrica para fabricación*

ENERGIA ELECTRICA (EN PLANTA)						
Base		8 hrs/día				
ITEM	DESCRIPCION	Horas	Días	% Aplicable	US\$/H	US \$
1	Energía Eléctrica	32,0	16,0	25,0%	3,60	28,80
<b>TOTAL ENERGIA ELECTRICA</b>					<b>US\$</b>	<b>28,80</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 38**

*Costo mano de obra indirecta*

MANO DE OBRA INDIRECTA						
Base		8 hrs/día				
ITEM	DESCRIPCION	Horas	Días	% Aplicable	US\$/H	US \$
1	Mano de Obra Indirecta	30,0	25,0	15,0%	3,03	90,87
<b>TOTAL MOI</b>					<b>US\$</b>	<b>90,87</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 39**

*Costo de Servicio de Transporte*

TRANSPORTE Y MOVILIZACIÓN DE MATERIALES						
1.- TRANSPORTE DE MATERIALES						\$743,37
ITEM	LOCALIDAD	DESCRIPCION	CANT	US\$/kg	US\$ PARCIAL	
1,1	Arequipa - Cusco	Transp. de materiales	7.824,91	0,095	743,37	
2.- ALQUILER DE MAQUINARIA						\$1.384,76
ITEM	ACTIVIDAD	N° MAQ.	VJ / DIA	HORAS/DIA	\$/H-M	US\$ PARCIAL
2,1	Montacarga Nissan 100 (Incl. Combustible y op	1	12,00	8,000	11,54	1107,84
2,2	Alquiler Grua de 7 Ton.	1	1,00	10	27,69	276,92
2,3	Montacarga	0	0,00	0	25,00	0,00
2,4	Manlift	0	0,00	0	35,00	0,00
2,5	Alquiler de Volquete	0	0,00	0	50,00	0,00
2,6	Alquiler de Cargador Frontal	0	0,00	0	90,00	0,00
<b>TOTAL TRANSPORTE Y MOVILIZACION DE MATERIALES</b>					<b>US\$</b>	<b>\$2.128,13</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 40**

*Costo servicio de acabado superficial*

SERVICIOS DE ACABADO SUPERFICIAL					
ITEM	DESCRIPCION	AREA	CANT.	US\$/m2	US \$
1	Arenado SSPC-SP5 (Exterior)	798,17	1	3,75	2993,13
2	Aplicación de pintura	798,17	1	1,55	1237,16
<b>TOTAL SERVICIOS DE ACABADO SUPERFICIAL</b>				<b>US\$</b>	<b>4.230,29</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 41**

*Costo pruebas de soldadura*

PRUEBAS DE SOLDADURA					
ITEM	DESCRIPCION	LONG.(m)	CANT.	US\$/m	US \$
1	Inspeccion de Soldadura (Tintes Penetrantes)	46,95	1	6,00	281,70
1	Control Dimensional	117,37	1	2,50	293,43
1	Particulas magneticas	11,74	0	12,00	0,00
1	Placas radiográficas/UT	0,00	0	16,00	0,00
2	Pruebas Hidrostáticas	234,75	0	5,00	0,00
<b>TOTAL PRUEBAS DE SOLDADURA</b>				<b>US\$</b>	<b>575,13</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 42**

*Resumen general de costos del proyecto.*

ITEM	DESCRIPCION	US\$	Incidencia
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>		<b>US\$ 37983,00</b>	<b>90,62%</b>
1	MATERIALES E INSUMOS	20709,43	
2	MANO DE OBRA - FABRICACION	5583,20	
4	SERVICIOS ADICIONALES - ARENADO	4230,29	
5	MAQUINAS - EQUIPOS & HERRAMIENTAS	4756,82	
6	GASTOS DE TRANSPORTES	2128,13	
7	PRUEBAS DE SOLDADURA	575,13	
8	PRUEBAS DE CALIDAD	0,00	
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>US\$ 119,67</b>	<b>0,29%</b>
1	ENERGIA ELECTRICA	28,80	
2	MANO DE OBRA INDIRECTA	90,87	
3	GASTOS GENERALES	10,00%	3810,27
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>		<b>US\$ 41912,93</b>	<b>90,91%</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>10,0%</b>	<b>3810,27</b>
<b>IGV</b>		<b>18,0%</b>	<b>7544,33</b>
<b>VALOR VENTA DE LA OBRA</b>		<b>US\$ 53267,52</b>	<b>6,81</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 43**

*Rendimientos de Fabricación y Montaje*

RATIOS DE FABRICACION & MONTAJE	
CANTIDAD	
PESO TOTAL (KG)	= 7824,91 Kg
VOLUMEN TOTAL DE DEMOLICION (m3)	= 140,40 M3
RENDIMIENTO - FABRICACION	= 5,50 Kg/hh
RENDIMIENTO - MONTAJE	= 8,50 Kg/hh
RENDIMIENTO - DEMOLICIÓN CONCRETO	= 16,00 M3/hh
PERSONAL INVOLUCRADO FABRICACION	= 10,00 Personas
PERSONAL INVOLUCRADO MONTAJE	= 12,00 Personas
PERSONAL INVOLUCRADO DEMOLICION CONCRETO	= 2,00 Personas
HORAS TRABAJADAS FABRICACION x DIA	= 8,00 Horas
HORAS TRABAJADAS MONTAJE	= 10,00 Horas
NRO DE DIAS - FABRICACION	= 18,00 Dias
NRO DE DIAS - MONTAJE	= 8,00 Dias
NRO DE DIAS - DEMOLICION CONCRETO	= 0,55 Dias
TOTAL HORAS HOMBRE DEMOLICIÓN	= 16,52 HH - D
TOTAL HORAS HOMBRE FABRICACIÓN	= 1422,71 HH - F
TOTAL HORAS HOMBRE MONTAJE	= 960,00 HH - M
TON AL MES	= 16,50

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.3 ANÁLISIS HORA-HOMBRE FABRICACIÓN

Se considera un rendimiento para fabricación de 5.5 horas-hombre/kg que es el rendimiento que se maneja para estructuras metálicas livianas.

El peso total de las estructuras es de 7824.9 (Tabla 29). Cálculo del número de horas hombre requeridas:

$$HH_{Requeridas} = \frac{\text{Peso}}{\text{Rendimiento}}$$

$$HH_{Requeridad} = \frac{7824.9}{5.5}$$

$$HH_{Requeridad} = 1422.7090 \text{ Horas} - \text{Hombre}$$

Las principales actividades para la fabricación se dividen en habilitado, armado, soldadura, enderezado, pintado (Anexo D). Se requiere asignar un porcentaje de las HH que se deben emplear para la fabricación de las estructuras para poder determinar las horas empleadas por cada tarea.

**Tabla 44**

*Distribución de actividades de fabricación sistema para facilidades de cambio de componentes.*

	Porcentaje	HH
Habilitado	30%	426,8132
Armado	30%	426,8132
Soldeo	25%	355,67767
Enderezado	5%	71,135534
Pintado	10%	142,27107
Total	100%	1422,7107

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.4 ANÁLISIS HORA-HOMBRE MONTAJE

Se considera un rendimiento para montaje de 8.5 horas-hombre/kg que es el rendimiento que se maneja para el montaje de estructuras metálicas livianas.

El peso total de las estructuras es de 7824.9 (Tabla 29). Cálculo del número de horas hombre requeridas:

$$HH_{Requeridas} = \frac{\text{Peso}}{\text{Rendimiento}}$$

$$HH_{Requerida} = \frac{7824.9}{11}$$

$$HH_{Requerida} = 920.5764 \text{ Horas} - \text{Hombre}$$

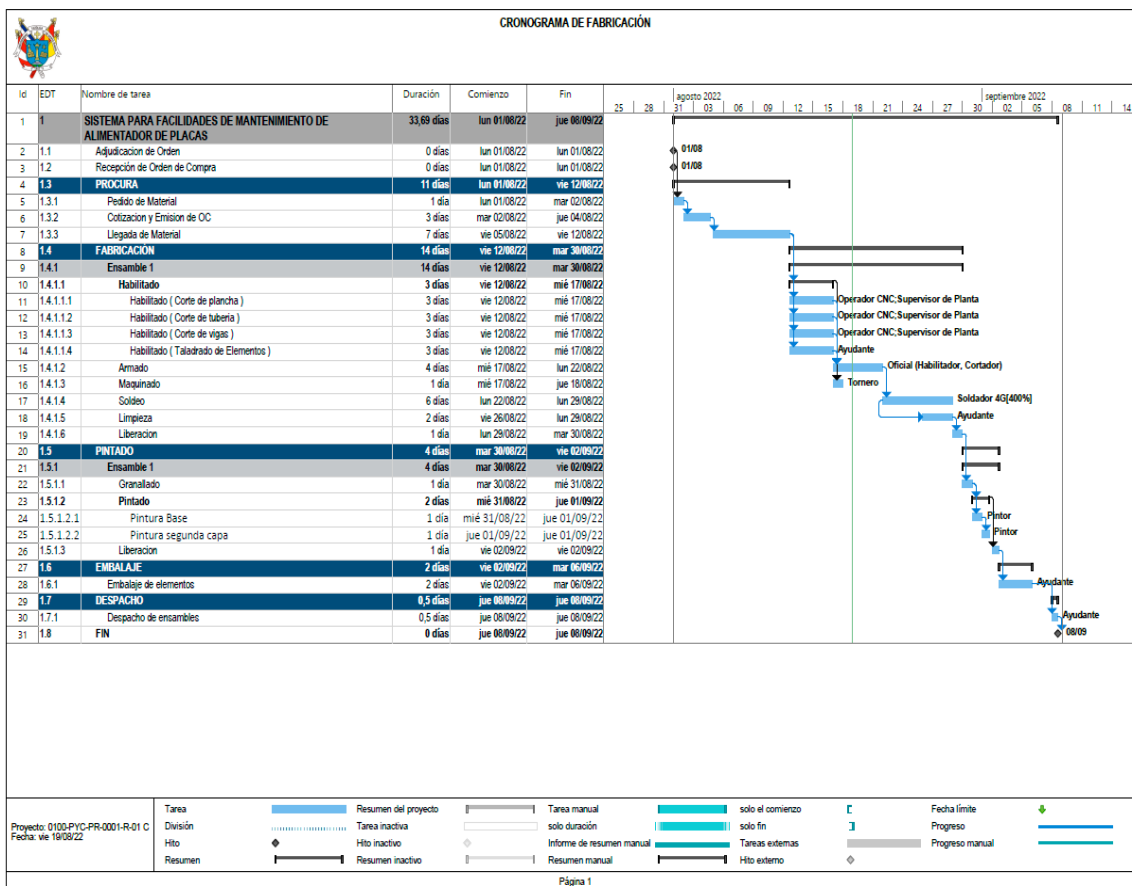
### 5.4 CRONOGRAMAS DE FABRICACIÓN Y DE MONTAJE

El Diagrama de Gantt para la fabricación y el montaje debe cumplir de HH asignadas previamente el adecuado cumplimiento de la asignación de recursos se evidenciará posteriormente en la Tabla 45, se verificará el cumplimiento de las HH total del proyecto.

### 5.4.1 DIAGRAMA DE GANTT INTEGRADO FABRICACIONES

Tabla 45

Diagrama de fabricación de sistema de mantenimiento de Alimentador de placas



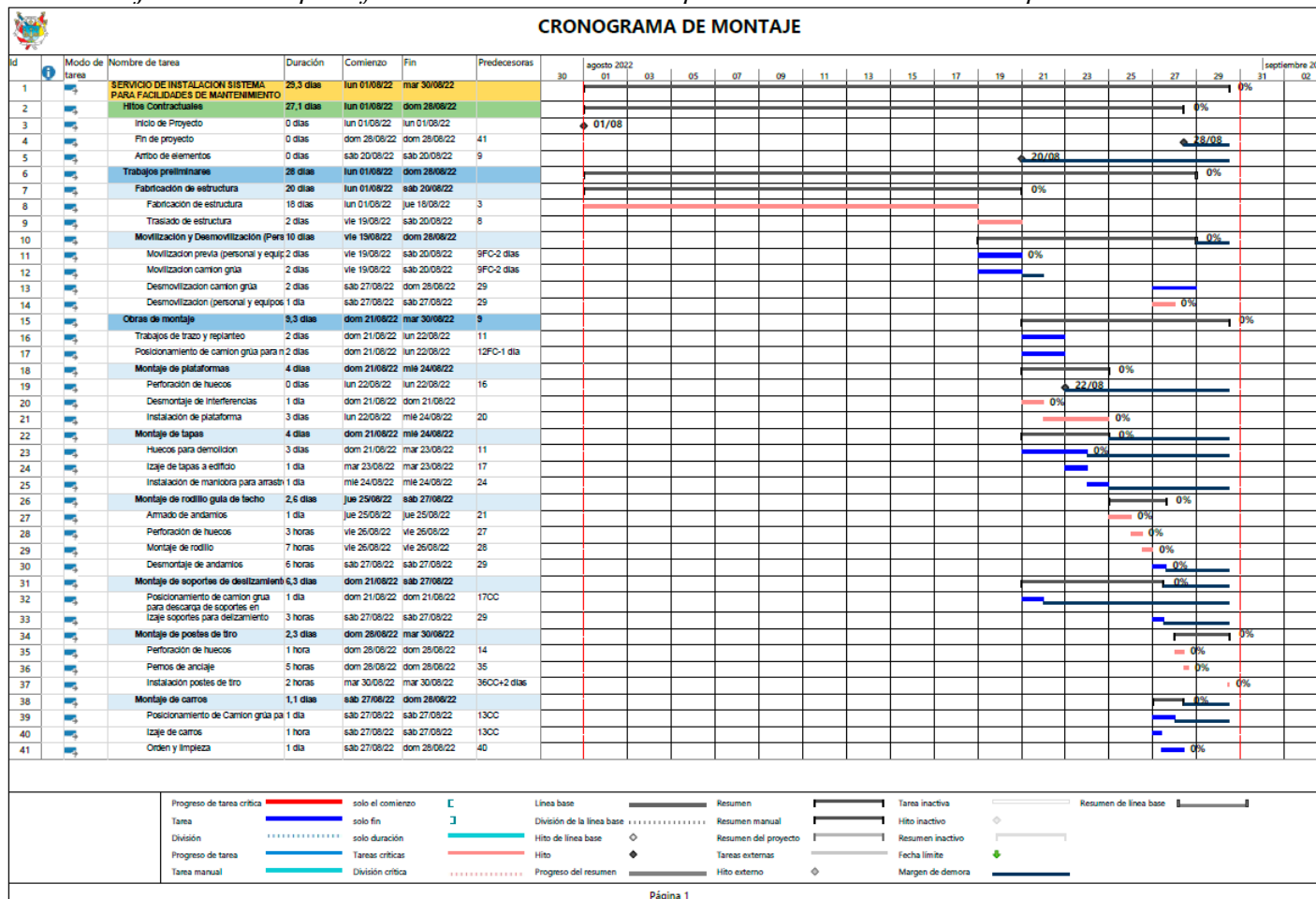
Fuente: Elaboración propia



### 5.4.3 DIAGRAMA DE GANTT INTEGRADO MONTAJE

Tabla 47

Diagrama de montaje de sistema para facilidades cambio de componentes de Alimentador de placas



Fuente: Elaboración propia

## 5.5 EVALUACIÓN DE COSTO BENEFICIO PRODUCCIÓN

### 5.5.1 COSTO DE PRODUCCIÓN MINERA

La mina produce concentrado de cobre para exportación. En la siguiente tabla mostrada se brinda la información los costos de venta para la empresa de cada concentrado, la producción del concentrado y el costo dólares/hora de los concentrados.

**Tabla 48**

*Costo de producción minera*

Producto	Costo de venta empresa (USD/tn)		Factor de conversión		Costo de venta para la empresa	
Concentrado de cobre	3,71	USD/Libra	2200	Libra/Ton	8154	USD/Ton
Producto	Produccion (Ton/Día)	USD/Ton	% Recuperacion	USD/Día	Horas/Día	USD/Hora
Concentrado de cobre	350	8154	0,85	2425815	24	101075,625
Total (USD/HORA)						\$101.075,63

Fuente: Minera del proyecto.

### 5.5.2 COSTO BENEFICIO SISTEMA PARA FACILIDADES CAMBIO DE CADENA DE ALIMENTADOR DE PLACAS

#### 5.5.2.1 TABLA DE USO DE SISTEMA PARA FACILIDADES DE CAMBIO DE CADENA

La principal función del sistema para facilidades cambio de cadena de alimentador de placas es incrementar la capacidad de producción del área de chacado primario y de la mina mediante incrementando la velocidad con la que se realiza el cambio de componentes del Alimentados de placas. Se mostrará una tabla indicando la producción inicial antes de la mejora y la producción registrada después de la implementación del sistema.

**Tabla 49**

*Incremento de producción con sistema*

Descripción	Cantidad (tn/año)	Cantidad (tn/día)
Produccion inicial	40296000,00	110400,00
Produccion con Sistema	40400548,80	
Incremento de producción	104548,80	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 50**

*Ahorro de USD/año con Extensión Metálica*

Producto	Produccion incrementada (tn/año)	Ley de mineral	tn/año	USD/tn	% Recuperacion	USD/año
Concentrado de Cobre	104548,80	0,60%	627,29	8154	0,85	4347703,668
Total (USD/año)						\$4.347.703,67

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.2.2 RESUMEN DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE SISTEMA PARA FACILIDADES CAMBIO DE CADENA

Con los datos presentados en las Tablas 47, 48, 50 y la tabla resumen del presupuesto de fabricación y montaje de la Tabla 42 se puede evaluar el ahorro generado para la minera por la implementación de esta mejora.

**Tabla 51**

*Evaluación económica*

RESUMEN DE EVALUACIÓN ECONÓMICA	
Horas reduccion de horas de mantenimiento	21,75
Ahorro produccion (USD años)	\$4.347.703,67
Costo de Fabricacion e implantacion de sistema	\$53.267,52
Costo-Beneficio=Flujo neto/inversion	81,6202
Ahorro total anual (USD)	\$4.294.436,15

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

El objetivo de esta tesis es diseñar e implementar mejoras que permitan el incremento de capacidad de chancado primario en una planta concentradora de cobre en el sur del Perú. El objetivo nace a raíz de una problemática observada, ya que cuando se realizan las actividades de cambio de cadena del alimentador de placas, toma mucho tiempo lo cual conduce a una demora excesiva en tareas de cambio de componentes, debido a que se debe retirar bandeja por bandeja y realizar cortes en la cadena. Esto claramente afecta la capacidad de dicha planta y como es un hecho conocido la planta de chancado primario es un sistema crítico en la producción ya es donde comienza la conminución de material, y al verse afectada su capacidad afecta por consiguiente la capacidad producción de la planta. Esto conlleva una importante pérdida económica. Al observarse este problema, se identificó una oportunidad de mejora continua, implementándose una solución que ayudará a mejorar la disponibilidad de planta de chancado primario, a través de un diseño de un sistema para facilidades de cambio de cadena de alimentador de placas que permitirá realizar labores de mantenimiento de manera segura y eficaz, para la realización de este proyecto se puso en práctica diversas metodologías de planificación, diseño y evaluación de costos.

Por lo tanto, las conclusiones del presente trabajo de Diseño e Implementación de un sistema para facilidades de cambio de componentes en una planta concentradora de cobre del sur del Perú, son las siguientes:

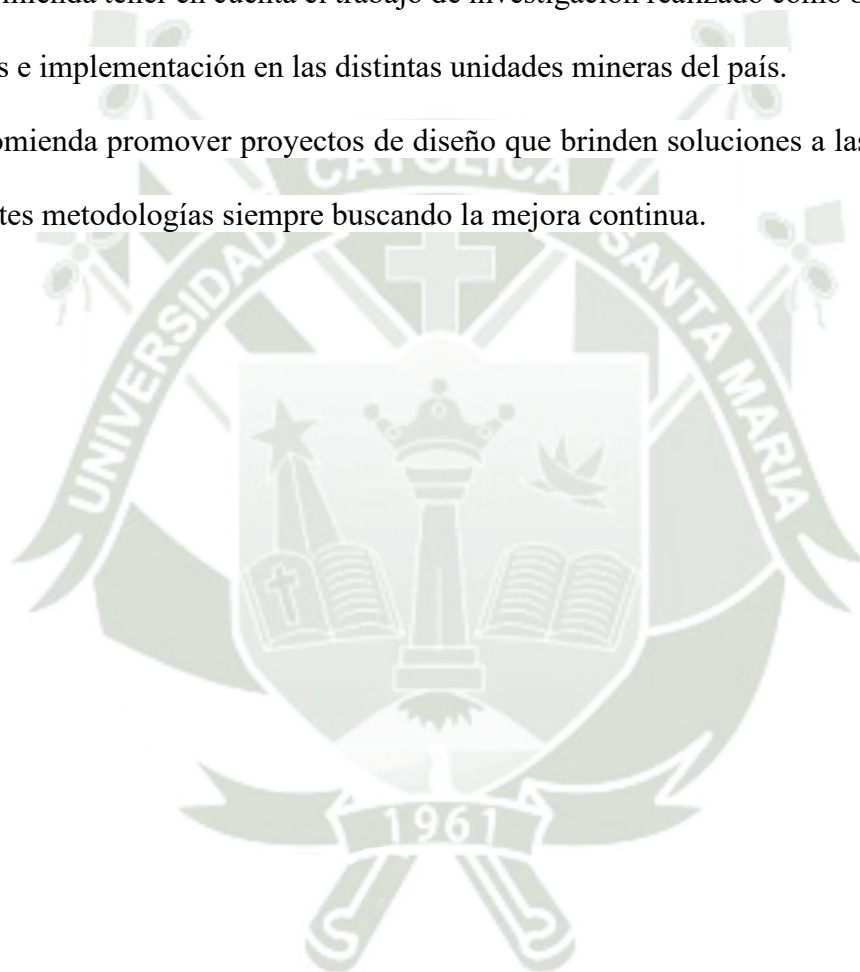
1. Se logró diseñar de manera exitosa una estructura que permite realizar trabajos de manera fácil y aprovechando los previos antes del parado de la planta, reduciendo los tiempos este sistema cumple los requisitos necesarios para realizar un cambio componentes eficiente, este diseño reduce tiempos totales de mantenimiento de 154 horas a 137.25 horas, en esto aumenta la disponibilidad de chancado primario con lo que se ve incrementada la

capacidad de producción.

2. Se diseñó los componentes del sistema, se diseñaron postes de tiro, rodillos de desplazamiento, rodillos desviadores, carros de transporte de elementos remplazados, plataformas para mantenimiento, se simuló cargas a las que serán sometidas, estando bajo las normas. Se seleccionó chumaceras, piezas de acero necesarias para soportar las tensiones, pernos, garruchas, tirfors y eslingas.
3. Se diseñó un sistema eficiente que redujo los tiempos en los que se realiza el cambio de cadena en casi 22 horas. Al reducirse las tareas repetitivas se disminuye la cantidad de personal dedicado a estas tareas por lo cual se redujo las horas-hombre en un 63%.
4. Se realizó análisis reflejado en costos por producción, donde se vio reflejado claramente el beneficio de dichas estructuras ya que reducían claramente los tiempos de paradas ya manejados con anterioridad. En el sistema para facilitar el cambio de componentes de alimentación de placas generó un ahorro de \$4347703,67 anual y resultando un análisis Costo-Beneficio de 81.62.
5. Para concluir la tesis presentada puede servir como línea de proyectos de mejora continua aplicadas a una planta de chancado primario, ya esta práctica consiste en siempre analizar y mejorar todos los procesos.

## RECOMENDACIONES

- Se debe implementar estas mejoras, ya que este diseño mejora la mantenibilidad y genera un impacto económico.
- Mejorar los programas de mantenimiento actuales teniendo en cuenta el diseño propuesto.
- Se recomienda tener en cuenta el trabajo de investigación realizado como base para futuras mejoras e implementación en las distintas unidades mineras del país.
- Se recomienda promover proyectos de diseño que brinden soluciones a las industrias, con diferentes metodologías siempre buscando la mejora continua.



**REFERENCIAS**

- Antapaccay. (2011). *Manual de operación de planta concentradora*. Arequipa: Tintaya
- Antapaccay. <https://es.scribd.com/document/273947109/Descripcion-General-PLANTA-CONCENTRADORA-pdf>
- AUTODESK. (21 de Diciembre de 2021). *Inventor*. Autodesk: [https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/ESP/Finite-Element-Analysis-FEA-only-seems-to-work-if-the-material-is-defined-as-Isotropic-for-Inventor.html?us\\_oa=dotcom-us&us\\_si=a0c670cd-2f60-49d3-8d13-08](https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/ESP/Finite-Element-Analysis-FEA-only-seems-to-work-if-the-material-is-defined-as-Isotropic-for-Inventor.html?us_oa=dotcom-us&us_si=a0c670cd-2f60-49d3-8d13-08)
- Blogspot. (2021). *Apuntes de Ingeniería Mecánica*. Blogspot.com: <https://apuntes-ing-mecanica.blogspot.com/2015/05/titulo-friccionsubtitulo-friccion-por.html?m=0>
- Ccallo, R. (2018). *Ampliación de la tercera línea de flotación, Planta Concentradora Antapaccay*. Universidad Nacional de San Agustín, Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica . Repositorio Institucional de la UNSA.
- Clases de Mecánica. (2021). *Momentos de inercia*. Clases de Mecánica: <https://clasesdemecanica.net/index.php/momentos-de-inercia/>
- Díaz del Castillo, F. (2007). *Tribología: Fricción, desgaste y lubricación*. Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ingeniería. UNAM Cuautitlán. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiCxKvU14H7AhW1GLkGHcEJAEIQFnoECAkQAQ&url=http%3A%2F%2Fprofefelipe.mex.tl%2Fimagesnew%2F4%2F6%2F9%2F5%2F1%2FTRIBOLOGIA.pdf&usq=AOvVaw09DKdD--3gLSPoSAj5to3p>
- Dimisa. (21 de Enero de 2012). *Manual de alimentador de placas Dimisa*. <http://www.dimisa.com/dm/Home.html>

Escalante, A. (2016). *Propuesta de optimización del mantenimiento planificado en el área de chancado primario en una Empresa Minera de cobre*. Universidad Católica de Santa María, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Repositorio de Tesis - UCSM.  
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5300>

GELCO. (2017). *Catálogo de eslingas*. <https://docplayer.es/30461245-Catalogo-de-eslingas.html>

HMB LINTEC Marine . (10 de Agosto de 2015). *Grua Minera*. HMB LINTECmarine:  
<https://www.lintec-marine.de/mining-crane>

Ingemecánica. (2021). *Tablas de perfiles mecánicos*. Ingemecánica:  
<https://ingemecanica.com/tutoriales/prontuariodeperfiles.html>

Loganx. (14 de Octubre de 2019). *Tabla de Carga de Eslingas – Tipos de eslingas y capacidades*.  
Cranes and machines: <https://gruasyaparejos.com/aparejos/tabla-de-carga-de-eslingas/>

McLanahan Corporation. (5 de Noviembre de 2018). *Alimentadores de placas*. McLanahan:  
<https://www.mclanahan.com/es/productos/alimentadores-de-placas>

Metso. (05 de Enero de 2011). *Apron Feeder AF 84"*. Brasil.  
<https://pdfhoney.com/download/compresspdf>

OCTAL. (2 de Noviembre de 2018). *ASTM A53 Especificación de Tubería*. Octal Acero:  
<https://www.octalacero.com/astm-a53>

Pinterest. (2021). *Momento de inercia*. Pinterest: <https://www.pinterest.es/amintaktouki/>

Sandoval, M. (2012). *Diseño e implementación de un plan de mantenimiento para Industria de Servicios Técnicos, INSETECA C.A*. Universidad de Carabobo, Escuela de Ingeniería Eléctrica. Repositorio Institucional UC.  
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/7120/masandoval.pdf?sequence=1>

Servicables. (2021). *Tirfor y Poliplastos*. Servicables S.A. de C.V.:  
<https://www.servicables.com.mx/?sec=tirfor-y-poliplastos>

SITASA. (2021). *Ruedas para diversas cargas*. Suministros Industriales del Tajo S.A.

[http://www.catalogo.sitasa.com/familias/ruedas/01\\_1.pdf](http://www.catalogo.sitasa.com/familias/ruedas/01_1.pdf)

SlideToDoc. (2021). *Unidad 3: Interacciones en la naturaleza Movimiento mecánico*. SlideToDoc:

<https://slidetodoc.com/unidad-3-interacciones-en-la-naturaleza-movimiento-mecnico-3/>

Soluciones tubulares. (2021). *Tuberia Schedule 40 Acero al Carbon*. Soluciones tubulares:

<http://tuberiasyaccesorios.com/tuberia-schedule-40-acero-al-carbon/>

Total Materia. (2021). *Propiedades del acero*. Total Materia:

<https://www.totalmateria.com/page.aspx?ID=propiedadesdelacero&LN=ES>

Valdivia, L., & Vaccari, D. (2014). *Determinación de los parámetros óptimos para la operación del filtro tipo VPA 2040-54 en la obtención de la humedad deseada y la implementación de sistemas de gestión integrados*. Universidad Nacional de San Agustín, Escuela Profesional de Ingeniería Química . Repositorio Institucional de la UNSA.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4023>

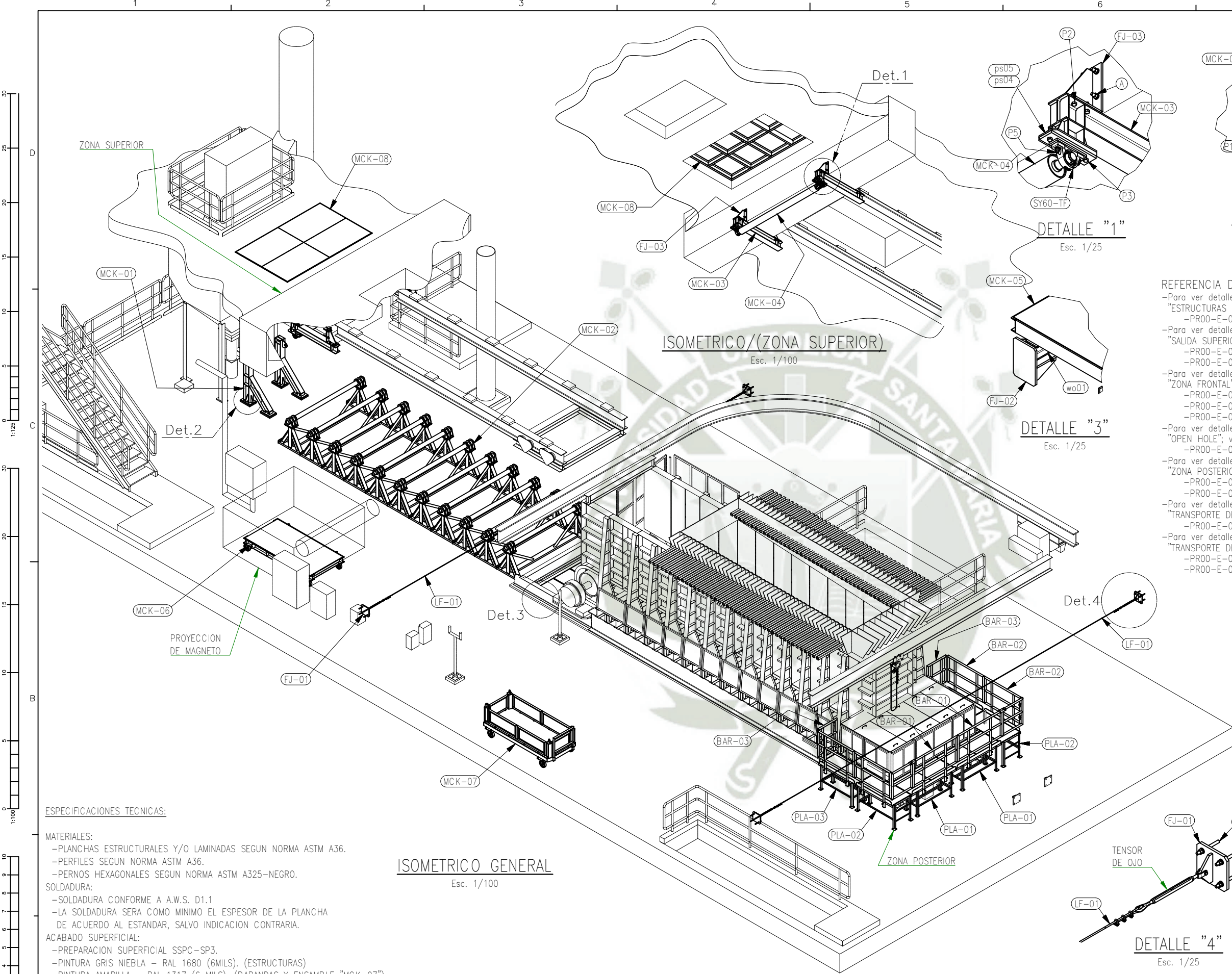
Web del profesor. (2021). *Factor de Longitud Efectiva, k*. Web del profesor:

<http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/americanab/05-elementosSolicitadosACompresion/5-4.html>

Zela, A. (2017). *Planificación y programación del mantenimiento de instrumentación de la Planta de Chancado Primario Compañía Antapaccay*. Universidad Nacional de San Agustín, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica. Repositorio Institucional de la UNSA.

<https://docplayer.es/88867479-Universidad-nacional-de-san-agustin-de-arequipa-facultad-de-ingenieria-de-produccion-y-servicios-escuela-profesional-de-ingenieria-electronica.html>





**REFERENCIA DE PLANOS:**

- Para ver detalles de Fabricacion de "ESTRUCTURAS FIJAS O PERMANENTES"; ver Planos: -PR00-E-015-ME-05
- Para ver detalles de Fabricacion de "SALIDA SUPERIOR DE CADENA"; ver Planos: -PR00-E-015-ME-09 -PR00-E-015-ME-14
- Para ver detalles de Fabricacion de "ZONA FRONTAL"; ver Planos: -PR00-E-015-ME-06 -PR00-E-015-ME-07 -PR00-E-015-ME-08
- Para ver detalles de Fabricacion de "OPEN HOLE"; ver Planos: -PR00-E-015-ME-10
- Para ver detalles de Fabricacion de "ZONA POSTERIOR"; ver Planos: -PR00-E-015-ME-15 hasta -PR00-E-015-ME-19
- Para ver detalles de Fabricacion de "TRANSPORTE DE MAGNETO"; ver Planos: -PR00-E-015-ME-11
- Para ver detalles de Fabricacion de "TRANSPORTE DE RUEDAS"; ver Planos: -PR00-E-015-ME-12 -PR00-E-015-ME-13

MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ESTRUCTURAS FIJAS O PERMANENTES		
FJ-01	SOPORTE FIJO #01	4
FJ-02	SOPORTE FIJO #02	6
FJ-03	SOPORTE FIJO #03	4
FJ-04	SOPORTE FIJO #04	4
FEEDER - ZONA FRONTAL		
MCK-01	POSTE DE TIRO	2
MCK-02	BASE DESLIZANTE	11
FEEDER - SALIDA SUPERIOR DE CADENA		
MCK-03	SOPORTE DE RODILLO	2
MCK-04	RODILLO SUPERIOR	1
MCK-08	CUBIERTA SUPERIOR	2
ps04	PL. de 3/4" A36	2
ps05	PL. de 5/8" A36	2
FEEDER - OPEN HOLE		
MCK-05	PLATAFORMA OPEN-HOLE	4
wo01	W4x13 A36	3
FEEDER - ZONA POSTERIOR		
PLA-01	PLATAFORMA 1	2
PLA-02	PLATAFORMA 2	2
PLA-03	PLATAFORMA 3	2
BAR-01	BARANDA 1	2
BAR-02	BARANDA 2	4
BAR-03	BARANDA 3	2
BAR-04	PUERTA	2
TRANSPORTE DE MAGNETO		
MCK-06	CARRO MAGNETO	1
TRANSPORTE DE RUEDAS		
MCK-07	CARRO TRANSPORTE	1

**NOTAS GENERALES:**

- Todas las dimensiones se encuentran en mm, salvo indicacion contraria
- Todos los anclajes al concreto se realizara con Quimico SIMPSON AT-30 o similar.
- Todas las estructuras serán instaladas en base al eje del FEEDER.
- Se modificara el concreto existente; para ver detalles de modificacion, ver plano: PR00-E-015-ME-04.
- Luego de realizar la maniobra, las modificacion del concreto serán selladas con el elemento "MCK-08".

**ESPECIFICACIONES TECNICAS:**

- MATERIALES:**
- PLANCHAS ESTRUCTURALES Y/O LAMINADAS SEGUN NORMA ASTM A36.
  - PERFILES SEGUN NORMA ASTM A36.
  - PERNOS HEXAGONALES SEGUN NORMA ASTM A325-NEGRO.
- SOLDADURA:**
- SOLDADURA CONFORME A A.W.S. D1.1
  - LA SOLDADURA SERA COMO MINIMO EL ESPESOR DE LA PLANCHA DE ACUERDO AL ESTANDAR, SALVO INDICACION CONTRARIA.
- ACABADO SUPERFICIAL:**
- PREPARACION SUPERFICIAL SSPC-SP3.
  - PINTURA GRIS NIEBLA - RAL 1680 (6MILS). (ESTRUCTURAS)
  - PINTURA AMARILLA - RAL 1317 (6 MILS). (BARANDAS Y ENSAMBLE "MCK-07").

**ISOMETRICO GENERAL**  
Esc. 1/100

**DETALLE "4"**  
Esc. 1/25

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
O	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE CAAC SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

0 1/2" 3/4" 1"

SI ESTA BARRA NO MEE ENTORNOS ESTE BARRA NO ESTA A ESCALA

APROBADO  
DISEÑADO POR: C. AGUILAR  
DIBUJADO POR: C. AGUILAR  
REVISADO POR: C. AGUILAR  
APROBADO POR: U.C.S.M.  
FECHA: 8/09/2020  
FECHA: 8/09/2020  
FECHA: 8/09/2020  
FECHA: 8/09/2020

PROYECTO:  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA  
PROYECTO INGENIERIA

PLANO:  
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES

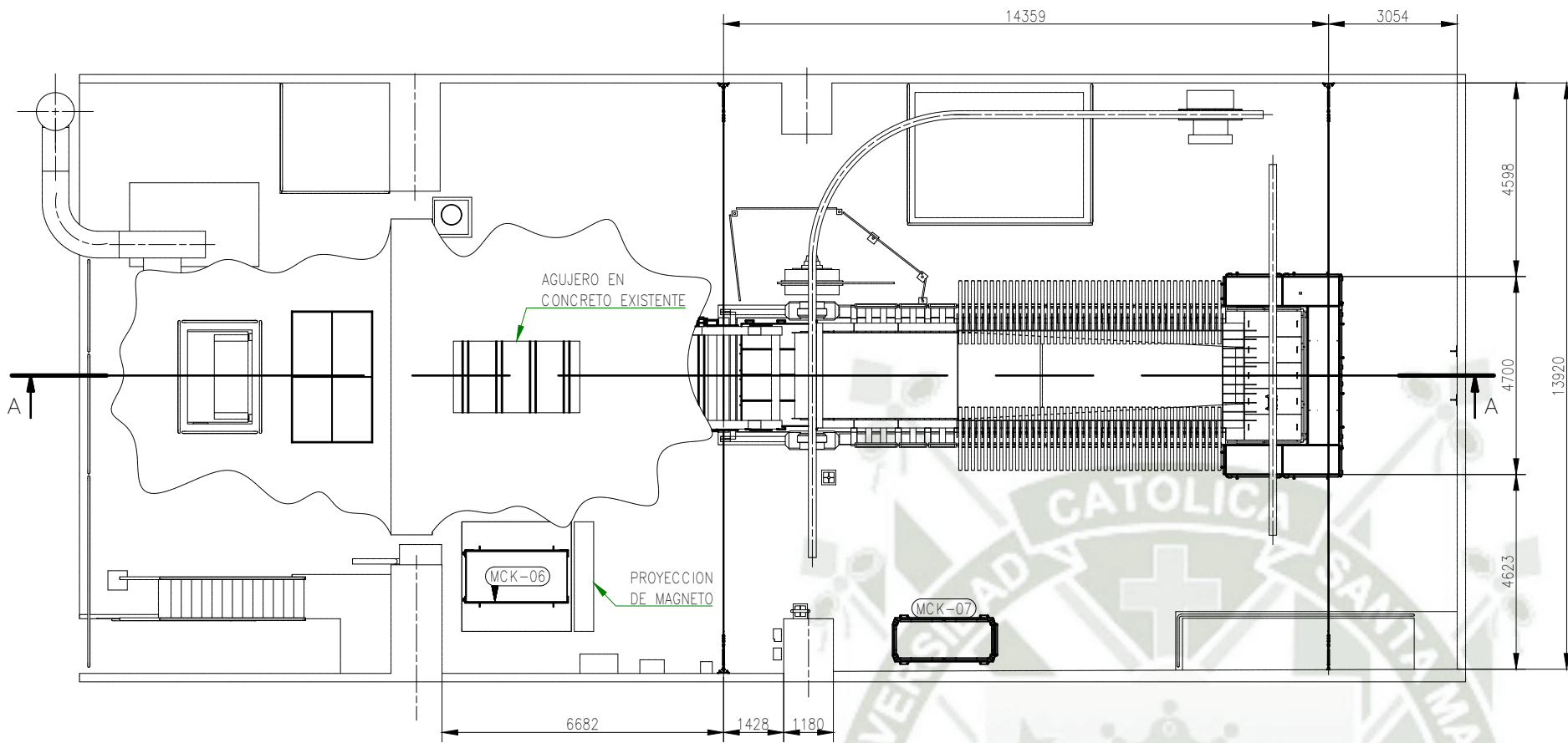
ESCALA:  
INDICADAS

NUMERO DE PLANO:  
PROO-E-015-ME-01

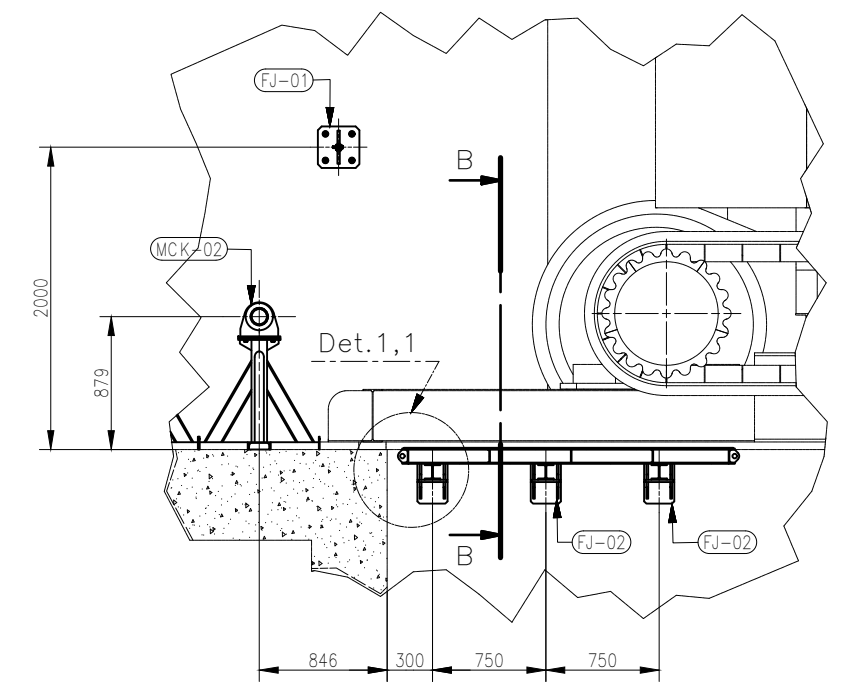
CODIGO	MATERIAL	CANT.
A	Esparrago de Ø3/4" UNC (200mm) - Completo	32
LF-01	LINEA DE VIDA - SHURE LINE	2
P1	Perno Hex. Ø3/4"x2" UNC + Vp + Vpresion	16
P2	Perno Hex. Ø3/4"x2.5" UNC - Completo	16
P3	Perno Hex. Ø3/4"x3" UNC - Completo	4
P4	Perno Hex. Ø5/8"x1.75" UNC - Completo	10
P5	Socket Hex. Ø5/8"x3.75 UNC - Completo	4
SY60-TF	Chumacera de Pie SY60-TF	2



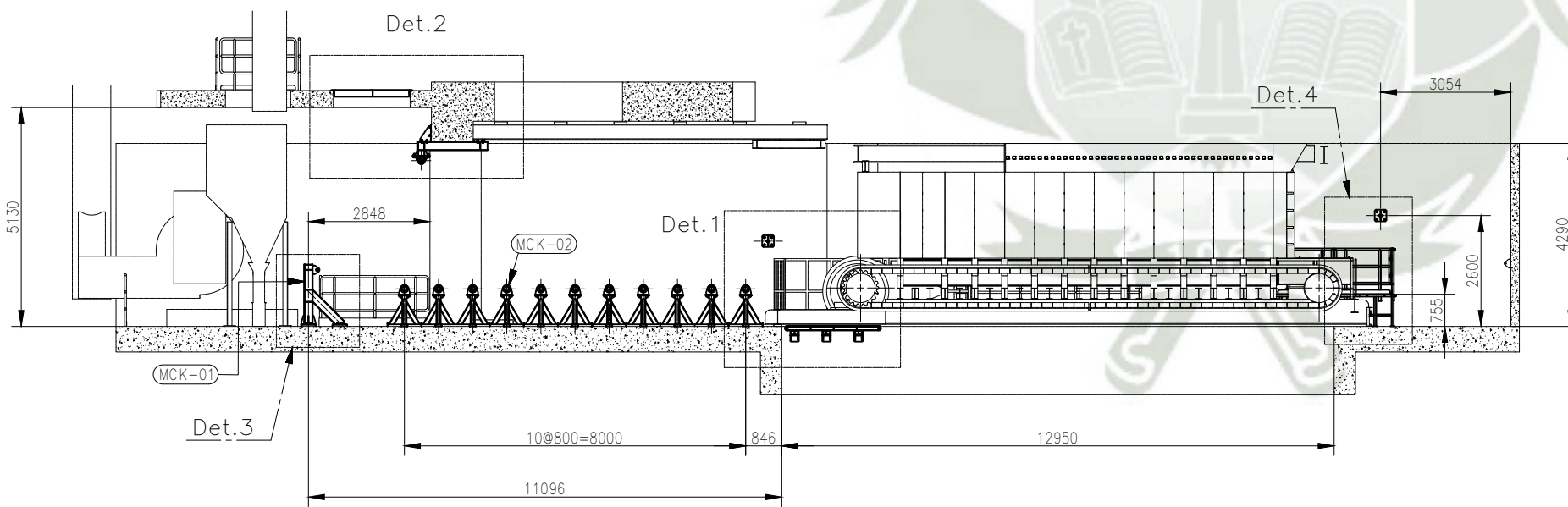
ESCALA METRICA 1:25



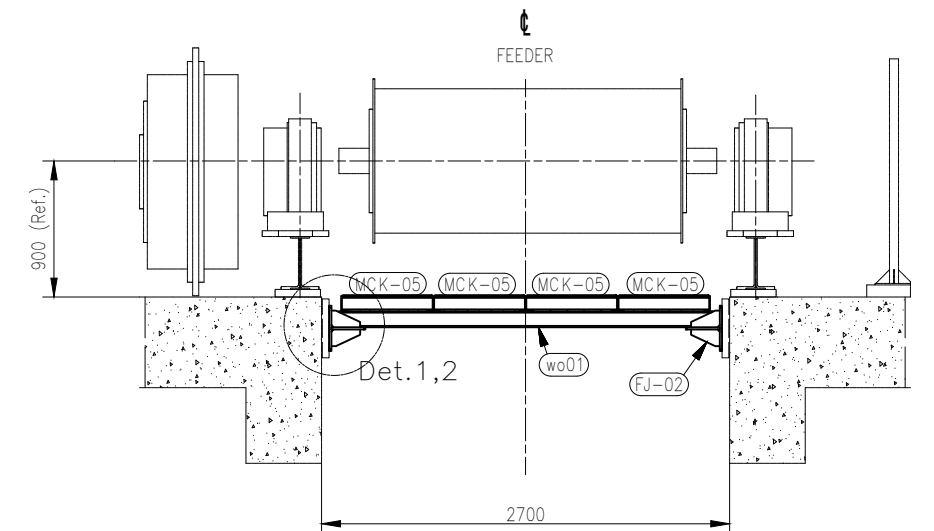
VISTA SUPERIOR  
Esc. 1/150



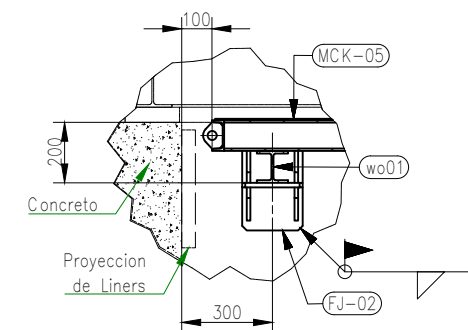
DETALLE "1"  
Esc. 1/50



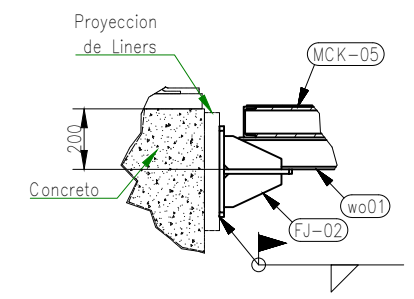
SECCION A-A  
Esc. 1/150



SECCION B-B  
Esc. 1/50



DETALLE "1,1"  
Esc. 1/25

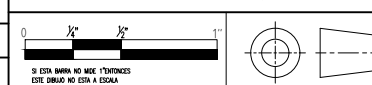


DETALLE "1,2"  
Esc. 1/25

- NOTAS:
- Todas las dimensiones se encuentran en mm, salvo indicacion contraria
  - Todos los anclajes al concreto se realizara con Quimico SIMPSON AT-30 o similar.
  - Todas las estructuras serán instaladas en base al eje del FEEDER.
  - Ver detalles "2", "3" y "4" en plano: PR00-E-015-ME-03

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
O	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

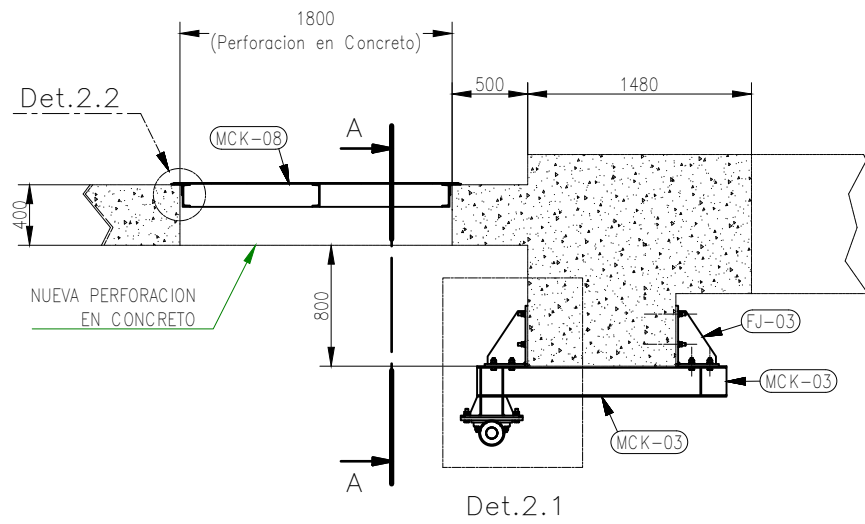
CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE CMAC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.



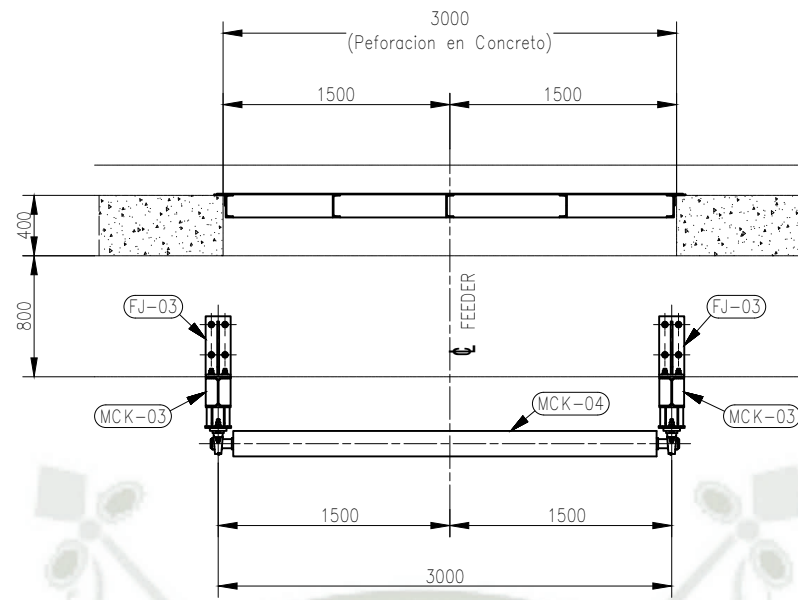
APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020

PROYECTO:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERIA	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-02

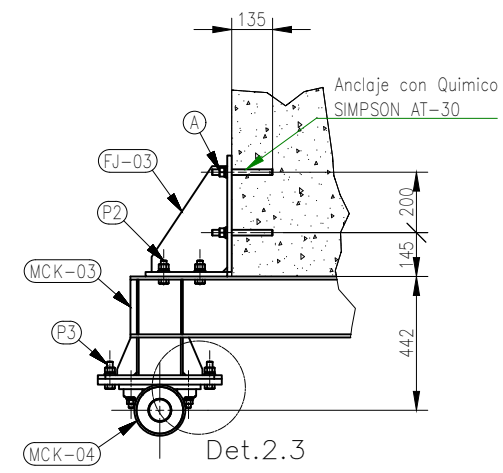




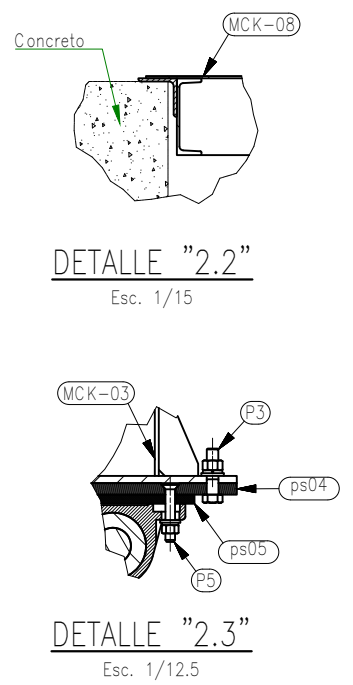
DETALLE "2"  
Esc. 1/50



SECCION A-A  
Esc. 1/50

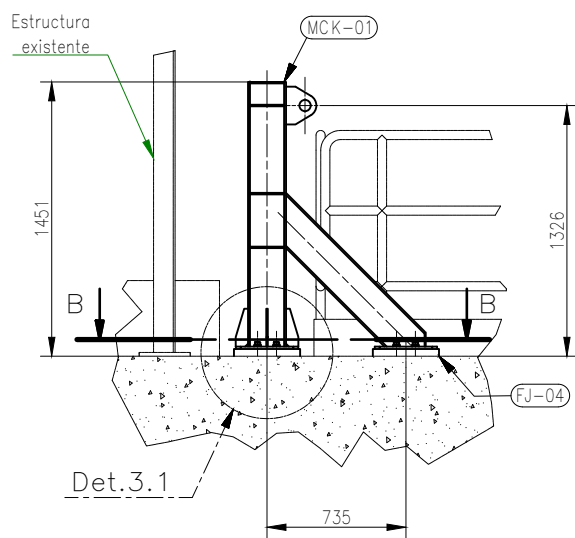


DETALLE "2.1"  
Esc. 1/25

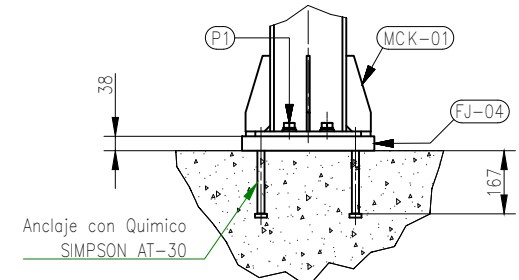


DETALLE "2.2"  
Esc. 1/15

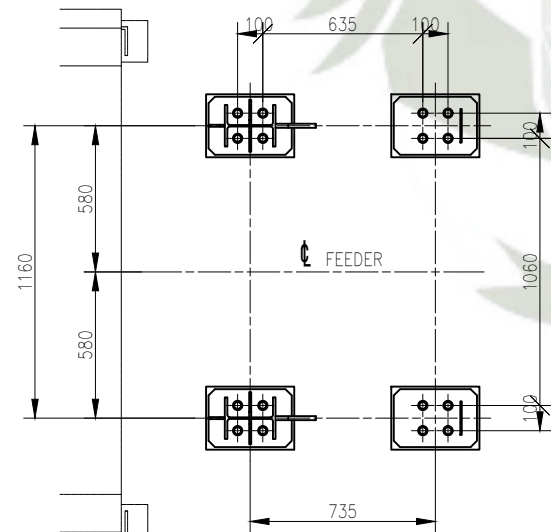
DETALLE "2.3"  
Esc. 1/12.5



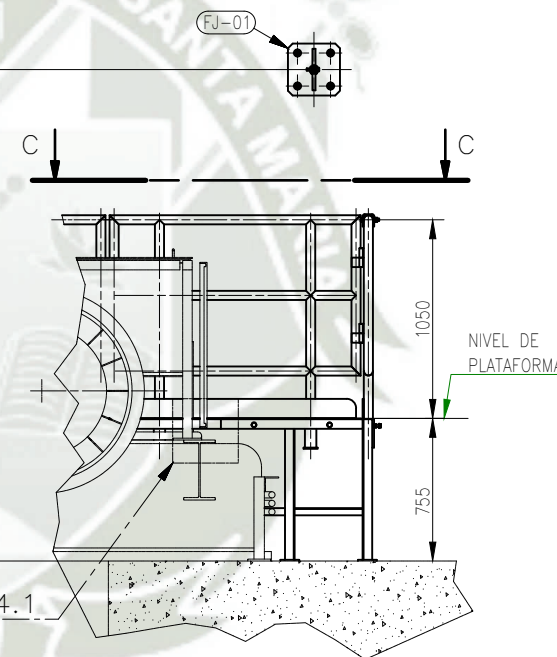
DETALLE "3"  
Esc. 1/40



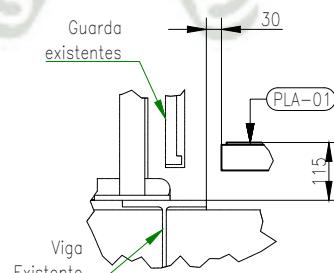
DETALLE "3.1"  
Esc. 1/20



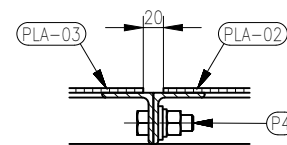
SECCION B-B  
Esc. 1/30



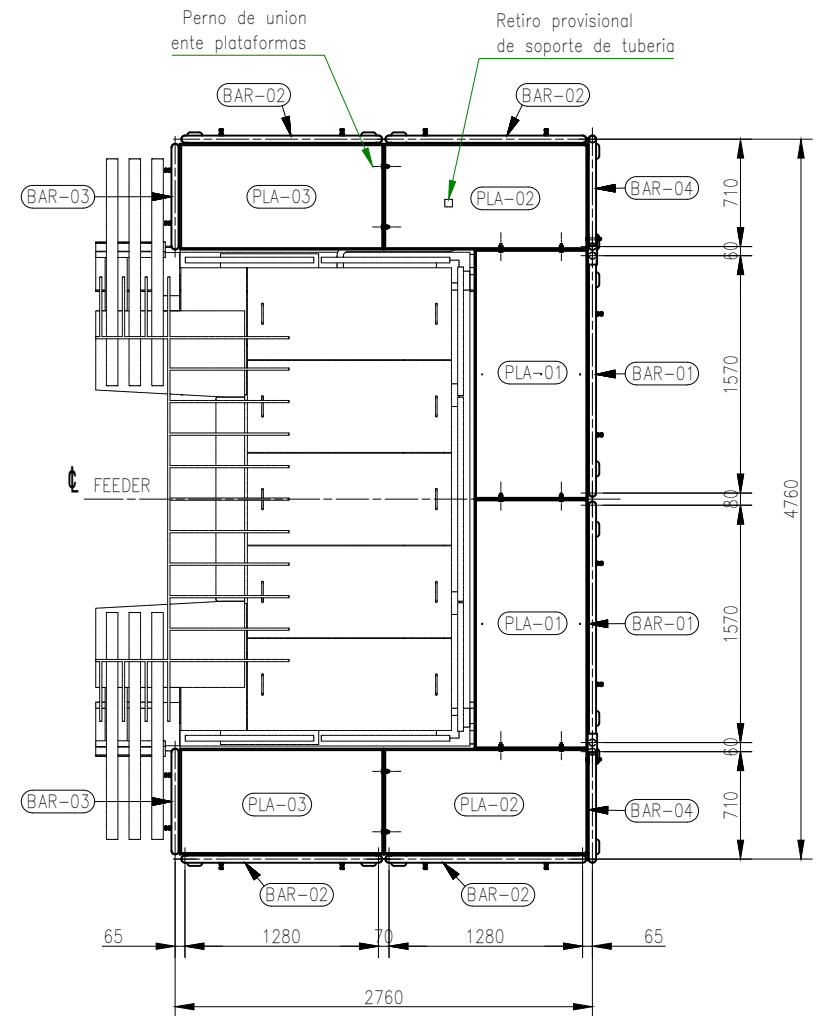
DETALLE "4"  
Esc. 1/40



DETALLE "4.1"  
Esc. 1/15



DETALLE UNION DE PLATAFORMAS  
Esc. 1/7.5



SECCION C-C  
Esc. 1/50

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
O	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

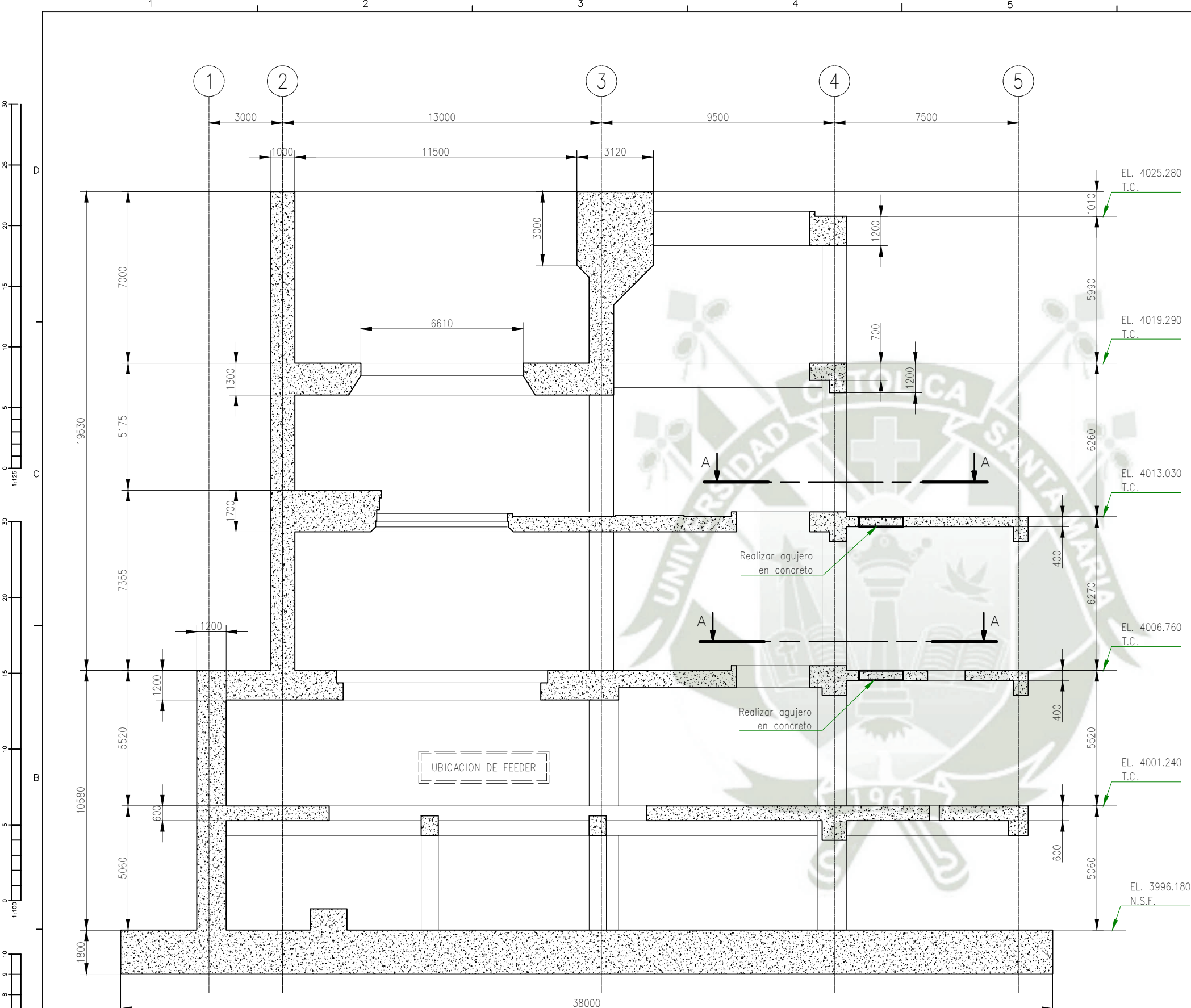
CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CMAC SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020

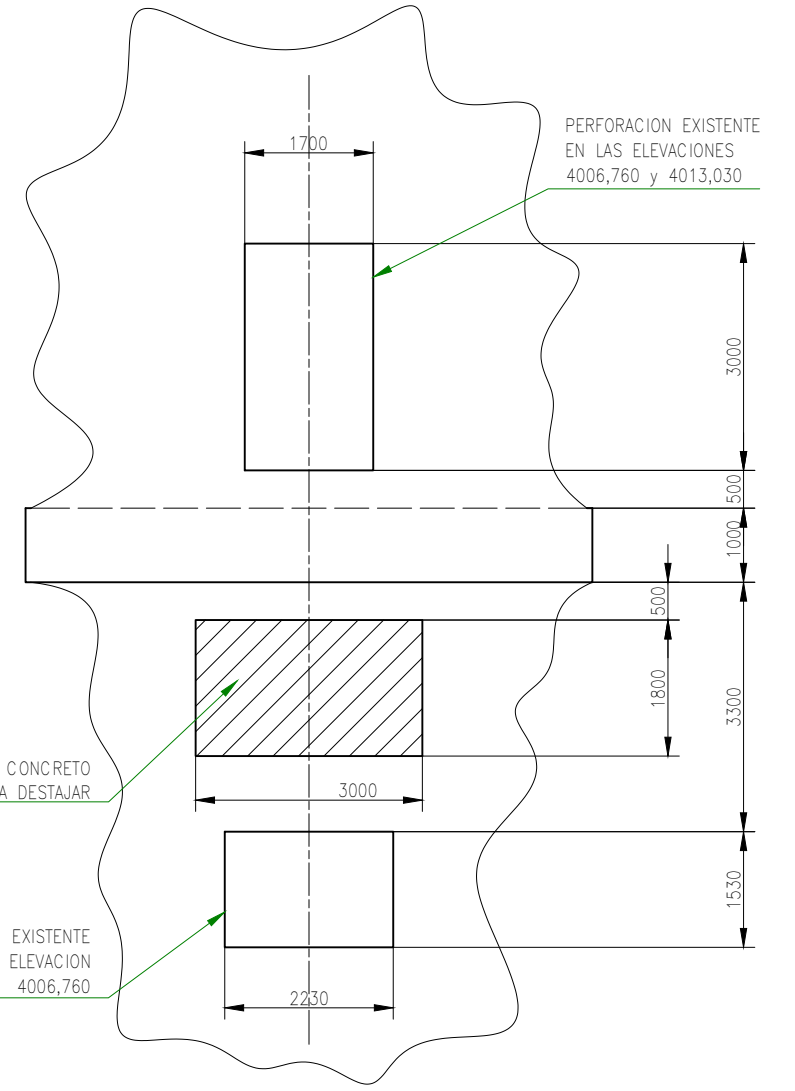
PROYECTO:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERIA	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PROO-E-015-ME-03



REV



SECCION PARCIAL A  
 (REFERENCIA DE PLANO: 25580-220-DB-0210-00002)  
 Esc. 1/175



SECCION A-A  
 VISTA DE PLANTA DE ELEVACIONES  
 4006,760 y 4013.030  
 Esc. 1/100

NOTAS:  
 -Todas las dimensiones se encuentran en mm, salvo indicacion contraria.  
 -Las modificaciones del concreto se realizarán en las elevaciones 4006,760 y 4013,030.  
 -Las modificaciones del concreto serán selladas con el elemento "MCK-08".

ESCALA METRICA 1:75

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
O	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

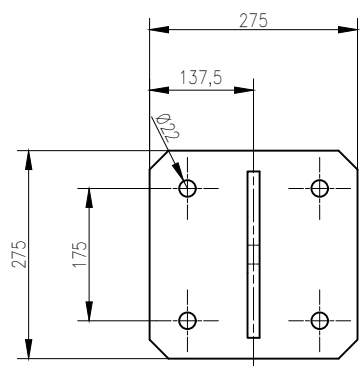
CONFIDENCIAL  
 ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CMAC  
 SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020

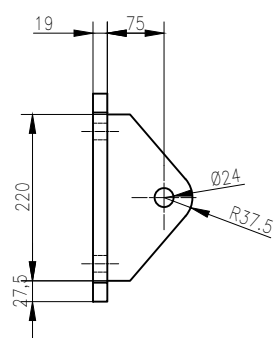
PROYECTO:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERÍA	
PLANO:	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PROO-E-015-ME-04



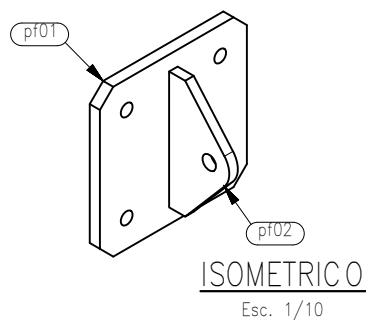
REV



**ELEVACION**  
Esc. 1/10

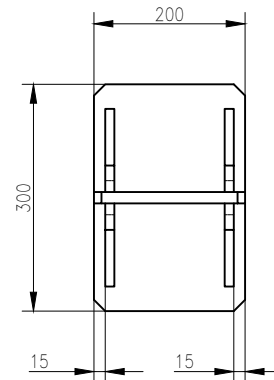


**LATERAL**  
Esc. 1/10

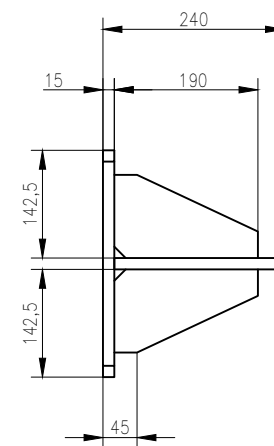


**ISOMETRICO**  
Esc. 1/10

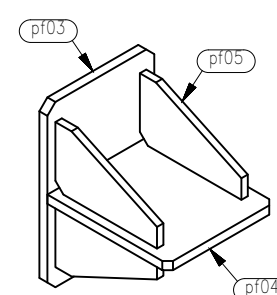
FJ-01 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf01	PL. de 3/4" A36	1
pf02	PL. de 5/8" A36	1



**ELEVACION**  
Esc. 1/10

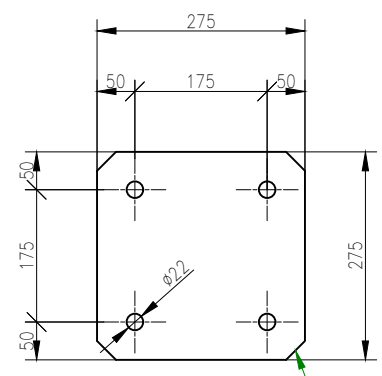


**LATERAL**  
Esc. 1/10

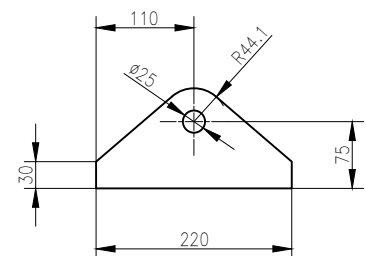


**ISOMETRICO**  
Esc. 1/10

FJ-02 / 06 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf03	PL. de 5/8" A36	1
pf04	PL. de 5/8" A36	1
pf05	PL. de 1/2" A36	4



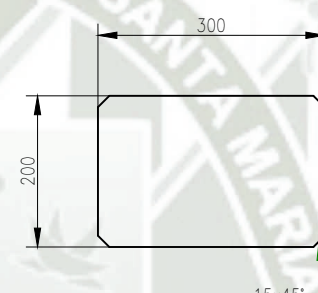
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf01	PL. de 3/4" A36	4



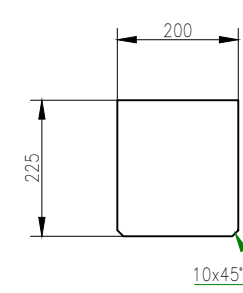
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf02	PL. de 5/8" A36	8

**ESPECIFICACIONES TECNICAS:**

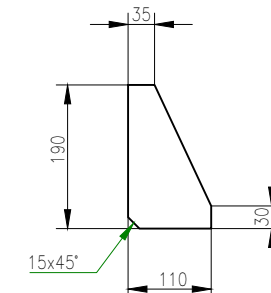
- MATERIALES:**  
 -PLANCHAS ESTRUCTURALES Y/O LAMINADAS SEGUN NORMA ASTM A36.  
**SOLDADURA:**  
 -SOLDADURA CONFORME A A.W.S. D1.1  
 -LA SOLDADURA SERA COMO MINIMO EL ESPESOR DE LA PLANCHA DE ACUERDO AL ESTANDAR, SALVO INDICACION CONTRARIA.  
**ACABADO SUPERFICIAL:**  
 -PREPARACION SUPERFICIAL SSPC-SP3.  
 -PINTURA GRIS NIEBLA - RAL 1680 (6MILS).  
 -"FJ-02" y "FJ-03"  
 -PINTURA AMARILLA - RAL 1317 (6 MILS).  
 -"FJ-012"



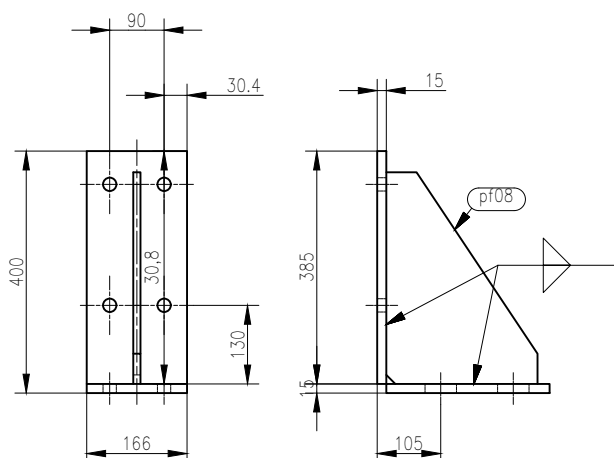
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf03	PL. de 5/8" A36	6



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf04	PL. de 5/8" A36	6

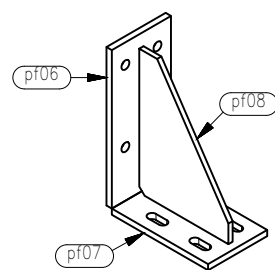


CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf05	PL. de 1/2" A36	24



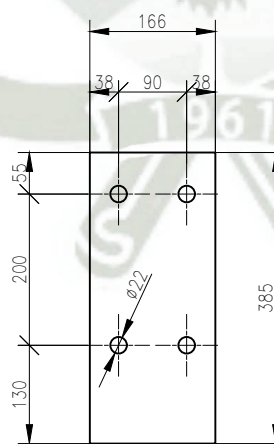
**ELEVACION**  
Esc. 1/12.5

**LATERAL**  
Esc. 1/12.5

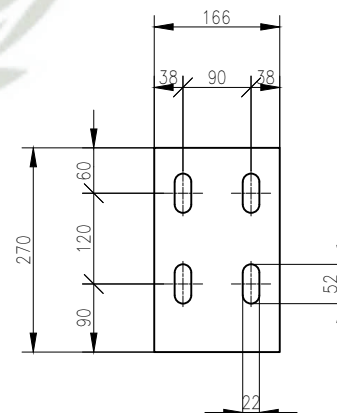


**ISOMETRICO**  
Esc. 1/15

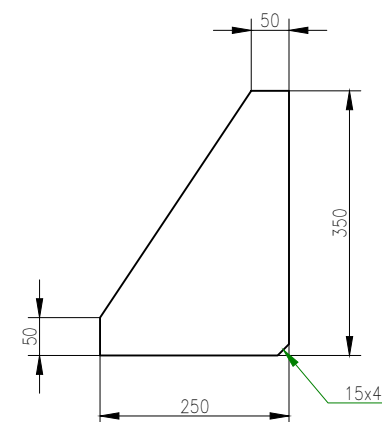
FJ-03 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf07	PL. de 5/8" A36	1
pf06	PL. de 5/8" A36	1
pf08	PL. de 1/2" A36	1



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf06	PL. de 5/8" A36	4



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf07	PL. de 5/8" A36	4



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf08	PL. de 1/2" A36	4

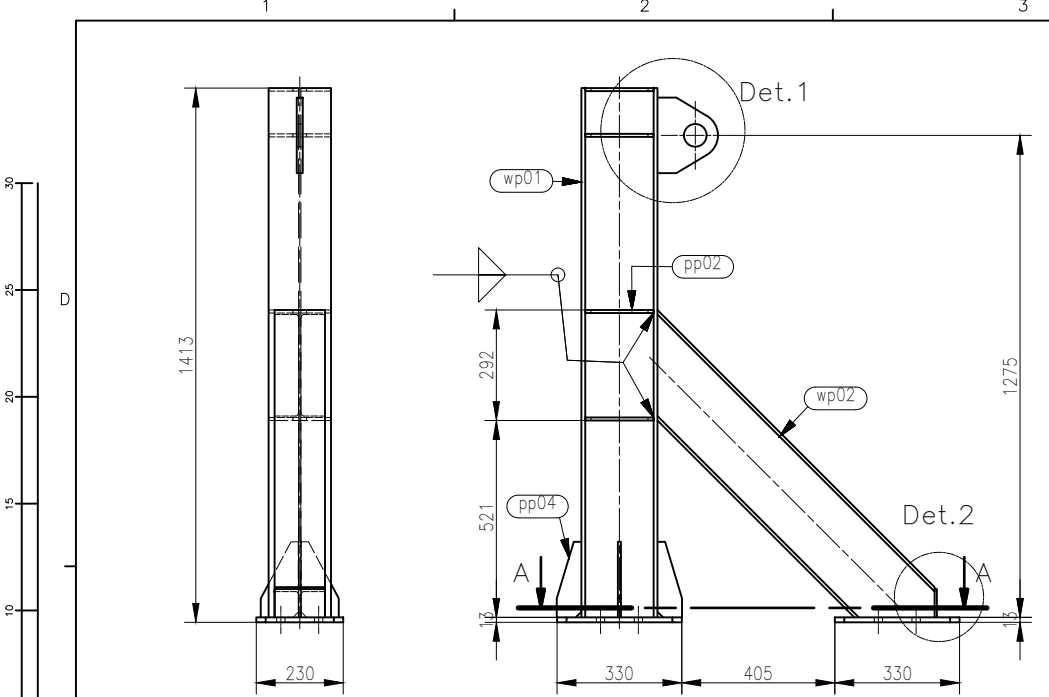
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
0	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
 ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE CMAC SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020

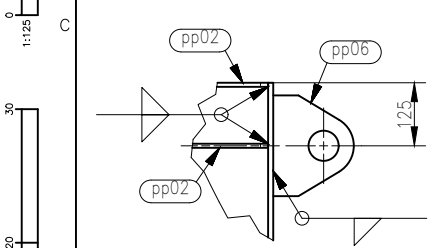
PROYECTO:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERIA	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PROO-E-015-ME-05



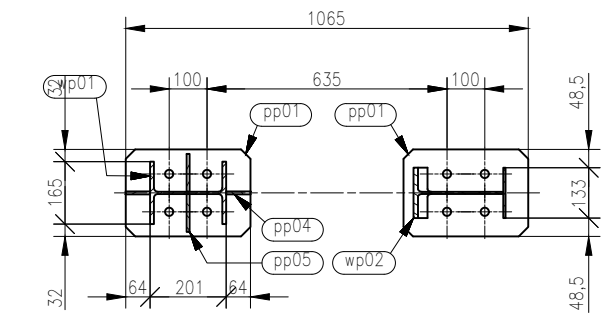


ELEVACION  
Esc. 1/20

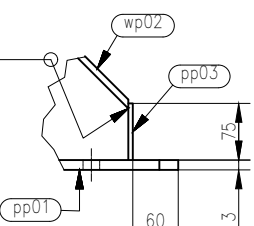
LATERAL  
Esc. 1/20



DETALLE "1"  
Esc. 1/15



SECCION A-A  
Esc. 1/20

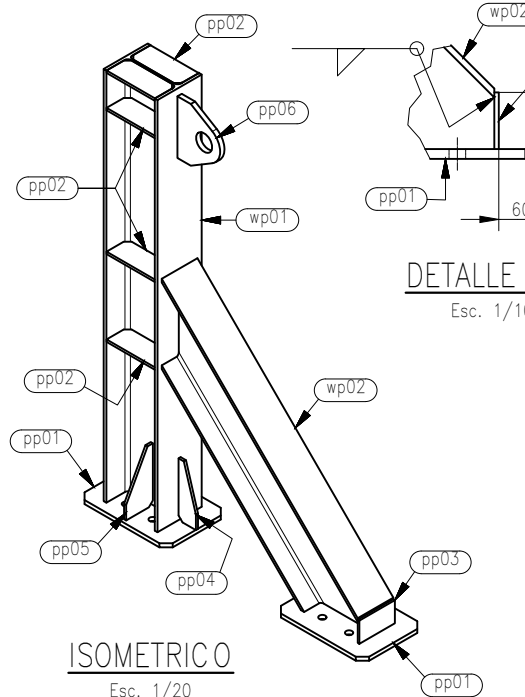


DETALLE "2"  
Esc. 1/10

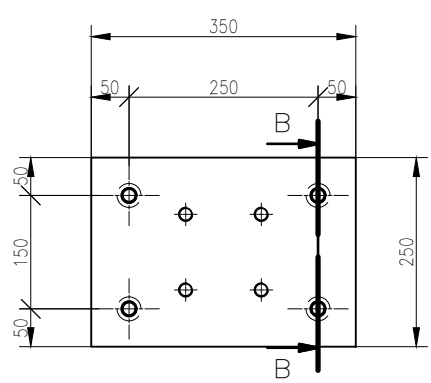
NOTA:  
-El habilitado de este ensamble de encuentra en el plano mostrado:  
-PR00-E-015-ME-000

MCK-01 / 02 UND. / LISTA PARA 01

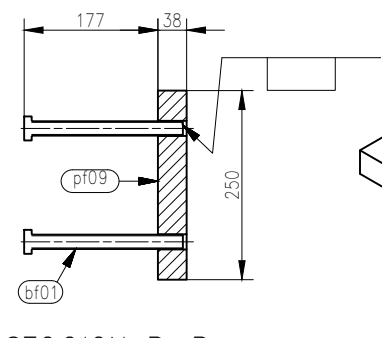
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pp01	PL. de 1/2" A36	2
pp02	PL. de 5/16" A36	8
pp03	PL. de 1/2" A36	1
pp04	PL. de 5/16" A36	2
pp05	PL. de 5/16" A36	2
pp06	PL. de 5/8" A36	1
wp02	W8x18 A36	1
wp01	W8x24 A36	1



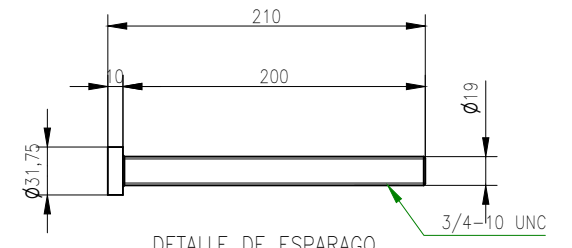
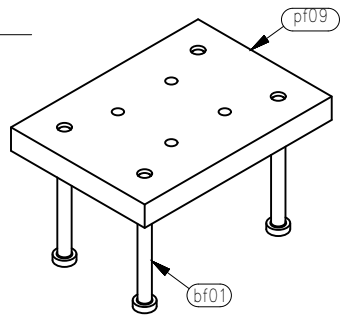
ISOMETRICO  
Esc. 1/20



ELEVACION  
Esc. 1/10



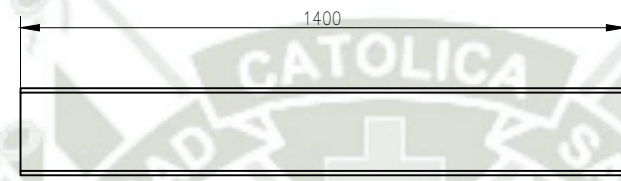
SECCION B-B  
Esc. 1/10



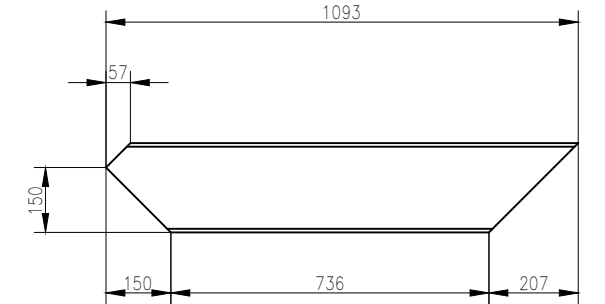
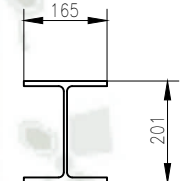
DETALLE DE ESPARRAGO  
Esc. 1/5

FJ-04 / 04 UND. / LISTA PARA 01

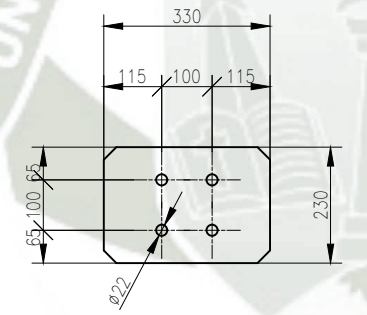
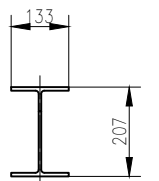
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf09	PL. de 1 1/2" A36	1
bf01	Esparrago UNC - Ø3/4x8 1/4" - B7	4



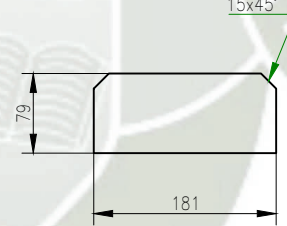
CODIGO	MATERIAL	CANT.
wp01	W8x24 A36	2



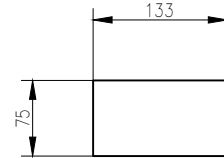
CODIGO	MATERIAL	CANT.
wp02	W8x18 A36	2



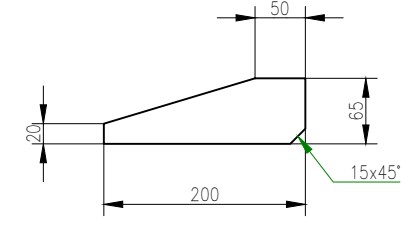
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pp01	PL. de 1/2" A36	4



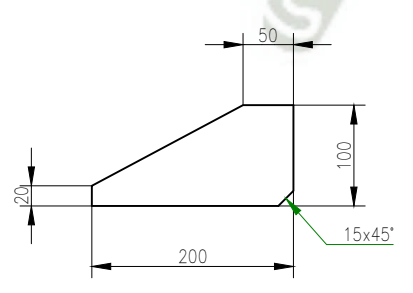
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pp02	PL. de 5/16" A36	16



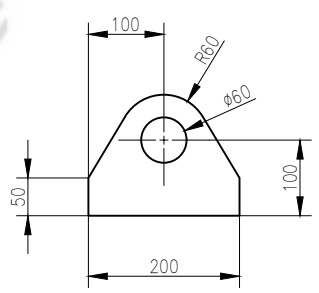
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pp03	PL. de 1/2" A36	2



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pp04	PL. de 5/16" A36	4



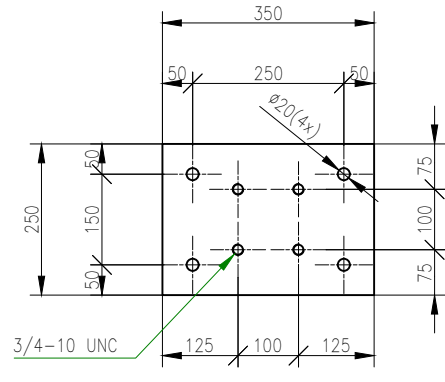
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pp05	PL. de 5/16" A36	2



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pp06	PL. de 5/8" A36	2

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

MATERIALES:  
-PLANCHAS ESTRUCTURALES Y/O LAMINADAS SEGUN NORMA ASTM A36.  
-PERFILES SEGUN NORMA ASTM A36.  
SOLDADURA:  
-SOLDADURA CONFORME A A.W.S. D1.1  
-LA SOLDADURA SERA COMO MINIMO EL ESPESOR DE LA PLANCHA DE ACUERDO AL ESTANDAR, SALVO INDICACION CONTRARIA.  
ACABADO SUPERFICIAL:  
-PREPARACION SUPERFICIAL SSPC-SP3.  
-PINTURA GRIS NIEBLA - RAL 1680 (6MILS).



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf09	PL. de 1 1/2" A36	4

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
D	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CAMC SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO  
DISEÑADO POR: C. AGUILAR  
DIBUJADO POR: C. AGUILAR  
REVISADO POR: C. AGUILAR  
APROBADO POR: U.C.S.M.  
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR  
CLIENTE: U.C.S.M.

FECHA: 8/09/2020  
FECHA: 8/09/2020  
FECHA: 8/09/2020  
FECHA: 8/09/2020  
FECHA: 8/09/2020  
FECHA: 8/09/2020

ESCALA INDICADAS

PROYECTO: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA  
PROYECTO INGENIERIA

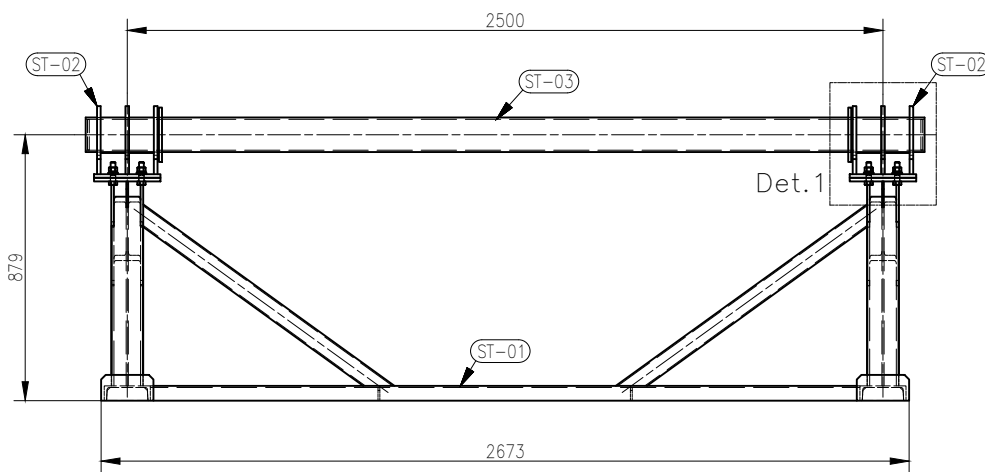
PLANO: ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES

ESCALA INDICADAS: PROO-E-015-ME-06

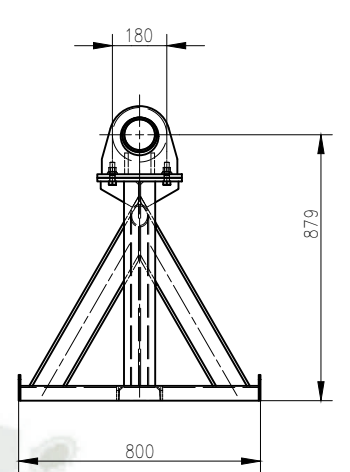
Universidad Católica de Santa María

REV

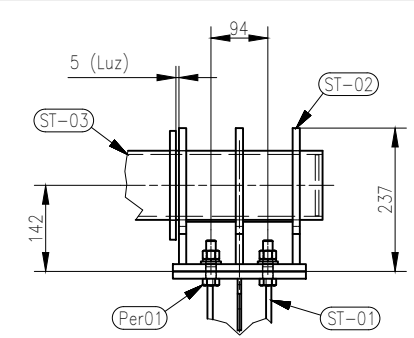
ESCALA METRICA 1:75



**ELEVACION**  
Esc. 1/25

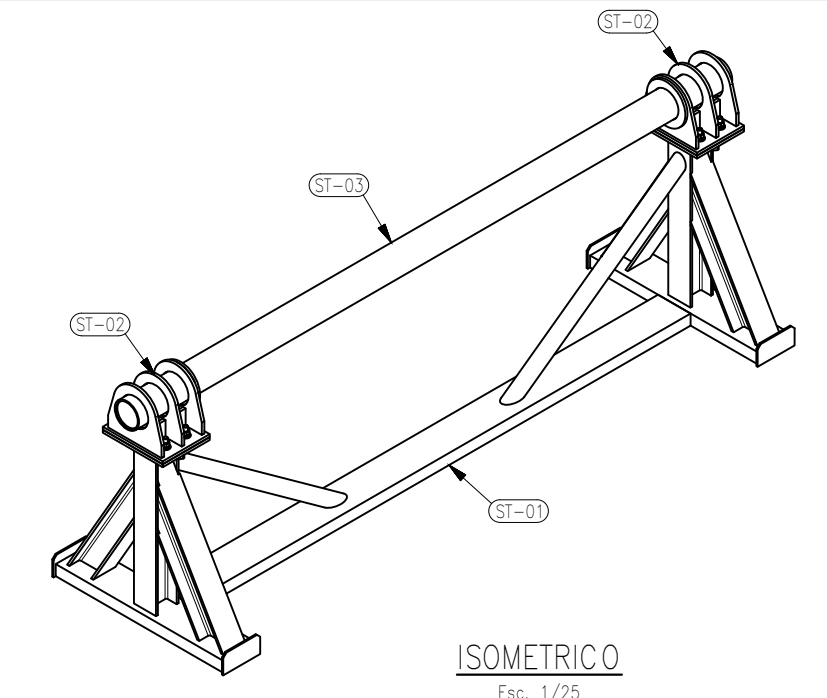


**LATERAL**  
Esc. 1/25

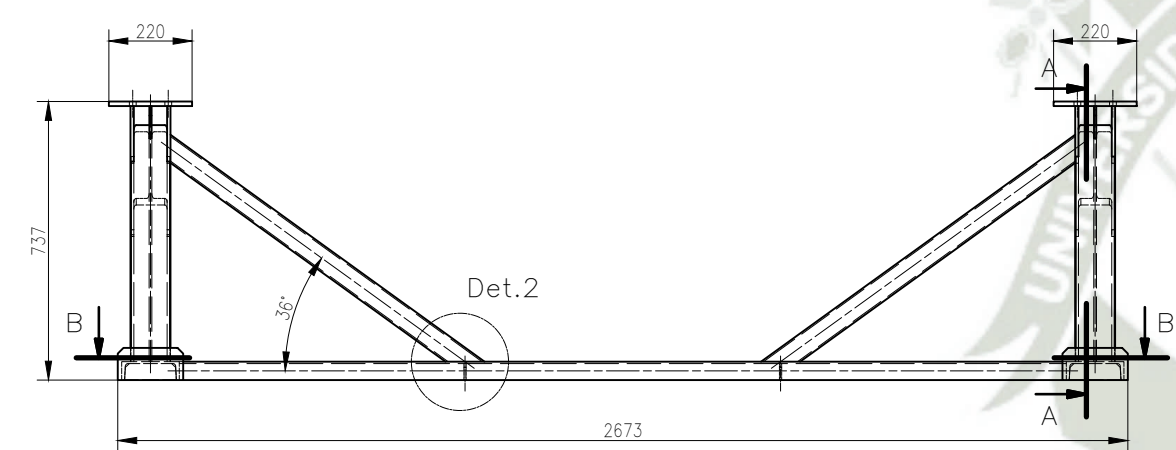


**DETALLE "1"**  
Esc. 1/12.5

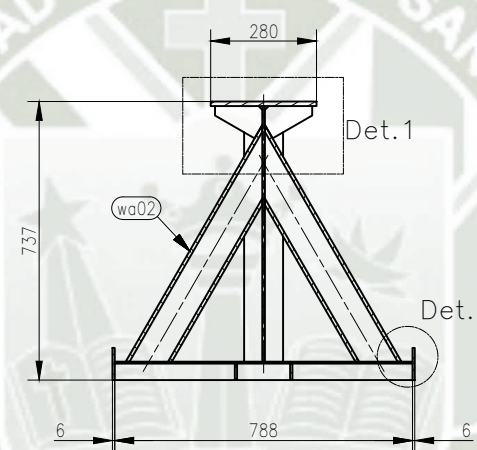
MCK-02 / 11 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ST-01	ESTRUCTURA	1
ST-02	MENSULA	2
ST-03	EJE	1
Per01	Perno Hex. Ø5/8"x2.5" UNC - Completo	8



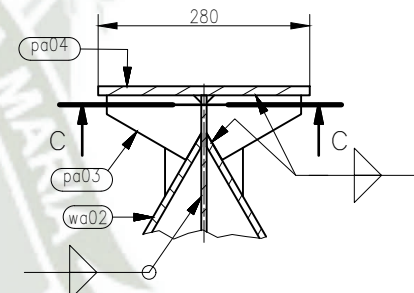
**ISOMETRICO**  
Esc. 1/25



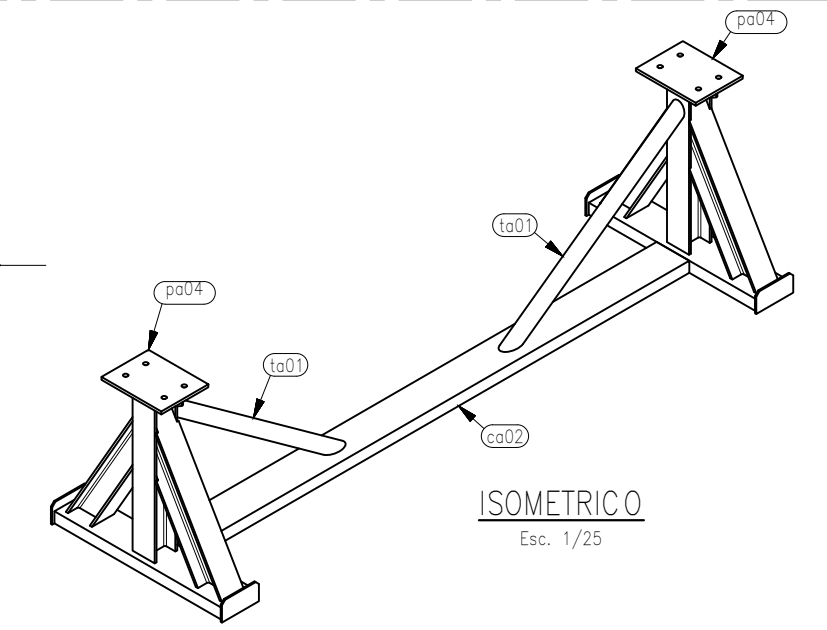
**ELEVACION**  
Esc. 1/20



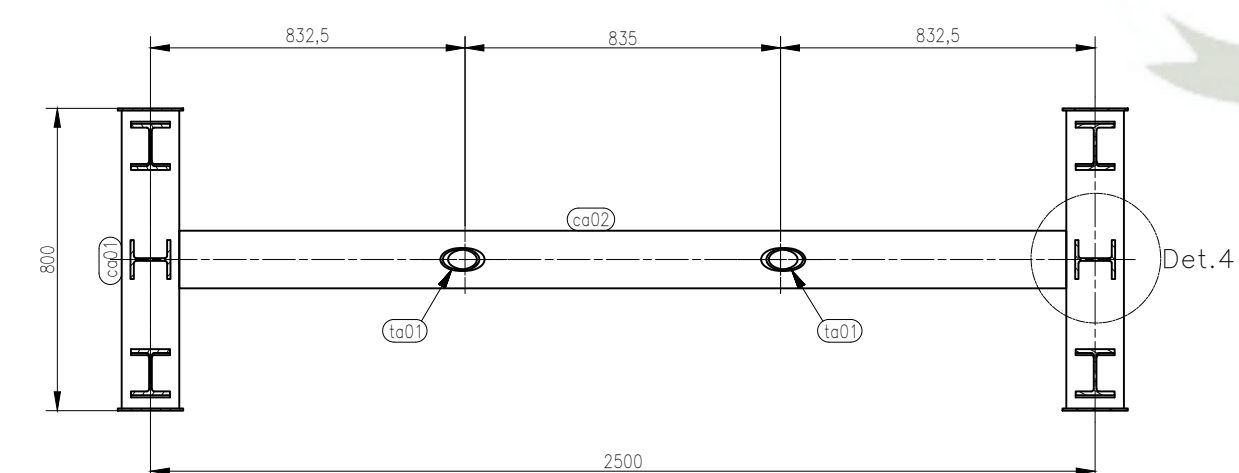
**SECCION A-A**  
Esc. 1/20



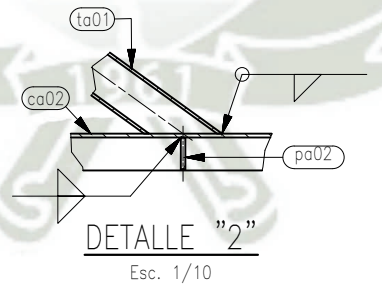
**DETALLE "1"**  
Esc. 1/10



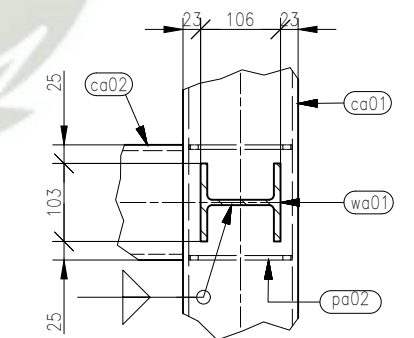
**ISOMETRICO**  
Esc. 1/25



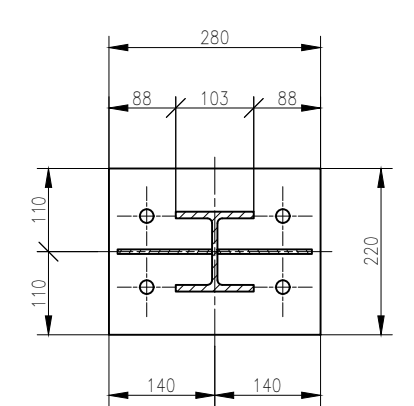
**SECCION B-B**  
Esc. 1/20



**DETALLE "2"**  
Esc. 1/10



**DETALLE "4"**  
Esc. 1/10



**SECCION C-C**  
Esc. 1/10

ST-01 / 11 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ca01	C6x8.2 A36	2
ca02	C6x8.2 A36	1
pa01	PL. de 1/4" A36	4
pa02	PL. de 1/4" A36	6
pa03	PL. de 1/4" A36	4
pa04	PL. de 1/2" A36	2
ta01	Tubo Ø2" SCH40 A53	2
wa01	W4x13 A36	2
wa02	W4x13 A36	4

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
0	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CAMC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

0 1/2" 1"

SI ESTA BARRA NO HAY ENTORNOS  
ESTE GRUPO NO ESTA A ESCALA

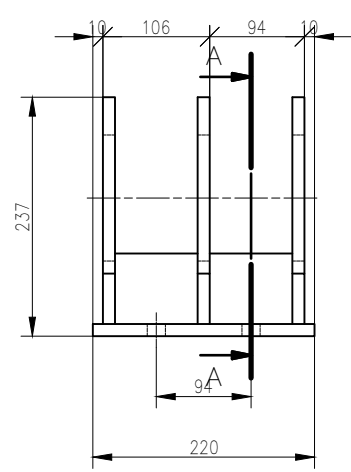
APROBADO	FECHA :
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M	8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M	8/09/2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA  
PROYECTO INGENIERIA

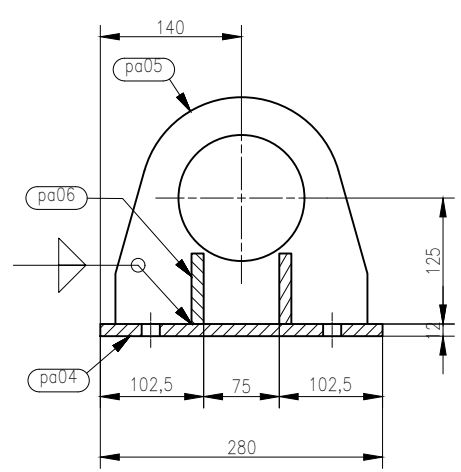
PLANO  
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES

ESCALA INDICADAS  
NUMERO DE PLANO  
PROO-E-015-ME-07

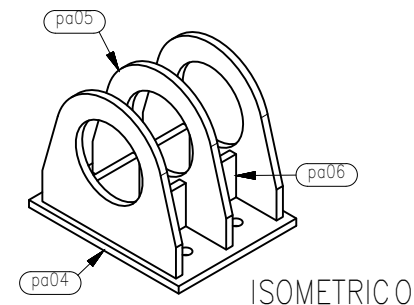
Universidad Católica de Santa María



**ELEVACION**  
Esc. 1/7.5



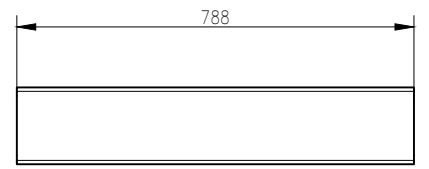
**SECCION A-A**  
Esc. 1/7.5



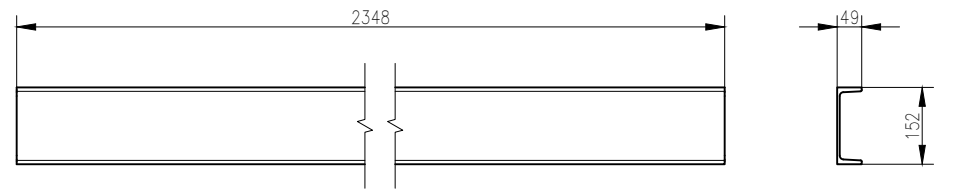
**ISOMETRICO**  
Esc. 1/10

ST-02 / 22 UND. / LISTA PARA 01

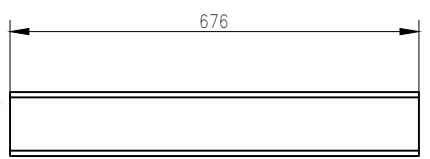
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pa04	PL. de 1/2" A36	1
pa05	PL. de 1/2" A36	3
pa06	PL. de 1/2" A36	4



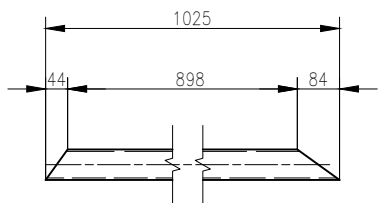
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ca01	C 6x8.2 A36	22



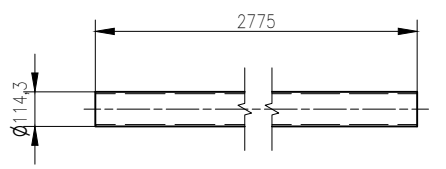
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ca02	C 6x8.2 A36	11



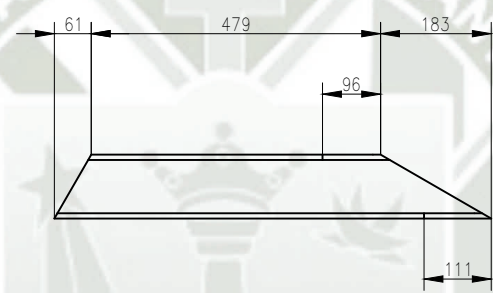
CODIGO	MATERIAL	CANT.
wa01	W4x13 A36	22



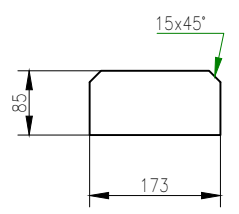
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ta01	Tube Ø2" SCH40 A53	22



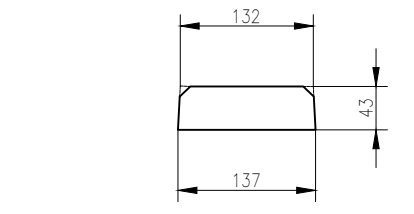
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ta02	Tube Ø4" SCH40 A53	11



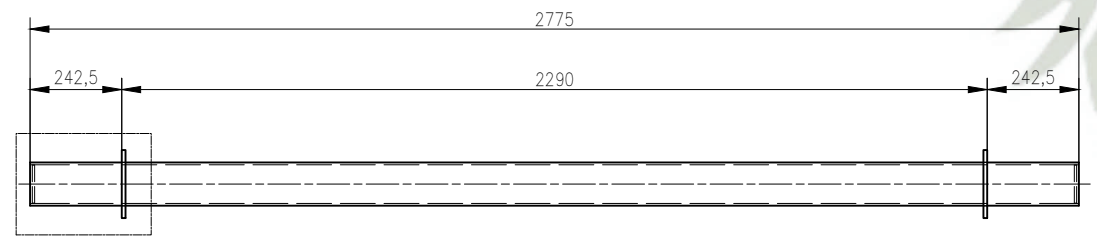
CODIGO	MATERIAL	CANT.
wa02	W4x13 A36	44



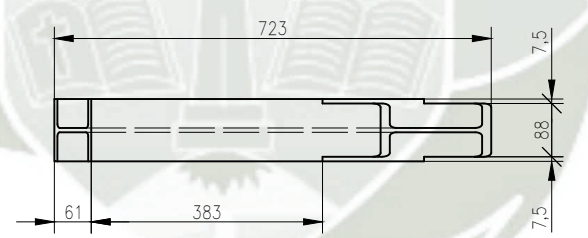
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pa01	PL. de 1/4" A36	44



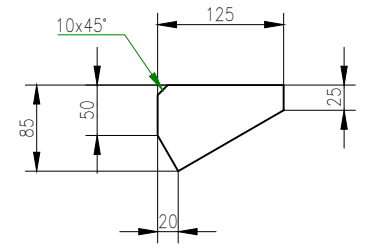
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pa02	PL. de 1/4" A36	66



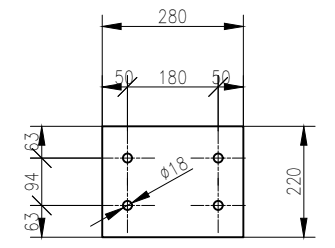
**Det.1**  
**ELEVACION**  
Esc. 1/20



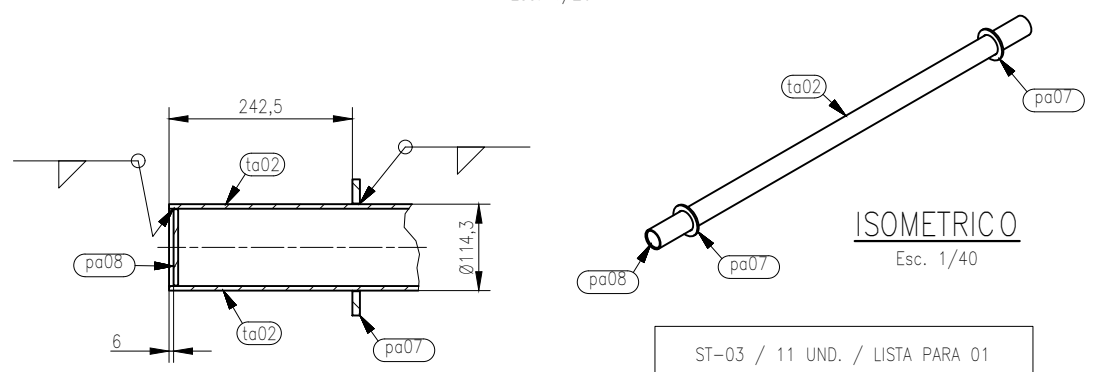
CODIGO	MATERIAL	CANT.
wa02	W4x13 A36	44



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pa03	PL. de 1/4" A36	44



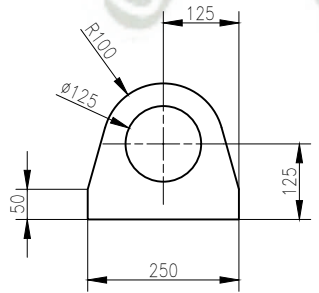
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pa04	PL. de 1/2" A36	44



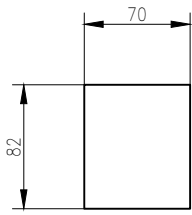
**ISOMETRICO**  
Esc. 1/40

ST-03 / 11 UND. / LISTA PARA 01

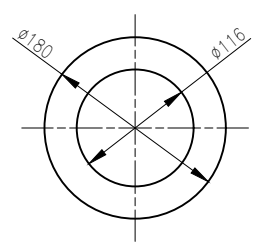
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ta02	Tube Ø4" SCH40 A53	1
pa07	PL. de 3/8" A36	2
pa08	PL. de 1/4" A36	2



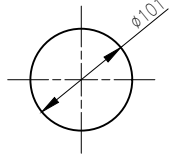
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pa05	PL. de 1/2" A36	66



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pa06	PL. de 1/2" A36	88



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pa07	PL. de 3/8" A36	22



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pa08	PL. de 1/4" A36	22

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
0	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CMAC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

0 1/2" 1"

SI ESTA BARRA NO MIDE 100MM  
ESTE DIBUJO NO ESTA A ESCALA

APROBADO	FECHA
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	8/09/2020

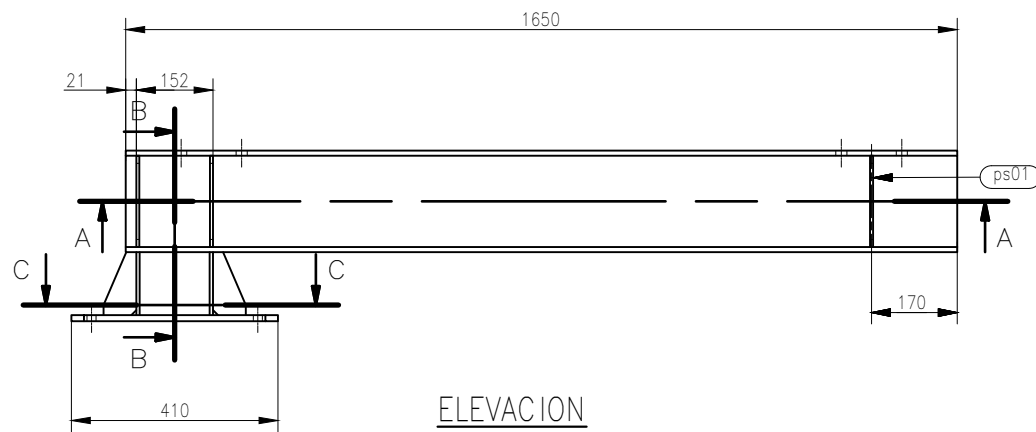
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA  
PROYECTO  
INGENIERÍA

PLANO  
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES

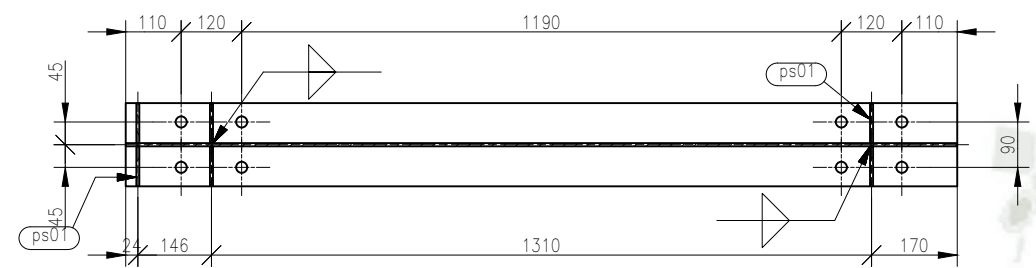
ESCALA  
INDICADAS

NUMERO DE PLANO  
PRO0-E-015-ME-08

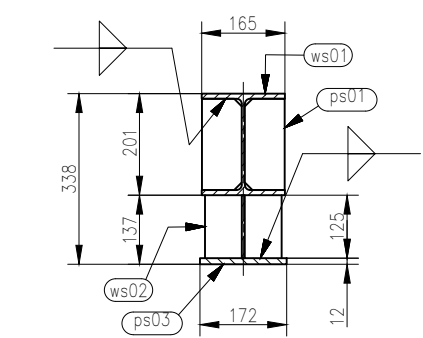
Universidad Católica de Santa María



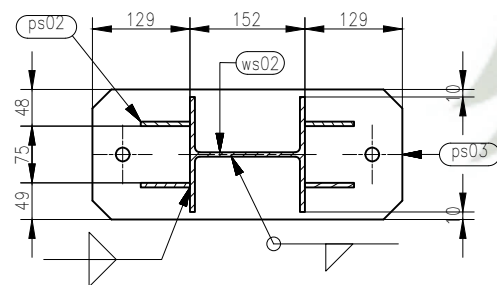
ELEVACION  
Esc. 1/15



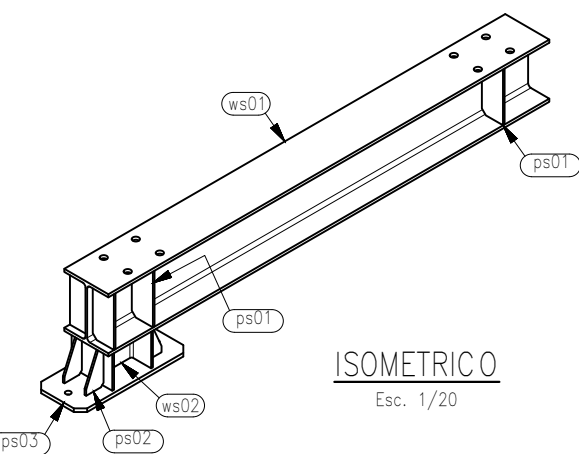
SECCION A-A  
Esc. 1/15



SECCION B-B  
Esc. 1/15



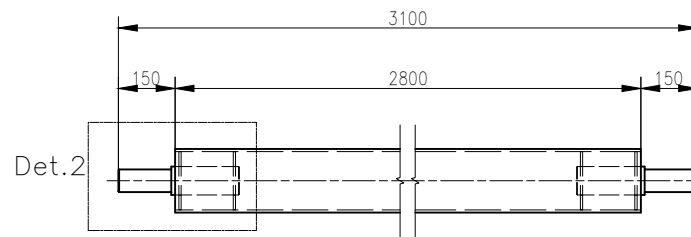
SECCION C-C  
Esc. 1/10



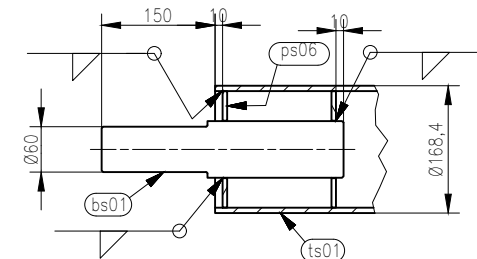
ISOMETRICO  
Esc. 1/20

MCK-03 / 02 UND. (01 Der. y 01 Izq.) / LISTA PARA 01

CODIGO	MATERIAL	CANT.
ps01	PL. de 1/4" A36	6
ps02	PL. de 1/4" A36	4
ps03	PL. de 1/2" A36	1
ws01	W8x24 A36	1
ws02	W6x15 A36	1

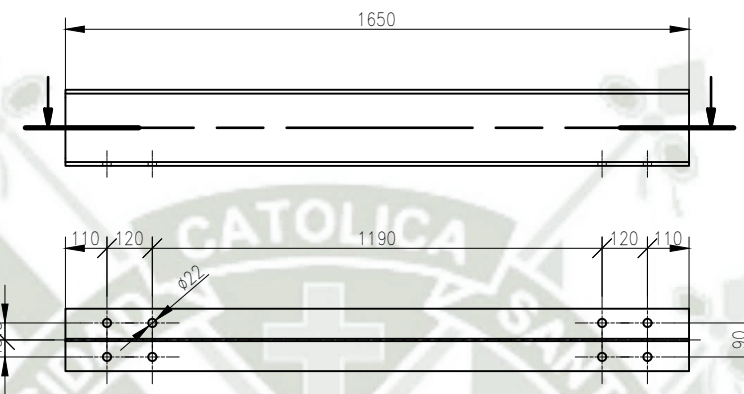


Det.2

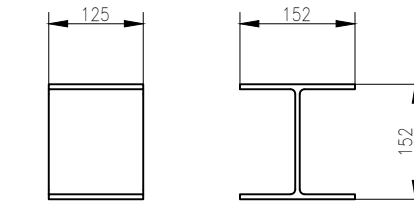


DETALLE "2"  
Esc. 1/10

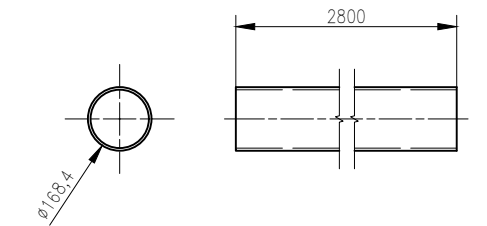
MCK-04 / 01 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ts01	Tubo de Ø6" SCH40 A63	1
bs01	Barra de Ø3" A36	2
ps06	PL. de 1/4" A36	4



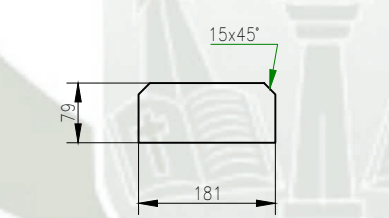
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ws01	W8x24 A36	2



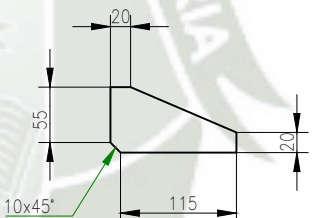
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ws02	W6x15 A36	2



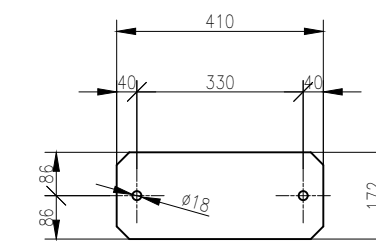
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ts01	Tubo de Ø6" SCH40 A63	1



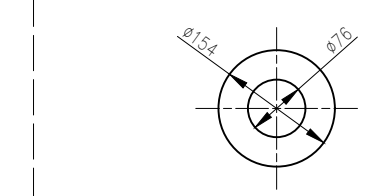
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ps01	PL. de 1/4" A36	12



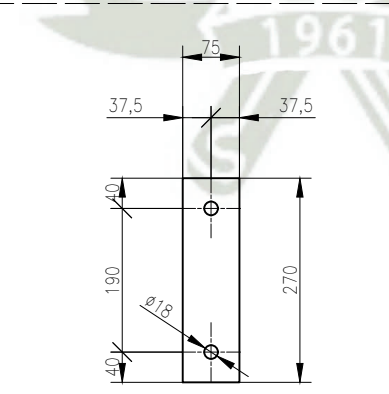
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ps02	PL. de 1/4" A36	8



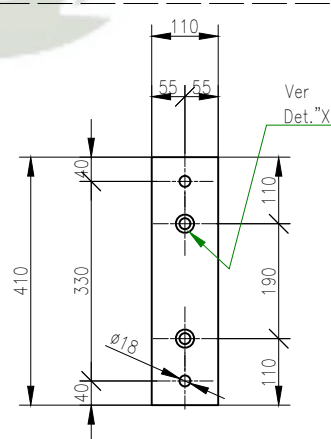
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ps03	PL. de 1/2" A36	2



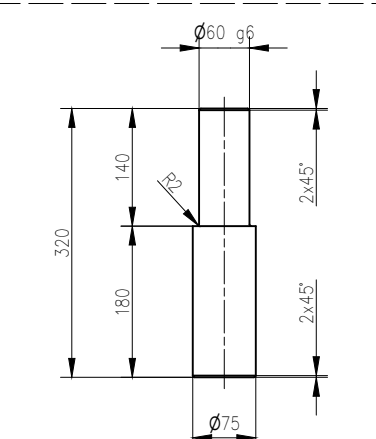
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ps06	PL. de 1/4" A36	4



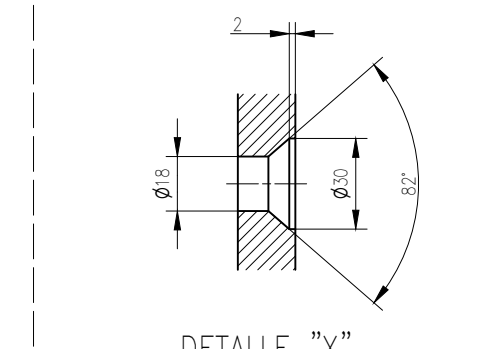
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ps05	PL. de 5/8" A36	2



CODIGO	MATERIAL	CANT.
ps04	PL. de 3/4" A36	2



CODIGO	MATERIAL	CANT.
bs01	Barra de Ø3" A36	2



DETALLE "X"  
Esc. 1/2.5

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
0	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CMAC SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVA, ESTAN PROHIBIDOS.

0 1/2" 1"

SI ESTA BARRA NO HAY NINGUNOS ESTE DIBUJO NO ESTA A ESCALA

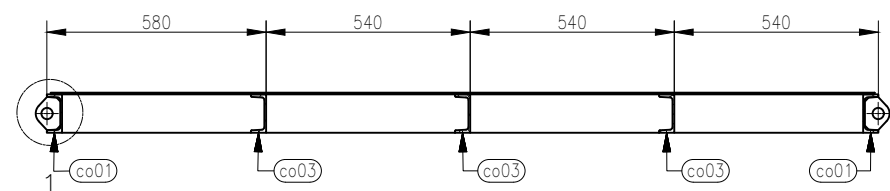
APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA  
PROYECTO INGENIERIA

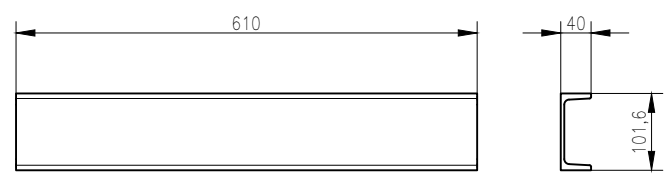
PLANO  
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES

ESCALA INDICADAS  
NUMERO DE PLANO  
PROO-E-015-ME-09

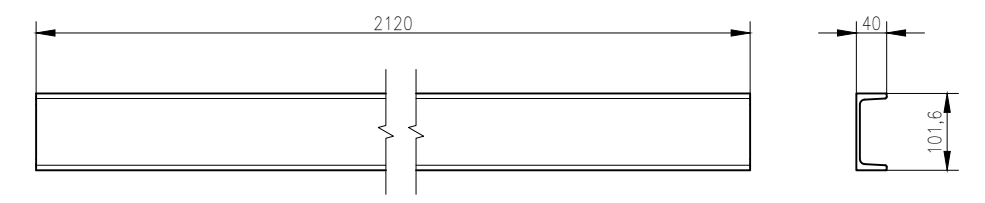
Universidad Católica de Santa María



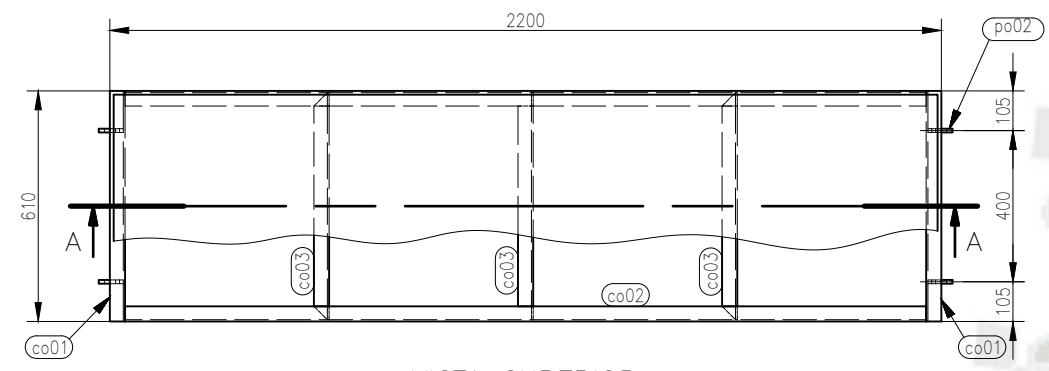
SECCION A-A  
Esc. 1/20



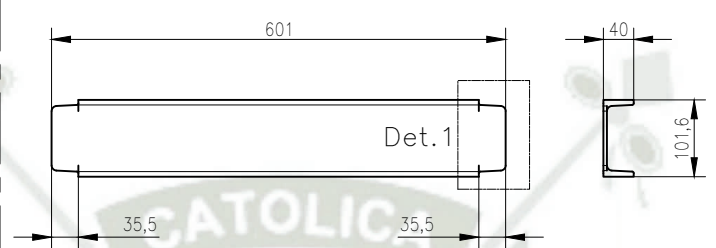
CODIGO	MATERIAL	CANT.
co01	C4x5.4 A36	8



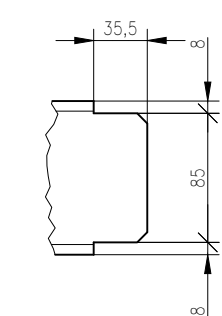
CODIGO	MATERIAL	CANT.
co02	C4x5.4 A36	8



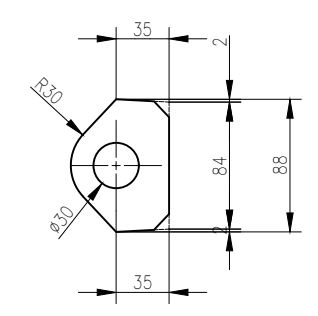
VISTA SUPERIOR  
Esc. 1/20



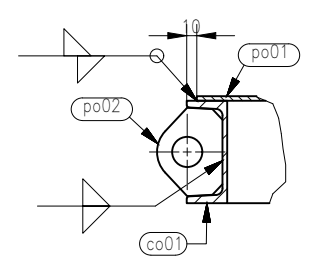
CODIGO	MATERIAL	CANT.
co03	C4x5.4 A36	12



DETALLE "1"  
Esc. 1/5



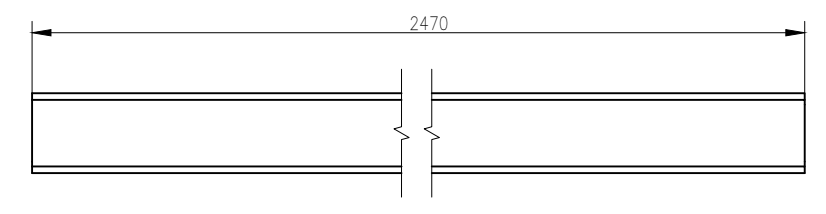
CODIGO	MATERIAL	CANT.
po02	PL. de 3/8" A36	16



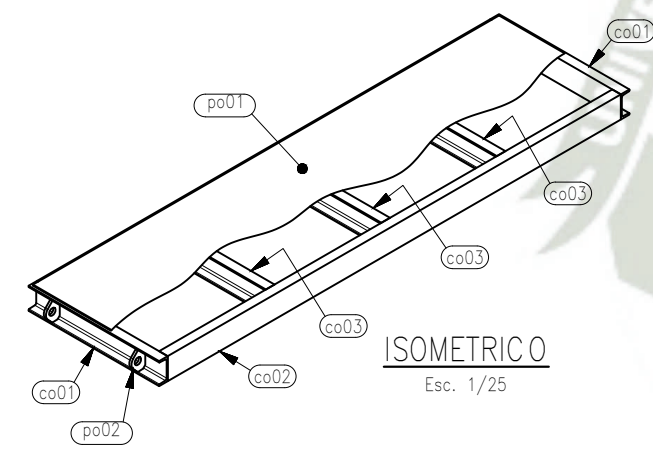
DETALLE "1"  
Esc. 1/7.5



CODIGO	MATERIAL	CANT.
po01	PL. estriada 3/16" A36	4



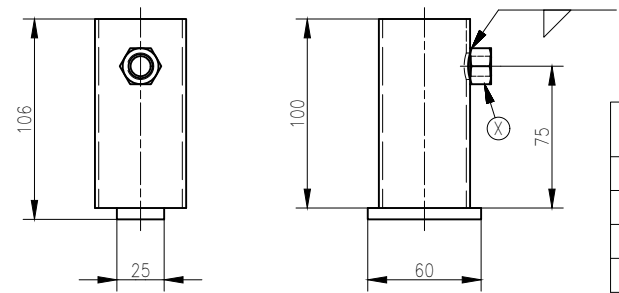
CODIGO	MATERIAL	CANT.
wo01	W4x13 A36	3



ISOMETRICO  
Esc. 1/25

MCK-05 / 04 UND. / LISTA PARA 01

CODIGO	MATERIAL	CANT.
co01	C4x5.4 A36	2
co02	C4x5.4 A36	2
co03	C4x5.4 A36	3
po01	PL. estriada 3/16" A36	1
po02	PL. de 3/8" A36	4



ELEVACION  
Esc. 1/4

LATERAL  
Esc. 1/4

EM-01 / 02 UND. / LISTA PARA 01

CODIGO	MATERIAL	CANT.
te02	Tub. negro Ø1 1/2"x2mm	1
pe08	Plat. de 1"x1/4" A36	1
X	Tuerca Hex. Ø1/2" UNC	1

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
O	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CMAC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

0 1/4" 1/2" 1"

SI ESTA BARRA NO MIDE 100MM ENTONCES ESTE DIBUJO NO ESTA A ESCALA

APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA  
PROYECTO  
INGENIERÍA

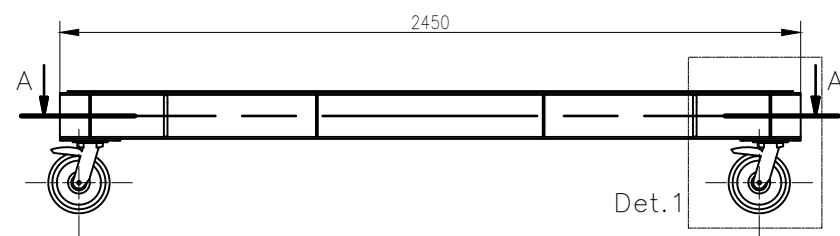
PLANO  
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES

ESCALA  
INDICADAS

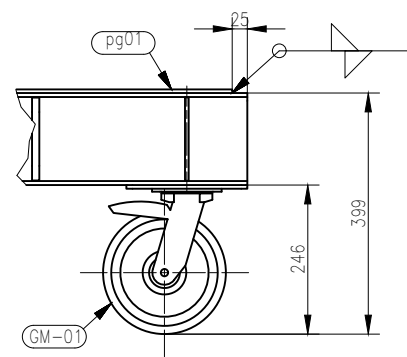
NUMERO DE PLANO  
PR00-E-015-ME-010



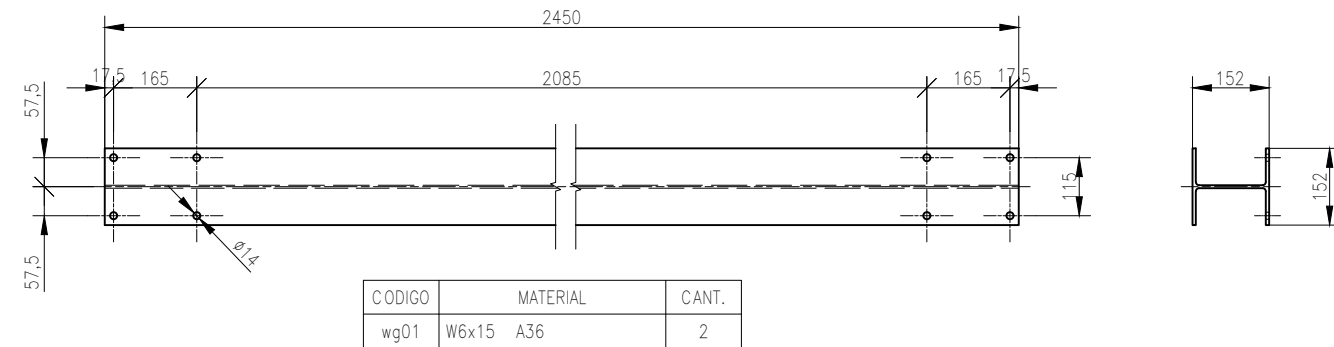
REV



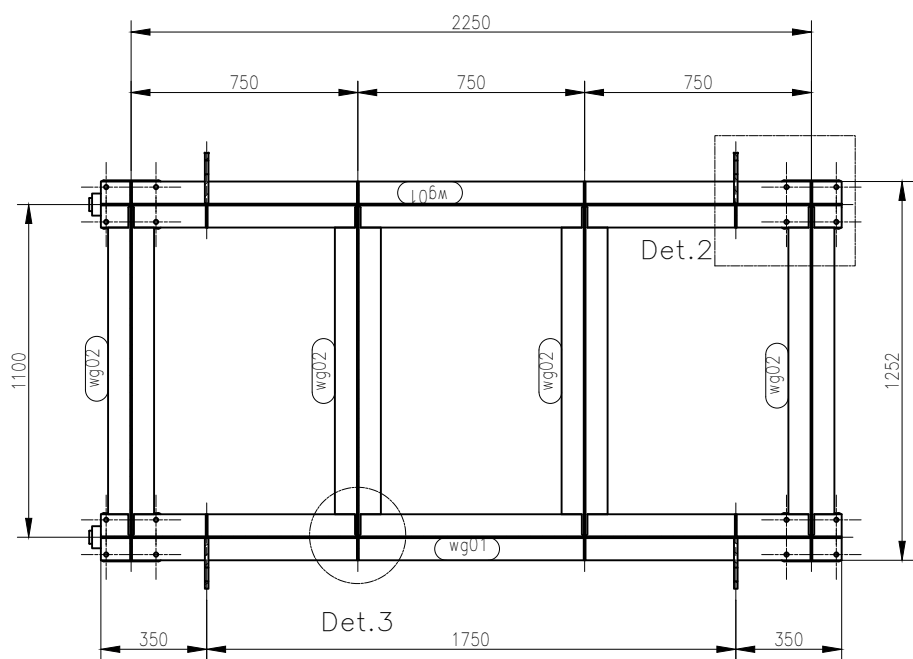
**ELEVACION**  
Esc. 1/25



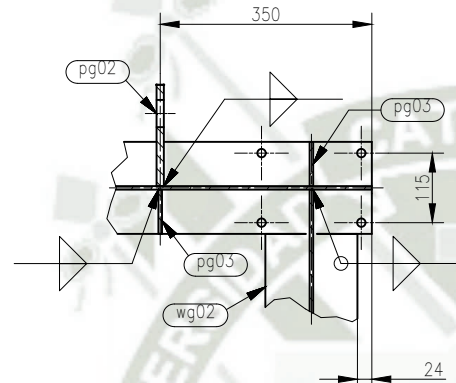
**DETALLE "1"**  
Esc. 1/12.5



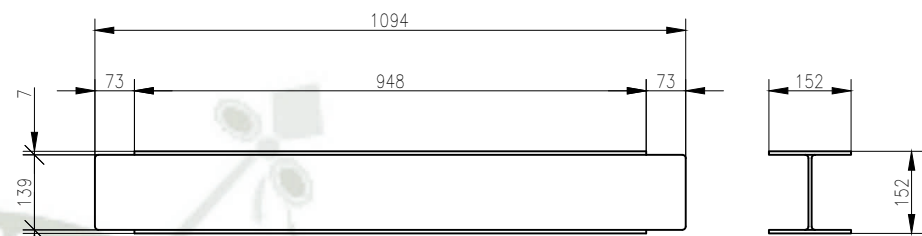
CODIGO	MATERIAL	CANT.
wg01	W6x15 A36	2



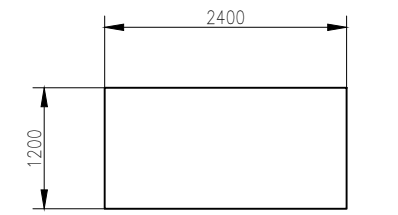
**SECCION A-A**  
Esc. 1/25



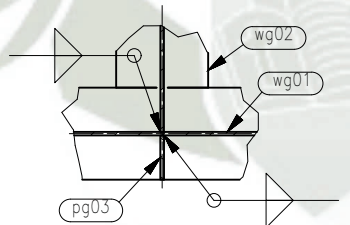
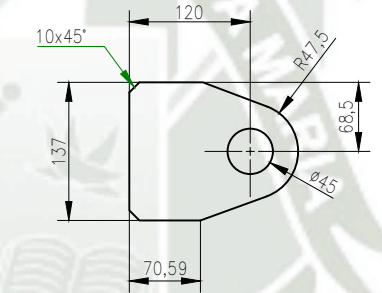
**DETALLE "2"**  
Esc. 1/12.5



CODIGO	MATERIAL	CANT.
wg02	W6x15 A36	4

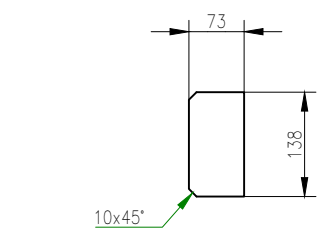


CODIGO	MATERIAL	CANT.
pg01	PL. de 1/4" A36	1

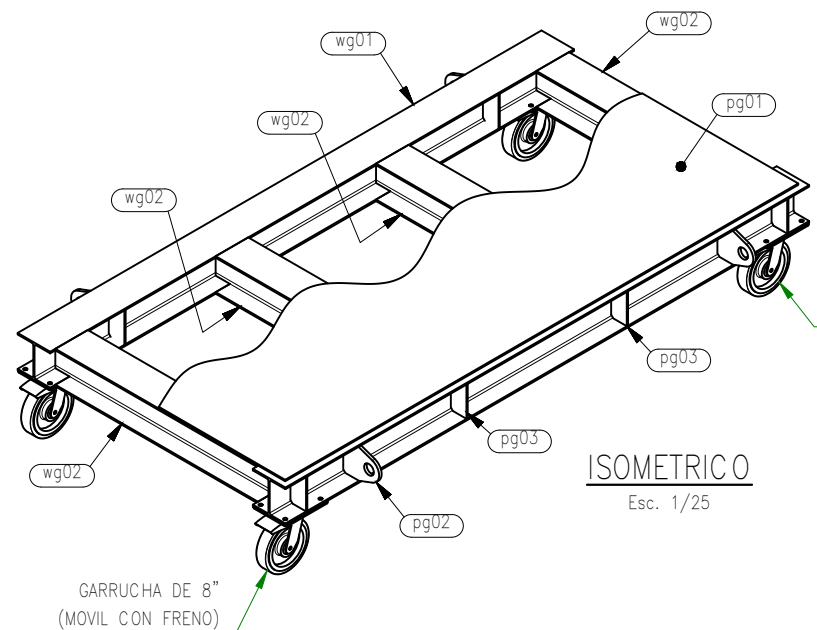


**DETALLE "3"**  
Esc. 1/12.5

CODIGO	MATERIAL	CANT.
pg02	PL. de 1/2" A36	4



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pg03	PL. de 1/4" A36	12



**ISOMETRICO**  
Esc. 1/25

MCK-06 / 01 UND. / LISTA PARA 01

CODIGO	MATERIAL	CANT.
wg01	W6x15 A36	2
wg02	W6x15 A36	4
pg01	PL. de 1/4" A36	1
pg02	PL. de 1/2" A36	4
GM-01	Garrucha de Ø8"	4
pg03	PL. de 1/4" A36	12

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
O	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

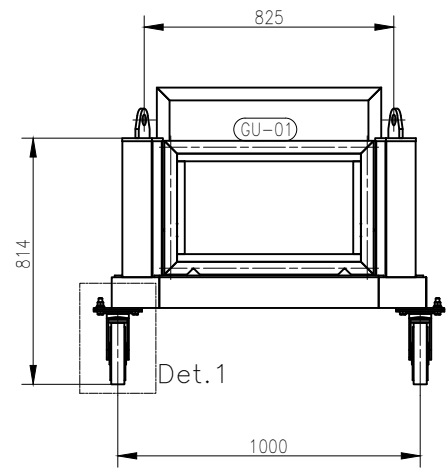
CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE CMAC SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020

PROYECTO:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERÍA	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-011

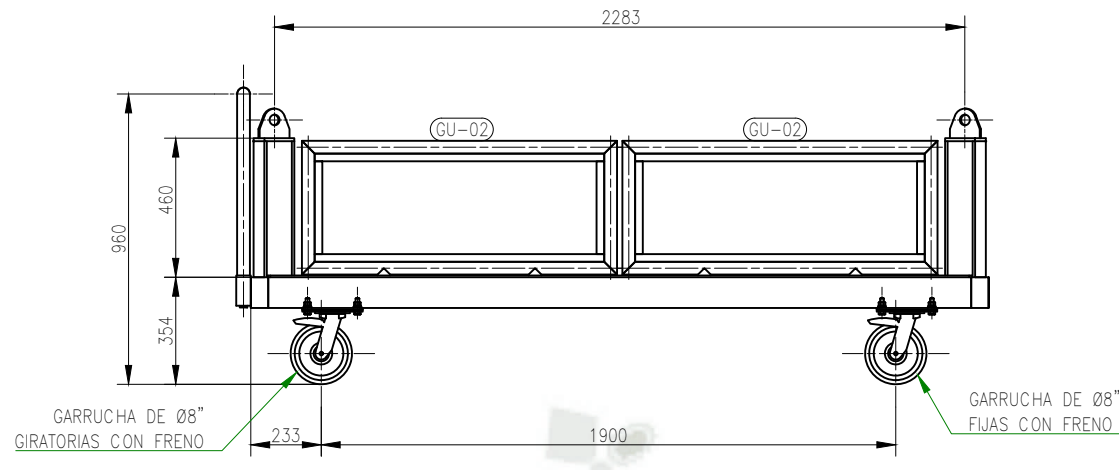


REV



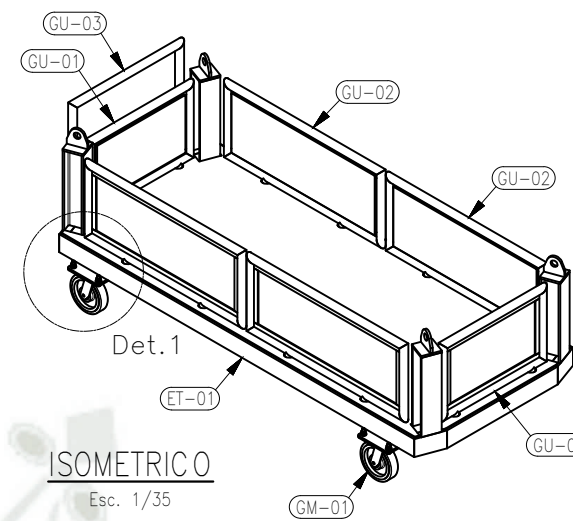
ELEVACION

Esc. 1/25



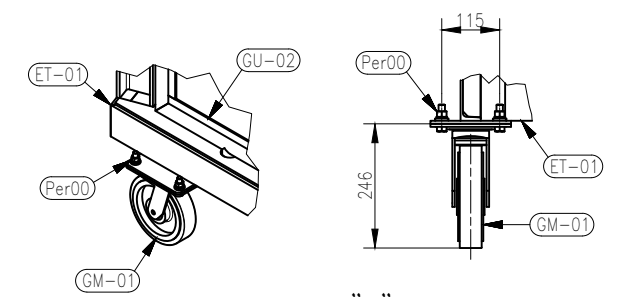
LATERAL

Esc. 1/25



ISOMETRICO

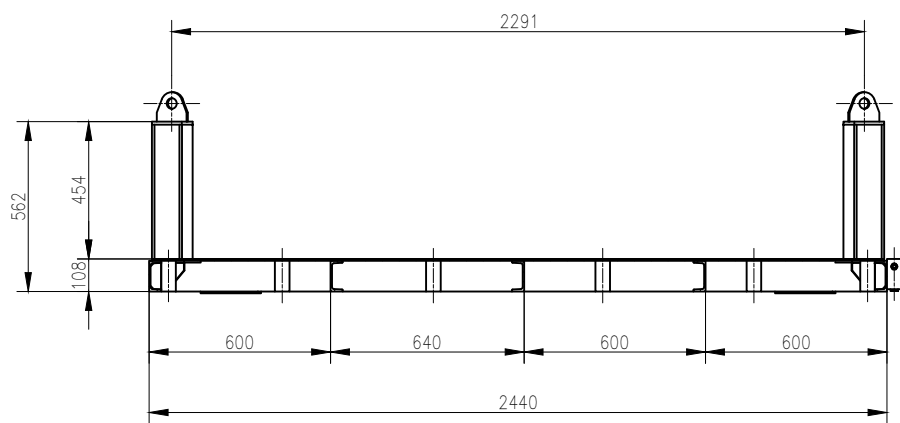
Esc. 1/35



DETALLE "1"

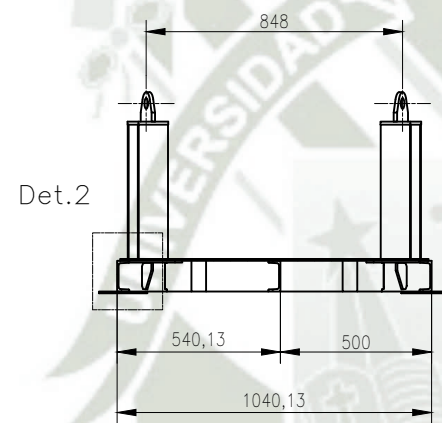
Esc. 1/20

MCK-07 / 01 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ET-01	ESTRUCTURA	1
GU-01	GUARDA #01	2
GU-02	GUARDA #02	4
GU-03	BARANDA	1
GM-01	Garrucha de Ø8"	4
Per00	Perno Hex. Ø1/2"x1.75" UNC - Completo	16



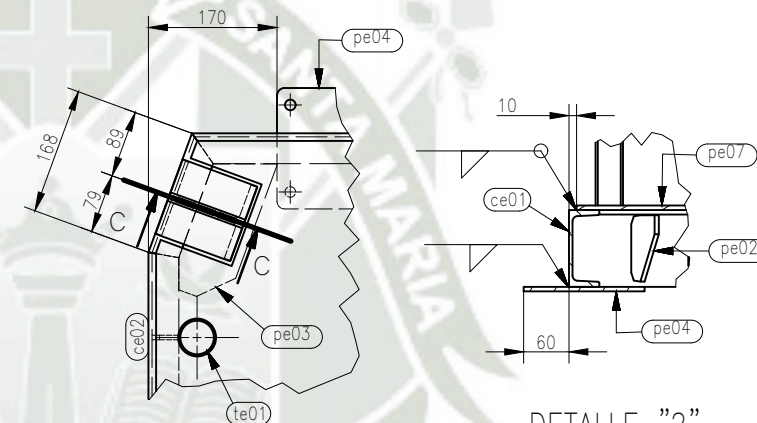
SECCION A-A

Esc. 1/25



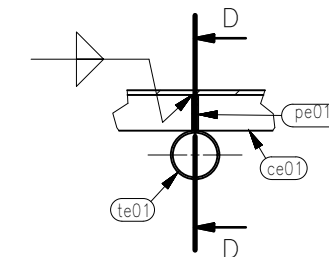
SECCION B-B

Esc. 1/25



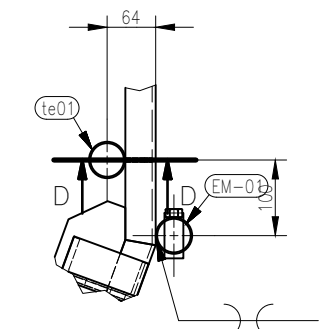
DETALLE "1"

Esc. 1/10



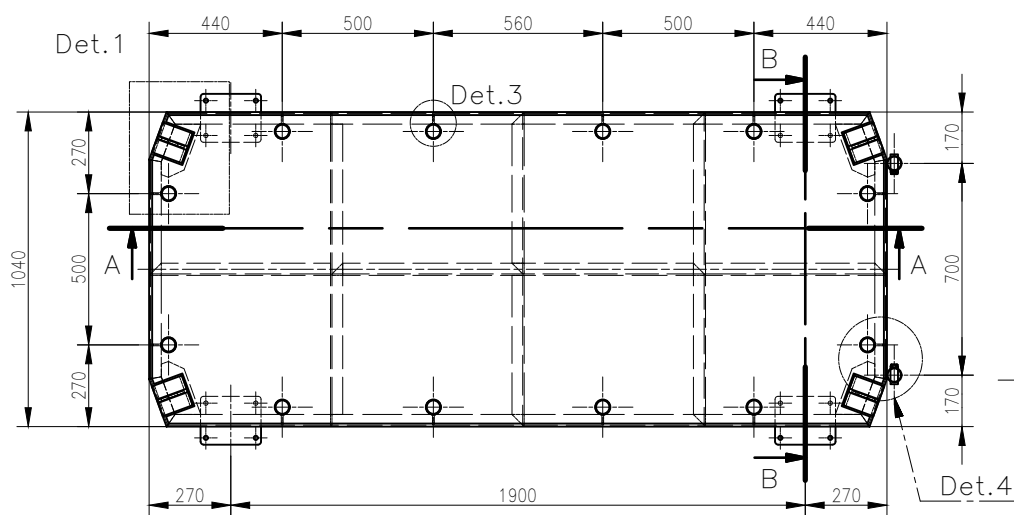
DETALLE "3" TYP.

Esc. 1/7.5



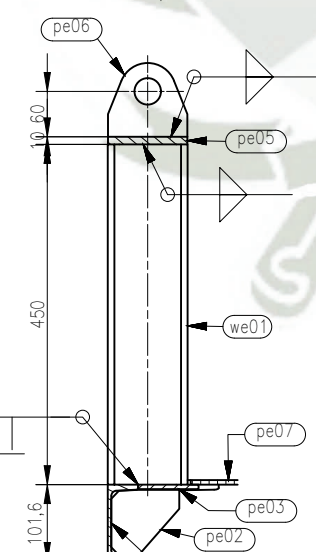
DETALLE "4"

Esc. 1/10



VISTA SUPERIOR

Esc. 1/25

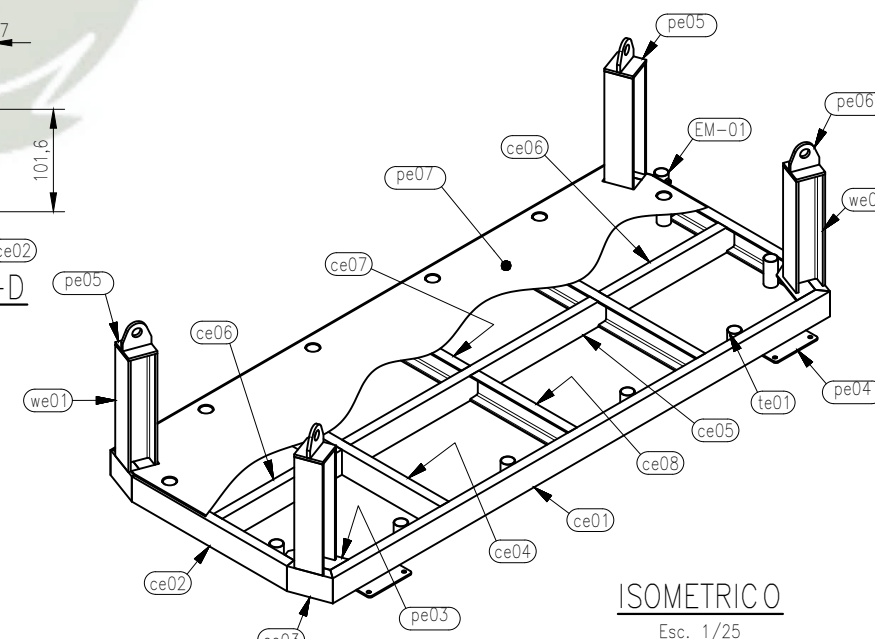


SECCION C-C

Esc. 1/10

SECCION D-D

Esc. 1/7.5



ISOMETRICO

Esc. 1/25

ET-01 / 01 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ce01	C4x5.4 A36	2
ce02	C4x5.4 A36	2
ce03	C4x5.4 A36	4
ce04	C4x5.4 A36	2
ce05	C4x5.4 A36	1
ce06	C4x5.4 A36	2
ce07	C4x5.4 A36	1
ce08	C4x5.4 A36	1
EM-01	EMBONE	2
pe01	PL. de 1/4" A36	12
pe02	PL. de 1/4" A36	4
pe03	PL. de 1/4" A36	4
pe04	PL. de 1/4" A36	4
pe05	PL. de 3/8" A36	4
pe06	PL. de 1/2" A36	4
pe07	PL. de 1/4" A36	1
te01	Tub. negro Ø1 1/2"x2mm	12
we01	W4x13 A36	4

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
0	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

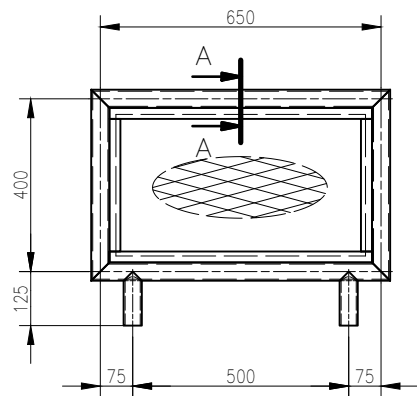
CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CMAC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA : 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA : 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA : 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA : 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA : 8/09/2020
CLIENTE : U.C.S.M.	FECHA : 8/09/2020

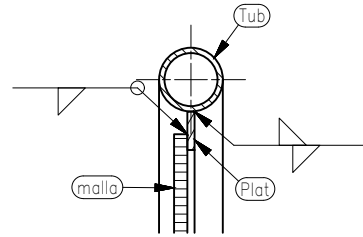
PROYECTO:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERIA	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PRO0-E-015-ME-012



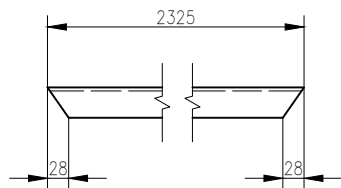
REV



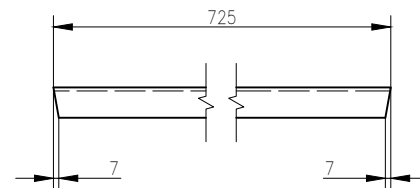
GU-01 / 02 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
Tub	Tubo de Ø1 1/4" SCH40 A53	1
Plat	Plat. de 1"x3/16"	1
malla	Expanded Metal 3/4 #9 MR	1



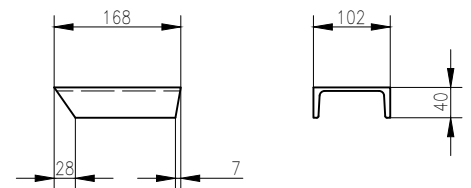
SECCION A-A  
Esc. 1/5



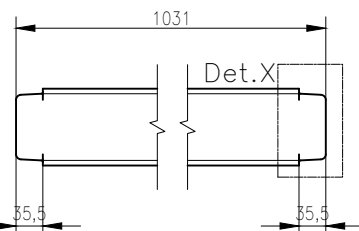
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ce01	C4x5.4 A36	2



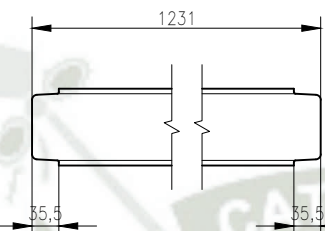
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ce02	C4x5.4 A36	2



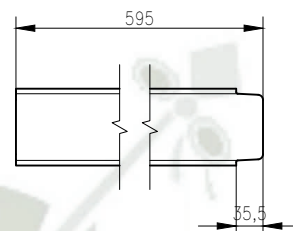
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ce03	C4x5.4 A36	4



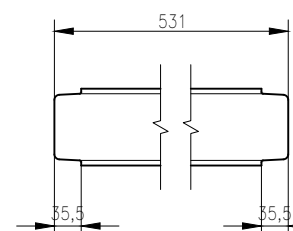
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ce04	C4x5.4 A36	2



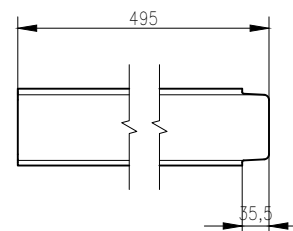
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ce05	C4x5.4 A36	1



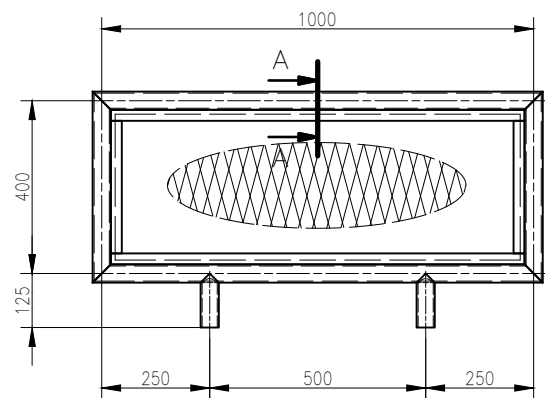
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ce06	C4x5.4 A36	2



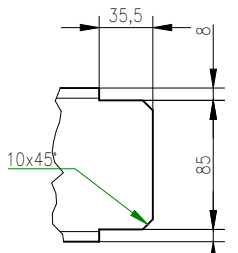
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ce07	C4x5.4 A36	1



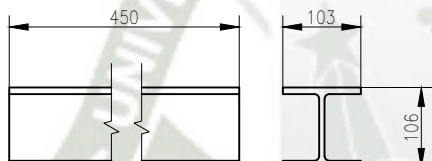
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ce08	C4x5.4 A36	1



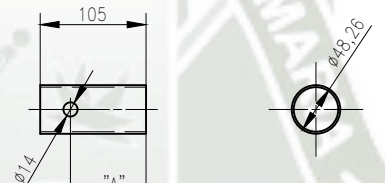
GU-02 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
Tub	Tubo de Ø1 1/4" SCH40 A53	1
Plat	Plat. de 1"x3/16"	1
malla	Expanded Metal 3/4 #9 MR	1



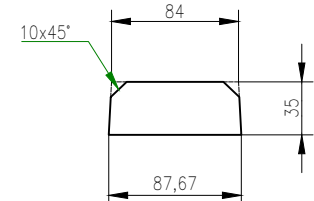
DETALLE "X" TIP.  
Esc. 1/5



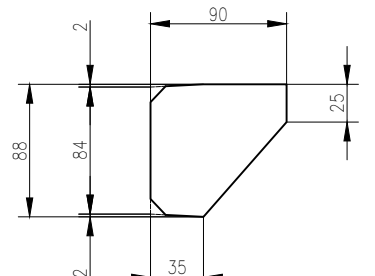
CODIGO	MATERIAL	CANT.
we01	W4x13 A36	4



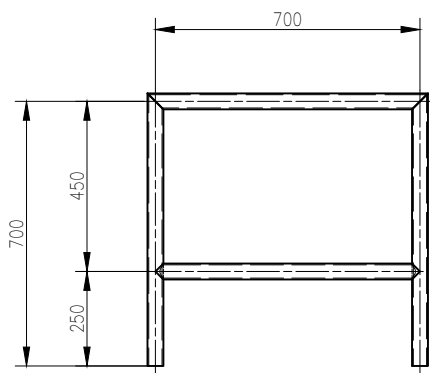
CODIGO	MATERIAL	"A"	CANT.
te01	Tub. negro Ø1 1/2"x2mm	12	12
te02	Tub. negro Ø1 1/2"x2mm	75 mm	2



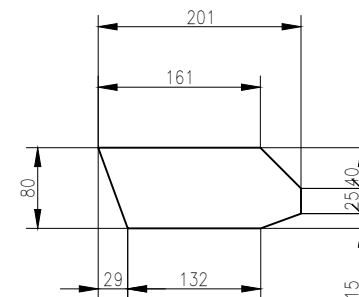
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pe01	PL. de 1/4" A36	12



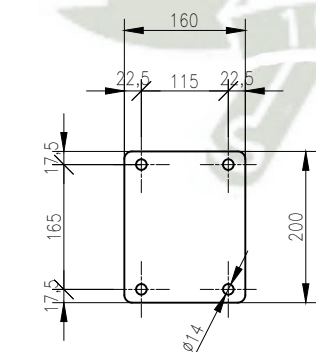
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pe02	PL. de 1/4" A36	4



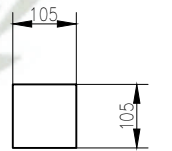
CODIGO	MATERIAL	CANT.
GU-03	Tubo de Ø1 1/4" SCH40 A53	1



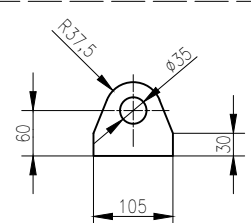
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pe03	PL. de 1/4" A36	4



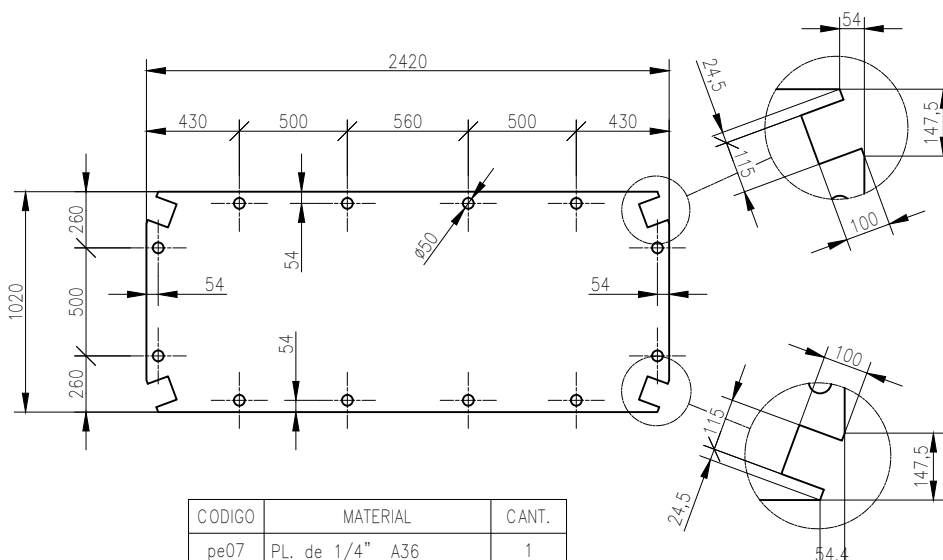
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pe04	PL. de 1/4" A36	4



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pe05	PL. de 3/8" A36	4



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pe06	PL. de 1/2" A36	4



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pe07	PL. de 1/4" A36	1

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
0	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

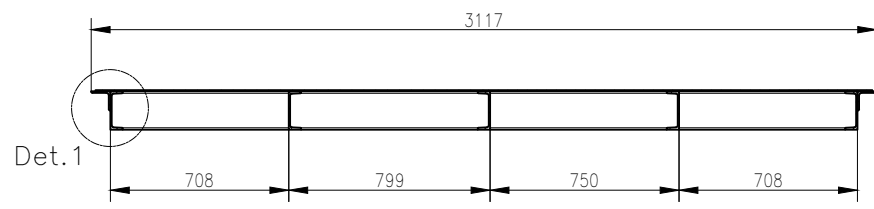
CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CMAC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020

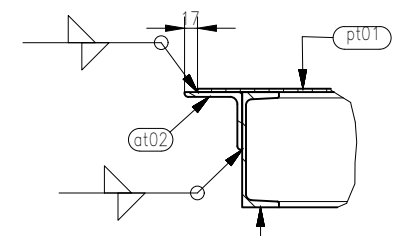
PROYECTO:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERIA	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PRO0-E-015-ME-013



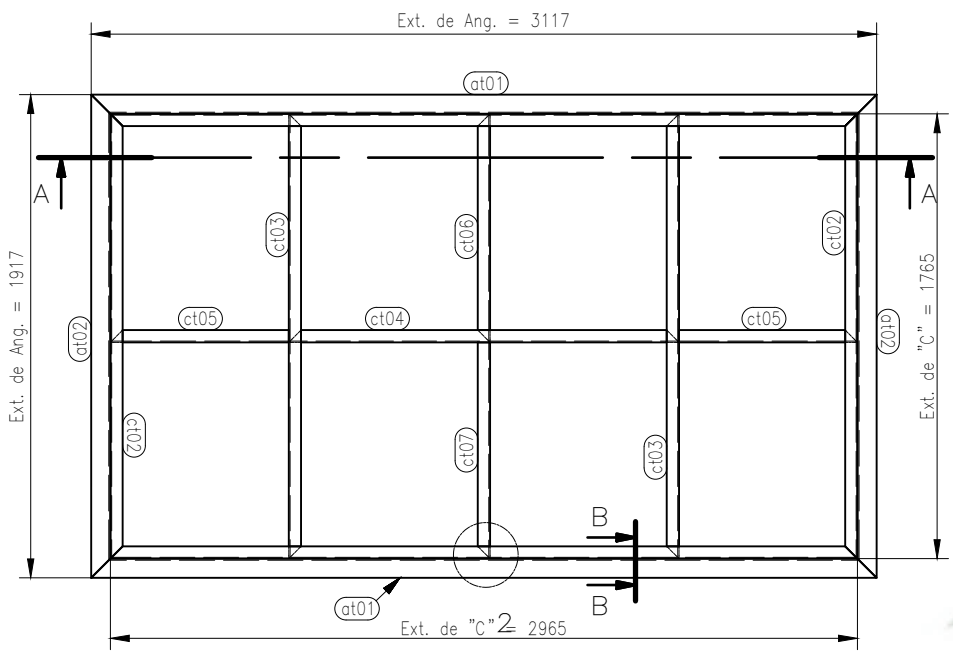
REV



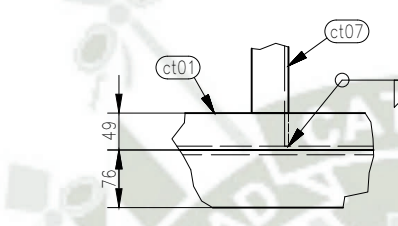
SECCION A-A  
Esc. 1/30



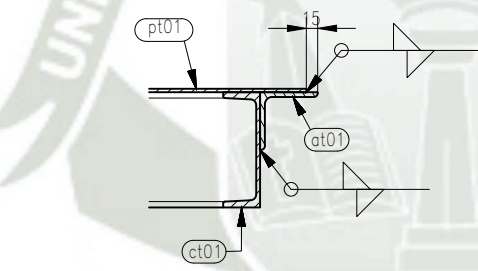
DETALLE "1"  
Esc. 1/10



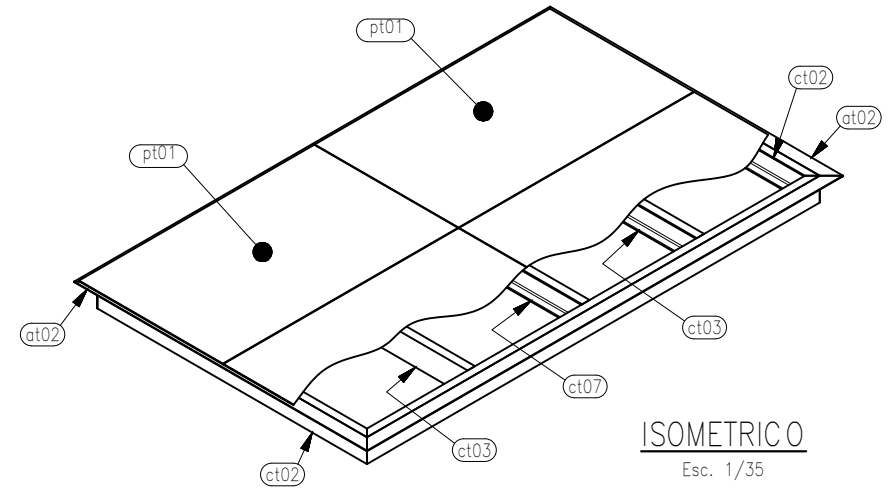
VISTA SUPERIOR  
(SIN PLANCHA ESTRIADA)  
Esc. 1/30



DETALLE "2"  
Esc. 1/10



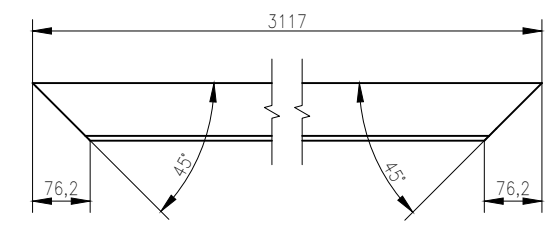
SECCION B-B  
Esc. 1/10



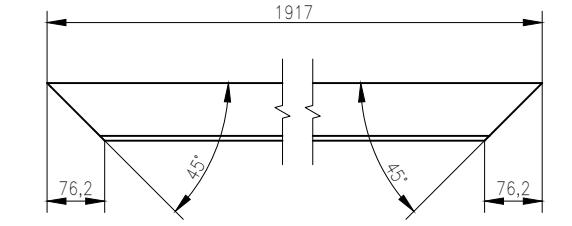
ISOMETRICO  
Esc. 1/35

MCK-08 / 02 UND. / LISTA PARA 01

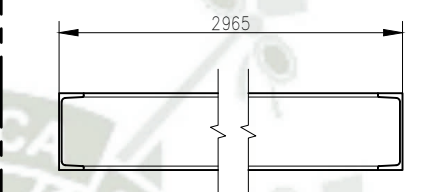
CODIGO	MATERIAL	CANT.
at01	Angulo de 3"x1/4" A36	2
at02	Angulo de 3"x1/4" A36	2
ct01	C6x8.2 A36	2
ct02	C6x8.2 A36	2
ct03	C6x8.2 A36	2
ct04	C6x8.2 A36	1
ct05	C6x8.2 A36	2
ct06	C6x8.2 A36	1
ct07	C6x8.2 A36	1
pt01	PL. estriada 3/16" A36	4



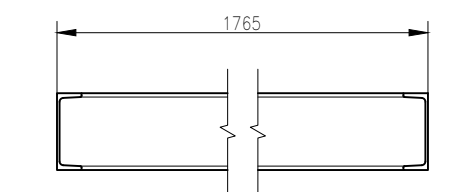
CODIGO	MATERIAL	CANT.
at01	Angulo de 3"x1/4" A36	4



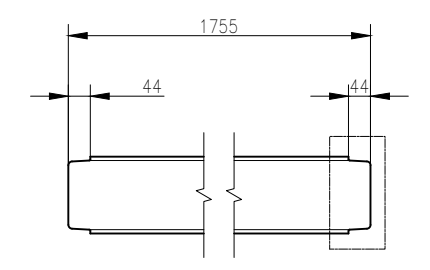
CODIGO	MATERIAL	CANT.
at02	Angulo de 3"x1/4" A36	4



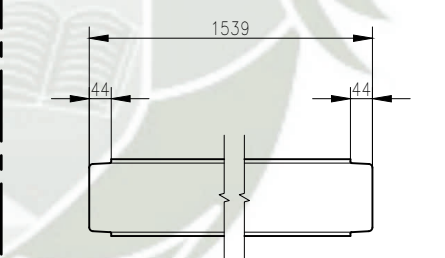
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ct01	C6x8.2 A36	4



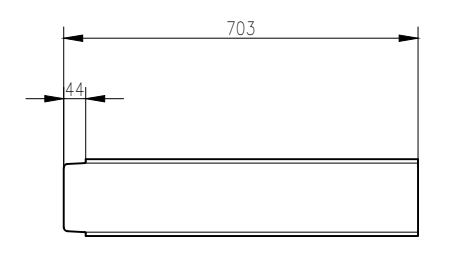
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ct02	C6x8.2 A36	4



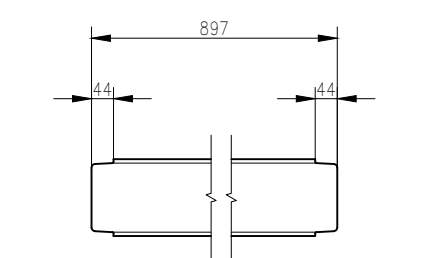
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ct03	C6x8.2 A36	4



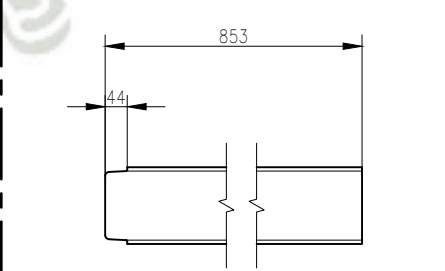
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ct04	C6x8.2 A36	2



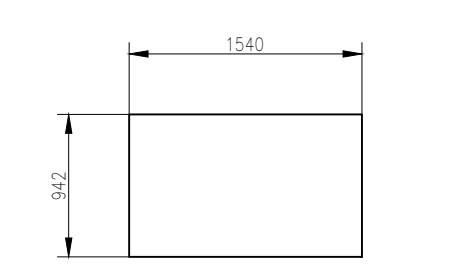
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ct05	C6x8.2 A36	4



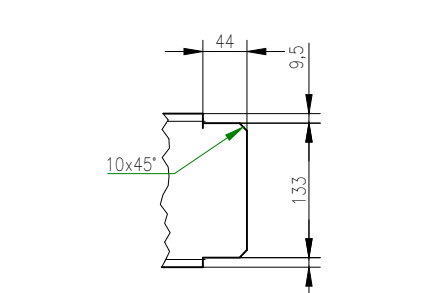
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ct06	C6x8.2 A36	2



CODIGO	MATERIAL	CANT.
ct07	C6x8.2 A36	2



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pt01	PL. estriada 3/16" A36	8



DETALLE "X"  
Esc. 1/7.5

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
0	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE CMAC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

0 2" 4" 8" 16"

APROBADO

DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020

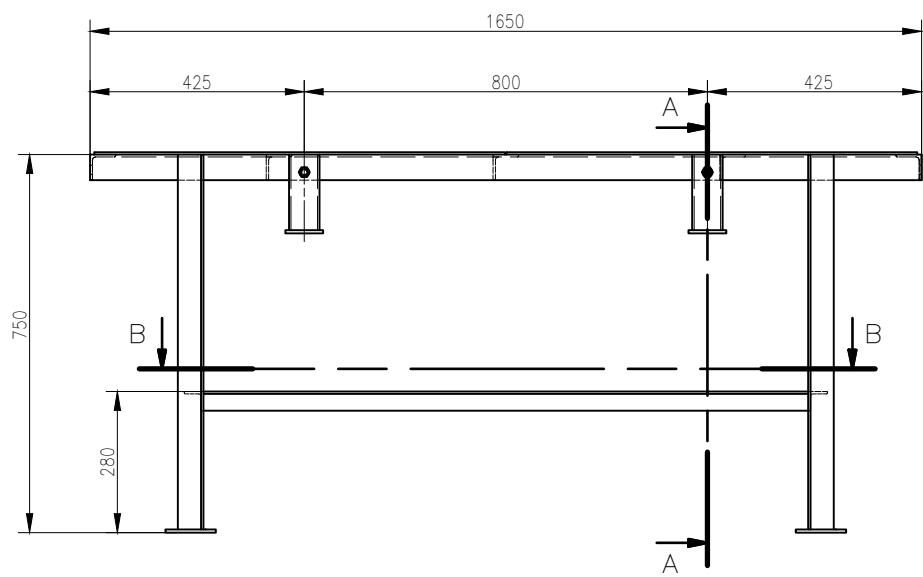
PROYECTO:  
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
PROYECTO  
INGENIERIA

PLANO  
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES

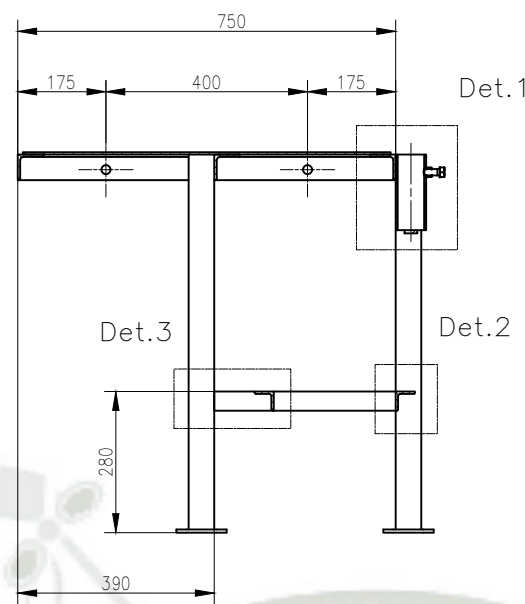
ESCALA  
INDICADAS

NUMERO DE PLANO  
PR00-E-015-ME-014

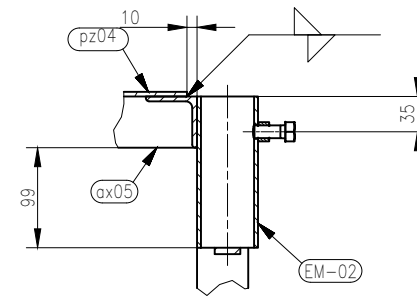
Universidad Católica  
de Santa María



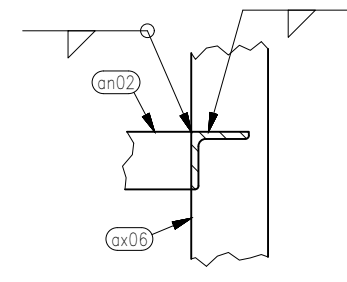
**ELEVACION**  
ESCALA: 1/15



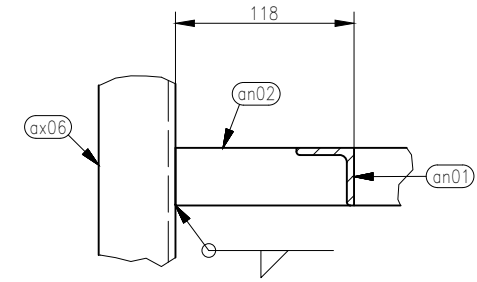
**SECCION A-A**  
ESCALA: 1/15



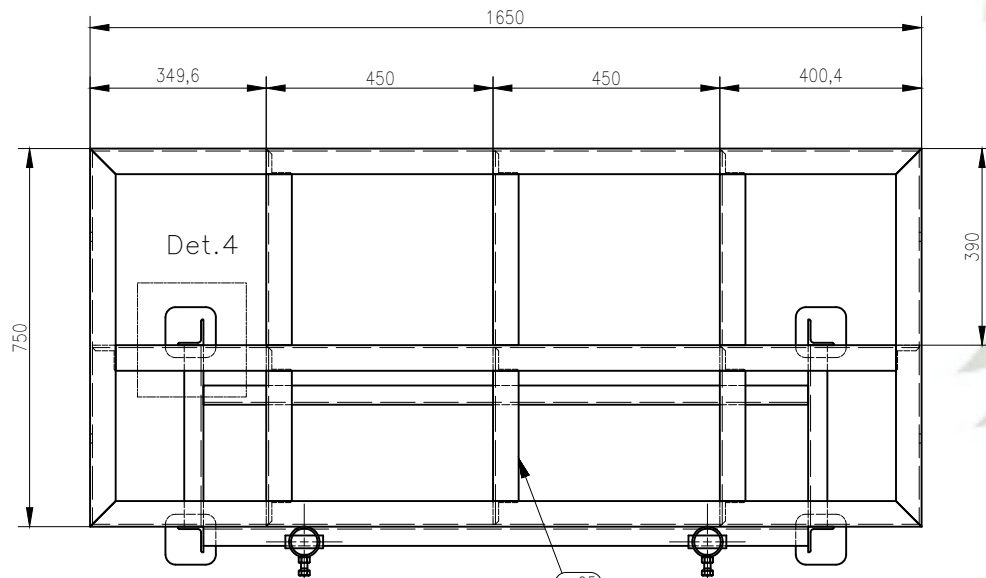
**DETALLE "1"**  
ESCALA: 1/7.5



**DETALLE "2"**  
ESCALA: 1/5



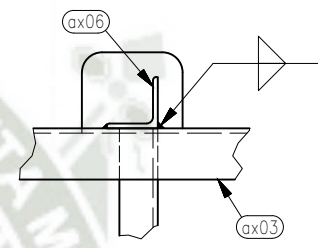
**DETALLE "3"**  
ESCALA: 1/5



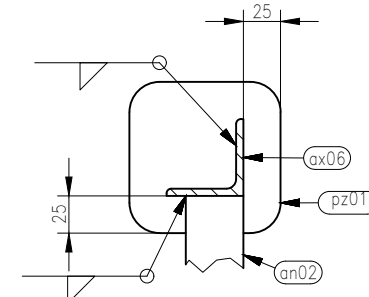
**PLANTA**  
(VISTA SIN GRATING)  
ESCALA: 1/15

PLA-01 / 02 UND. / LISTA PARA 01

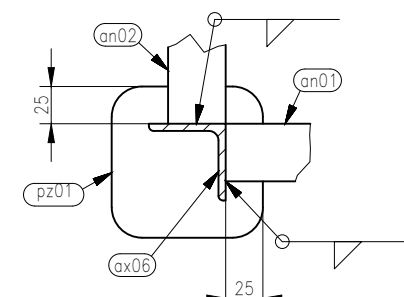
CODIGO	MATERIAL	CANT.
an01	Ang. 1 1/2"x3/16" A36	2
an02	Ang. 1 1/2"x3/16" A36	2
ax01	Ang. 2"x3/16" A36	2
ax02	Ang. 2"x3/16" A36	2
ax03	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax04	Ang. 2"x3/16" A36	3
ax05	Ang. 2"x3/16" A36	3
ax06	Ang. 2"x3/16" A36	4
EM-02	EMBONE	2
pz01	PL. 1/4" - A 36	4
pz04	Expanded metal GR 1500	2



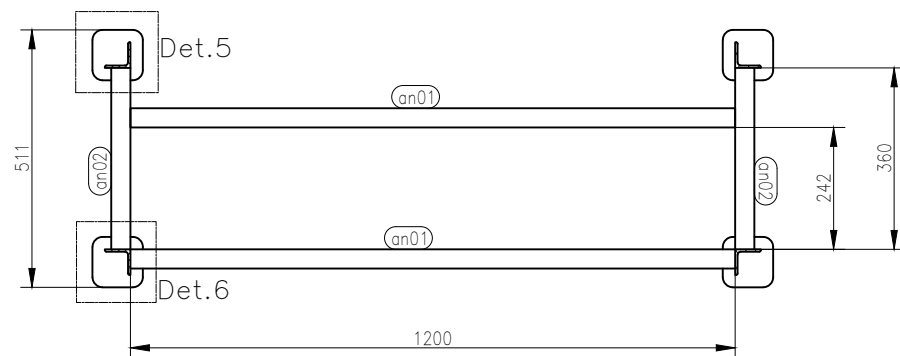
**DETALLE "4"**  
ESCALA: 1/7.5



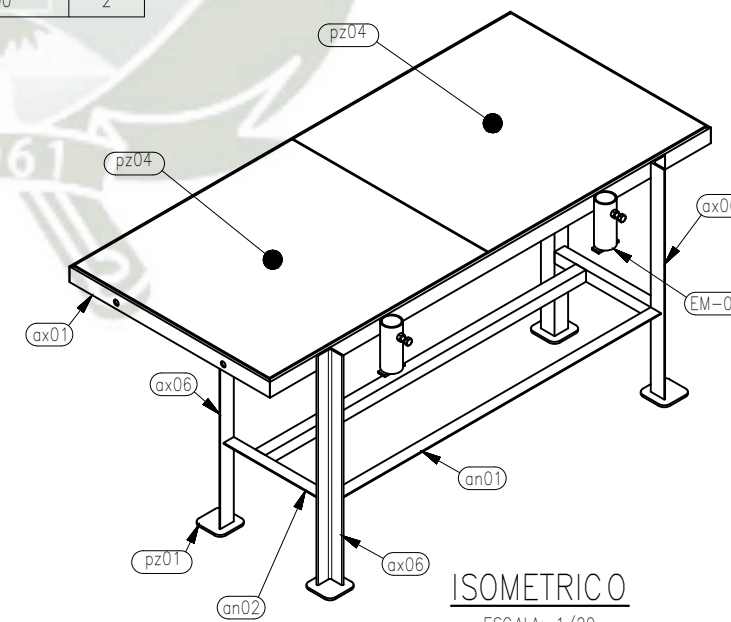
**DETALLE "5"**  
ESCALA: 1/5



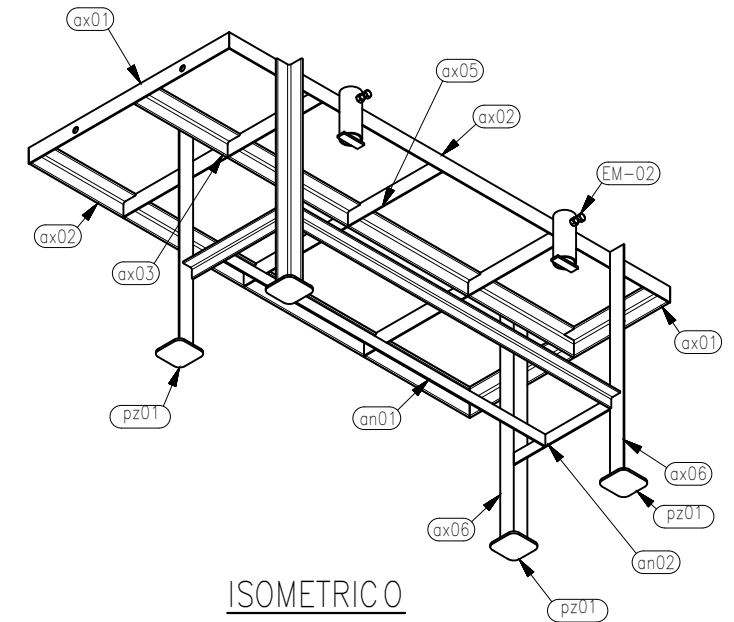
**DETALLE "6"**  
ESCALA: 1/5



**SECCION B-B**  
ESCALA: 1/15



**ISOMETRICO**  
ESCALA: 1/20



**ISOMETRICO**  
INFERIOR  
ESCALA: 1/20

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
V	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
O	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

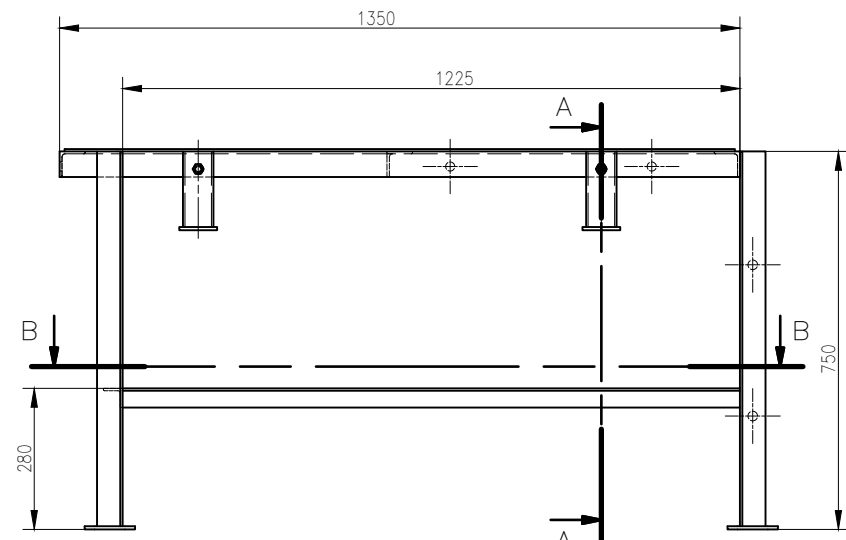
CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE CMAC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO	
DISEÑADO POR:	FECHA:
C. AGUILAR	8/09/2020
DIBUJADO POR:	FECHA:
C. AGUILAR	8/09/2020
REVISADO POR:	FECHA:
C. AGUILAR	8/09/2020
APROBADO POR:	FECHA:
J.C.S.M	8/09/2020
JEFE DE PROYECTO:	FECHA:
C. AGUILAR	8/09/2020
CLIENTE:	FECHA:
U.C.S.M	8/09/2020

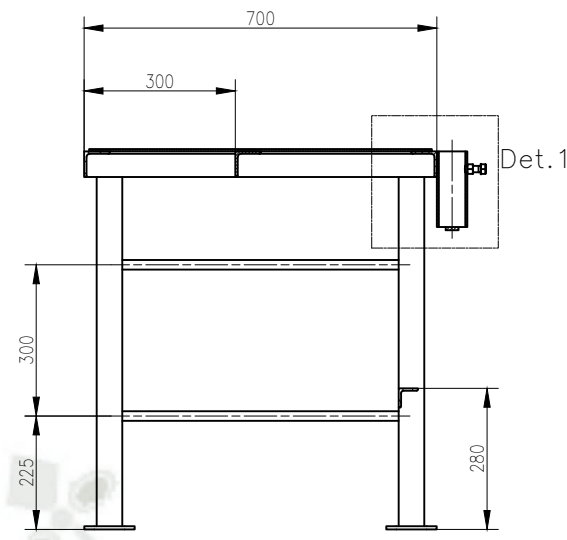
PROYECTO:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERIA	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-015



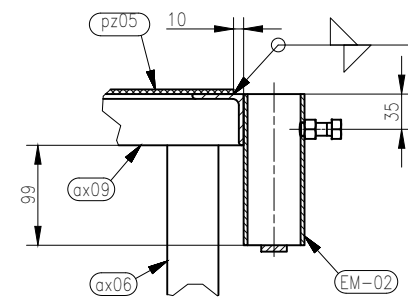
REV



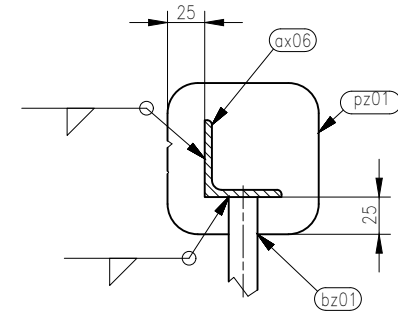
**ELEVACION**  
ESCALA: 1/15



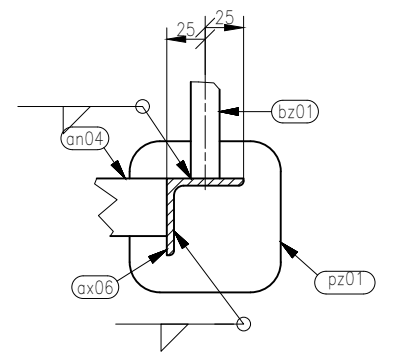
**SECCION A-A**  
ESCALA: 1/15



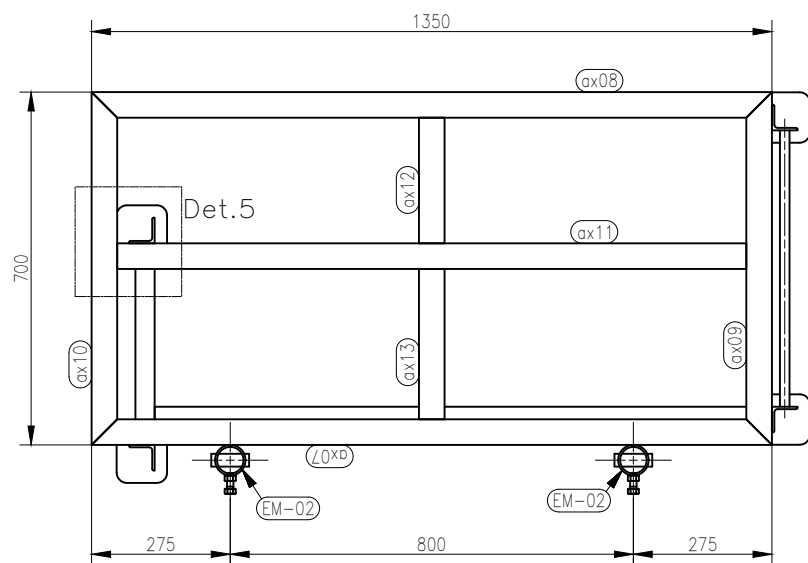
**DETALLE "1"**  
ESCALA: 1/7.5



**DETALLE "2"**  
ESCALA: 1/5



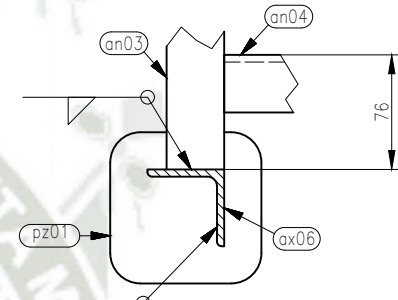
**DETALLE "3"**  
ESCALA: 1/5



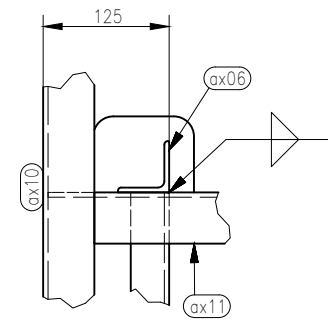
**PLANTA**  
(VISTA SIN GRATING)  
ESCALA: 1/15

PLA-02 / 02 UND. (01 Der. y 01 Izq.) / LISTA PARA 01

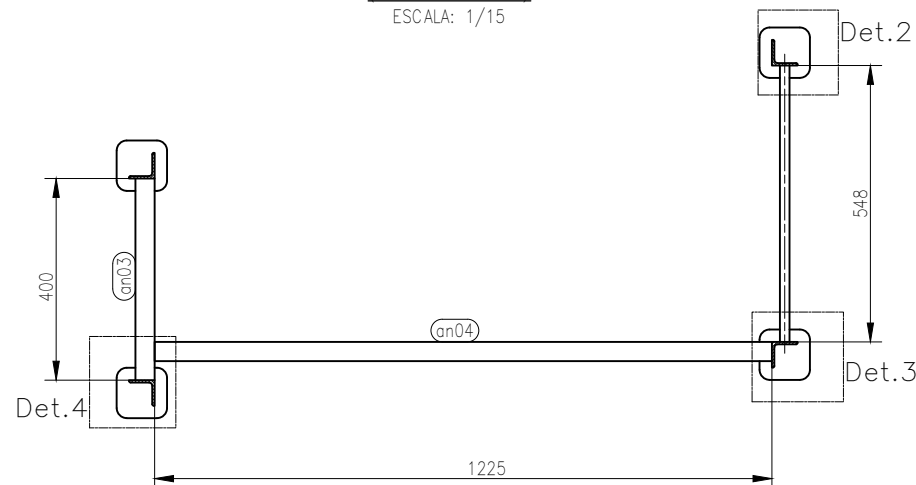
CODIGO	MATERIAL	CANT.
an03	Ang. 1 1/2"x3/16" A36	1
an04	Ang. 1 1/2"x3/16" A36	1
ax06	Ang. 2"x3/16" A36	4
ax07	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax08	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax09	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax10	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax11	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax12	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax13	Ang. 2"x3/16" A36	1
bz01	Barra de Ø3/4" A36	2
EM-02	EMBONE	2
pz01	PL. 1/4" - A 36	4
pz05	Expanded metal GR1500	1



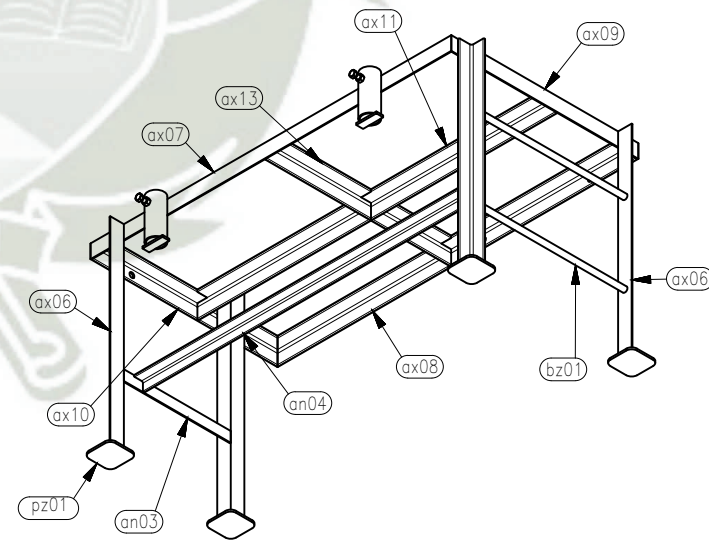
**DETALLE "4"**  
ESCALA: 1/5



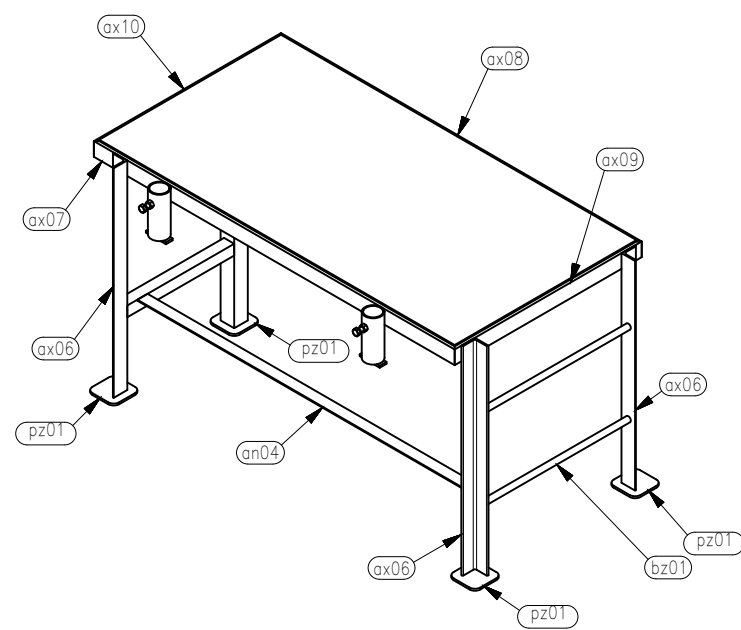
**DETALLE "5"**  
ESCALA: 1/7.5



**SECCION B-B**  
ESCALA: 1/15



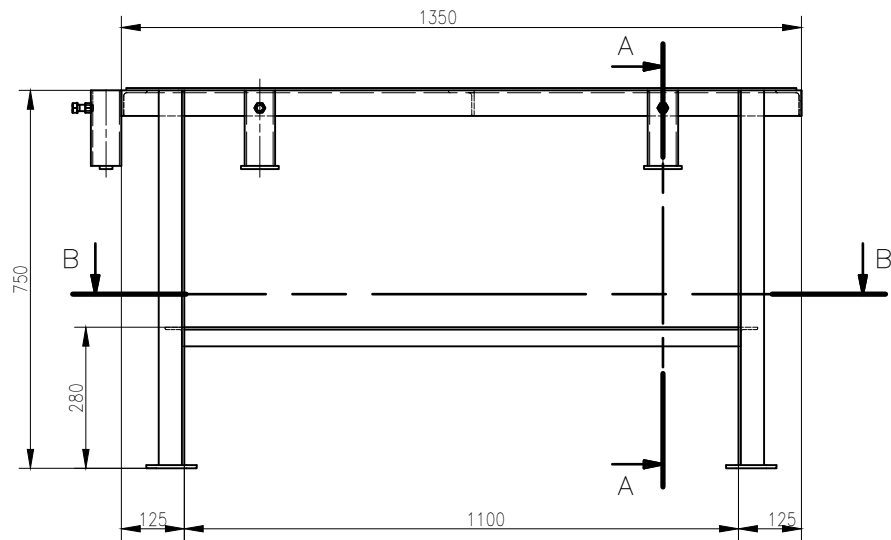
**ISOMETRICO**  
VISTA INFERIOR  
ESCALA: 1/20



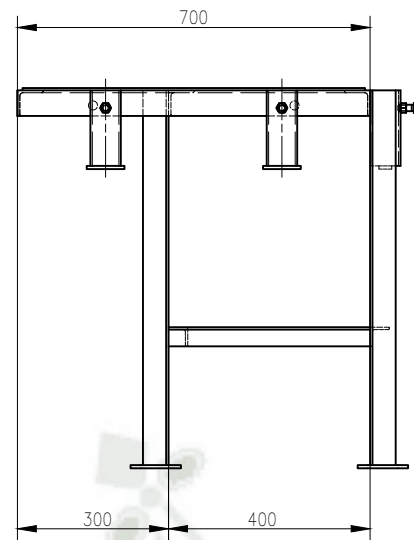
**ISOMETRICO**  
ESCALA: 1/20

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
O	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

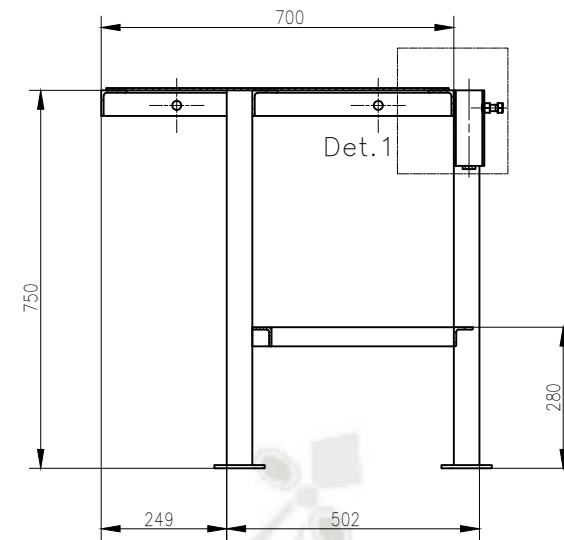
CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CMAC SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.	APROBADO DISEÑADO POR: C. AGUILAR FECHA: 8/09/2020	PROYECTO: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERIA
	DIBUJADO POR: C. AGUILAR FECHA: 8/09/2020	
	REVISADO POR: C. AGUILAR FECHA: 8/09/2020	
	APROBADO POR: U.C.S.M. FECHA: 8/09/2020	
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR FECHA: 8/09/2020	CLIENTE: U.C.S.M. FECHA: 8/09/2020	PLANO: ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES
	ESCALA INDICADAS: PR00-E-015-ME-016	



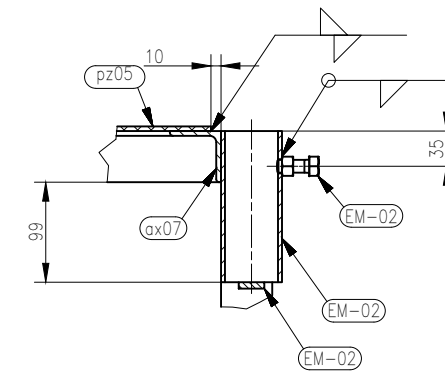
**ELEVACION**  
ESCALA: 1/15



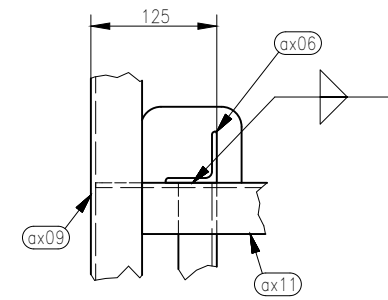
**LATERAL**  
ESCALA: 1/15



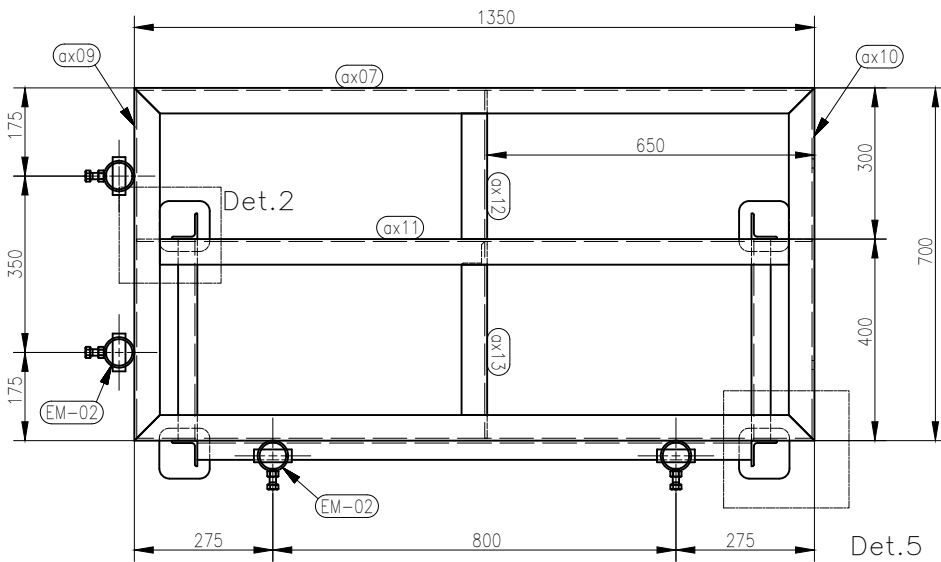
**SECCION A-A**  
ESCALA: 1/15



**DETALLE "1"**  
ESCALA: 1/7.5



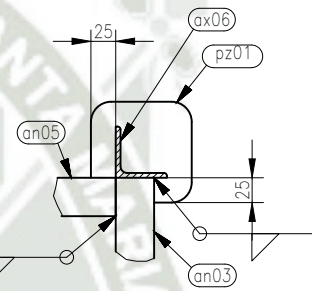
**DETALLE "2"**  
ESCALA: 1/7.5



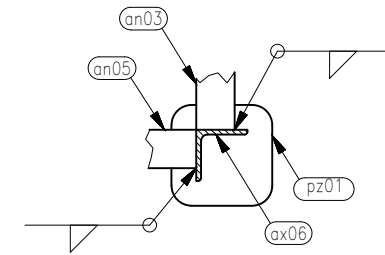
**PLANTA**  
(VISTA SIN GRATING)  
ESCALA: 1/15

PLA-03 / 02 UND. (01 Der. y 01 lza.) / LISTA PARA 01

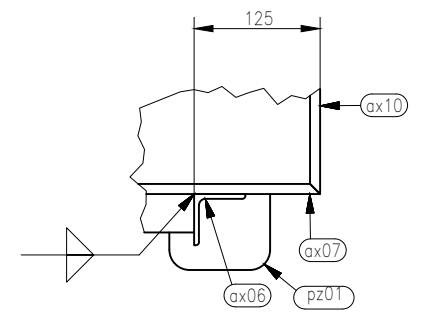
CODIGO	MATERIAL	CANT.
an03	Ang. 1 1/2"x3/16" A36	2
an05	Ang. 1 1/2"x3/16" A36	2
ax06	Ang. 2"x3/16" A36	4
ax07	Ang. 2"x3/16" A36	2
ax09	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax10	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax11	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax12	Ang. 2"x3/16" A36	1
ax13	Ang. 2"x3/16" A36	1
EM-02	EMBONE	4
pz01	PL. 1/4" - A 36	4
pz05	Expanded metal GR1500	1



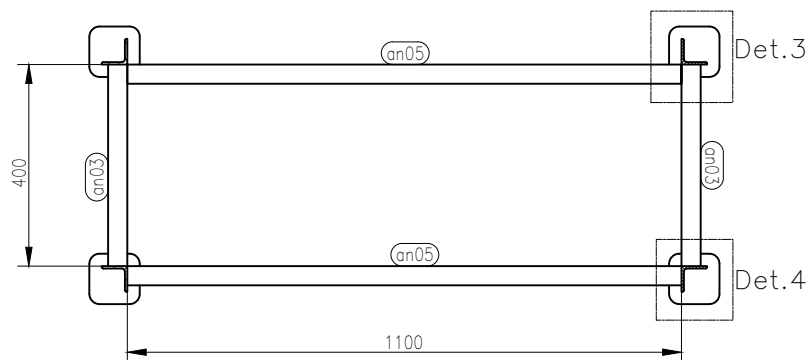
**DETALLE "3"**  
ESCALA: 1/7.5



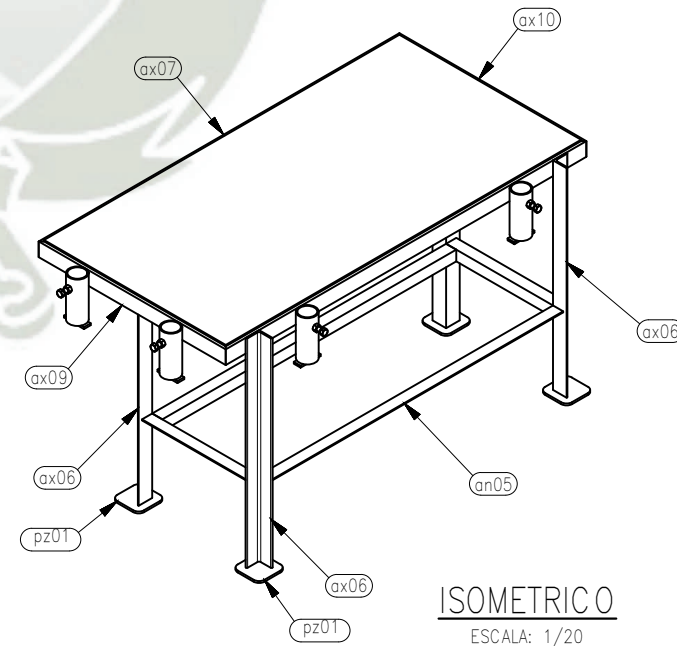
**DETALLE "4"**  
ESCALA: 1/7.5



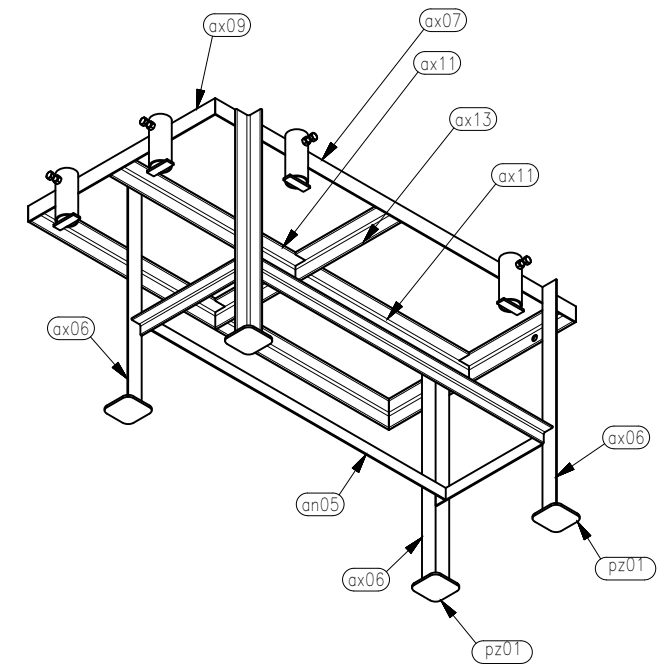
**DETALLE "5"**  
ESCALA: 1/7.5



**SECCION B-B**  
ESCALA: 1/15



**ISOMETRICO**  
ESCALA: 1/20



**ISOMETRICO**  
VISTA INFERIOR  
ESCALA: 1/20

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
O	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

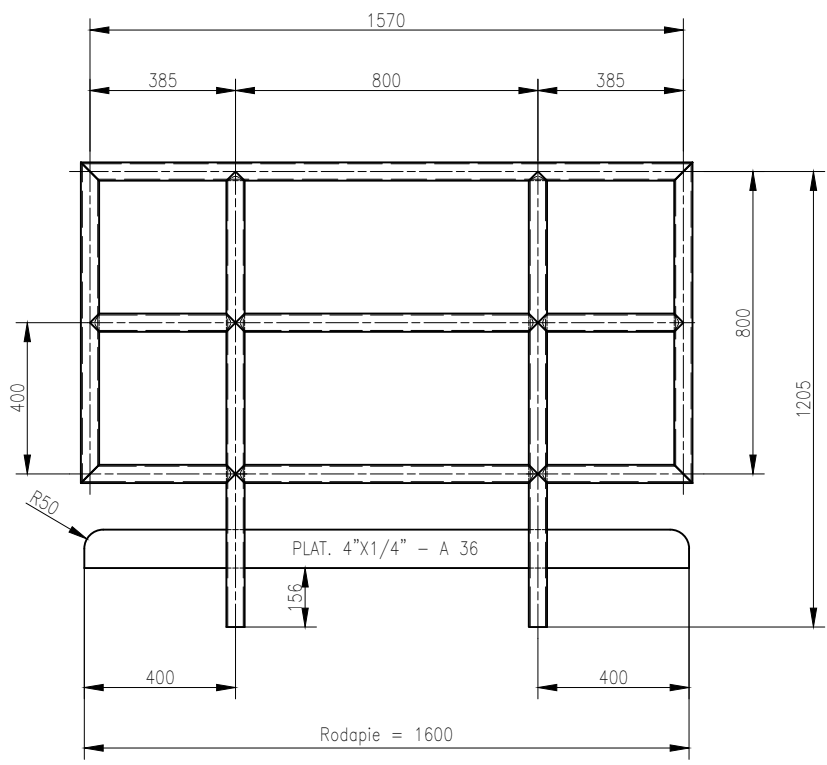
CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CMAC SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA : 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA : 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA : 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA : 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA : 8/09/2020
CLIENTE : U.C.S.M.	FECHA : 8/09/2020

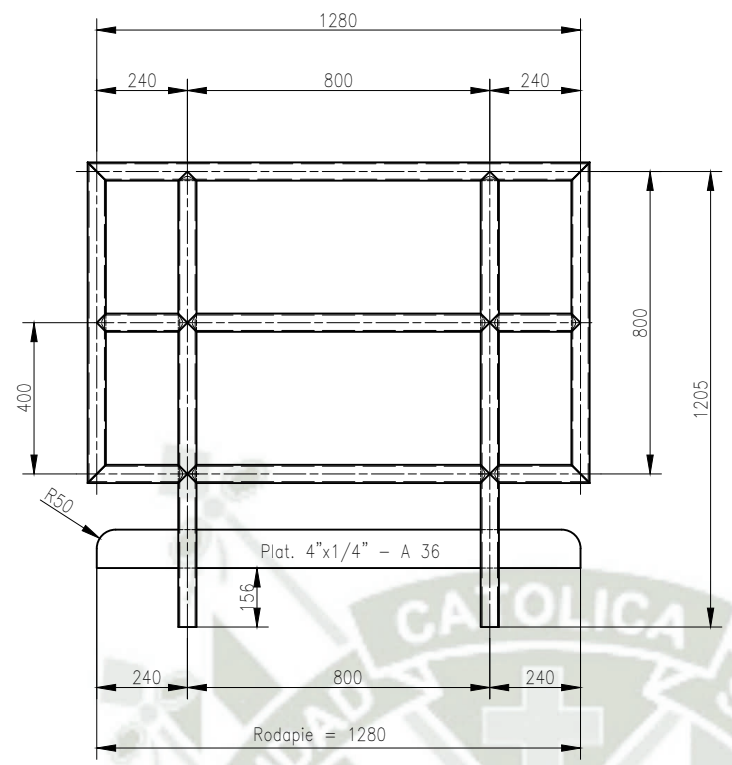
PROYECTO:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA PROYECTO INGENIERIA	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-017



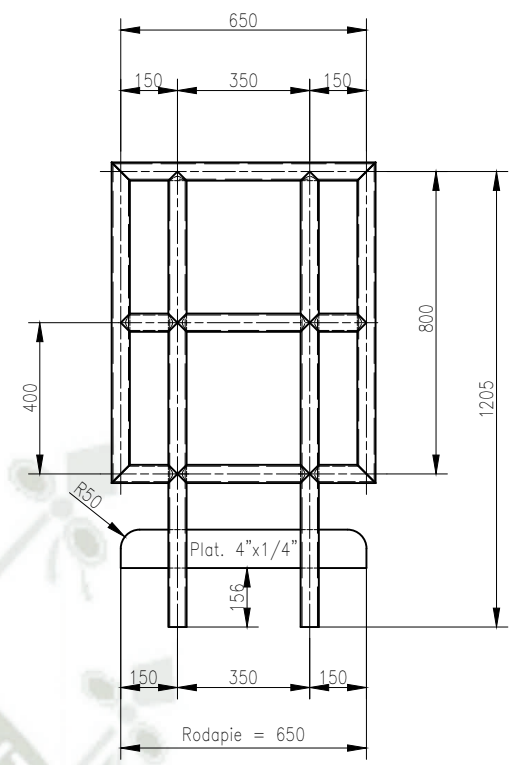
REV



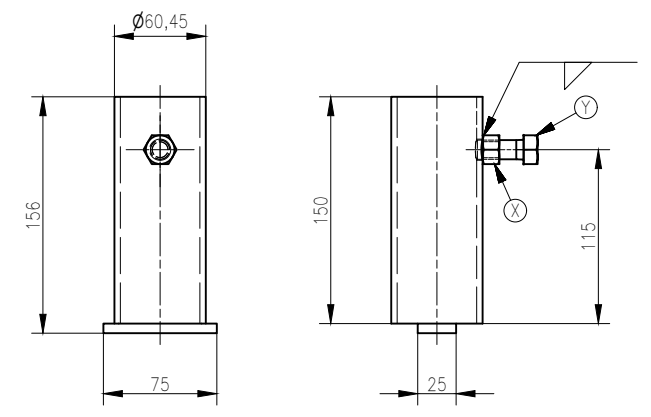
CODIGO	MATERIAL	CANT.
BAR-01	tubo Ø1 1/2" SCH40 A53	2



CODIGO	MATERIAL	CANT.
BAR-02	tubo Ø1 1/2" SCH40 A53	4

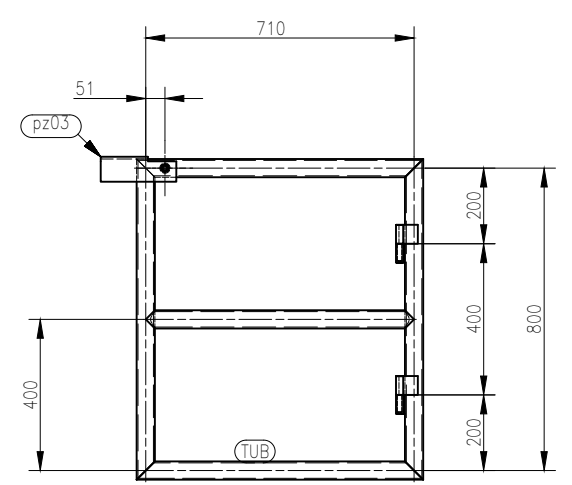


CODIGO	MATERIAL	CANT.
BAR-03	tubo Ø1 1/2" SCH40 A53	2

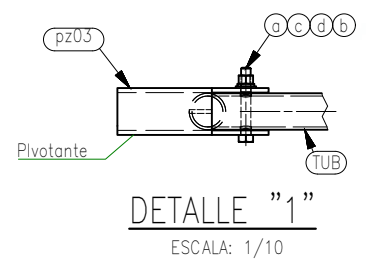


EM-02 / 16 UND. / LISTA PARA 01

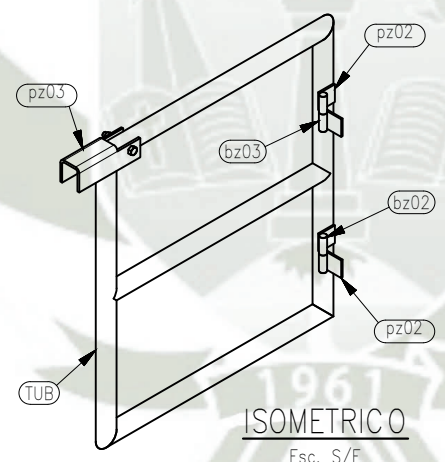
CODIGO	MATERIAL	CANT.
px01	tubo Ø2" SCH40 A53	1
px02	Plat. 1"x1/4" A36	1
X	Tuerca Hex. Ø1/2" UNC	1
Y	Perno Hex. Ø1/2"x1.25" UNC	1



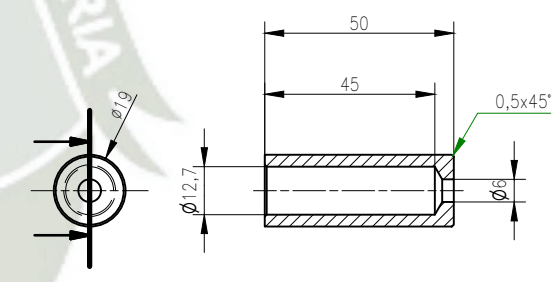
**ELEVACION**  
ESCALA: 1/20



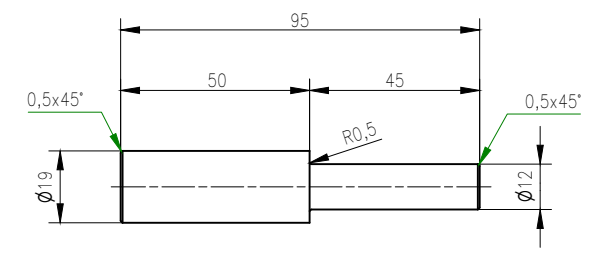
**DETALLE "1"**  
ESCALA: 1/10



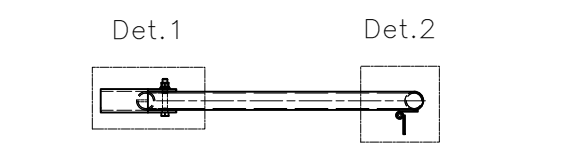
**ISOMETRICO**  
Esc. S/E



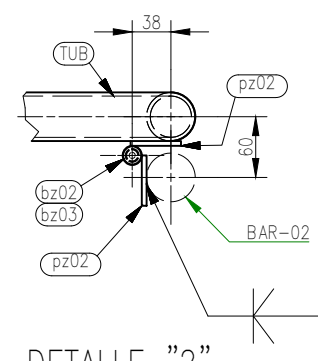
CODIGO	MATERIAL	CANT.
bz03	Barra de Ø3/4" A36	2



CODIGO	MATERIAL	CANT.
bz02	Barra de Ø3/4" A36	2



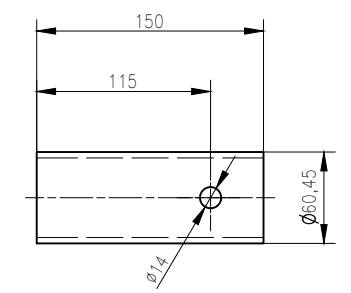
**PLANTA**  
ESCALA: 1/20



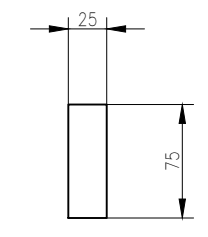
**DETALLE "2"**  
ESCALA: 1/7.5

BAR-04 / 02 UND. (01 Der. y 01 Izq.) / LISTA PARA 01

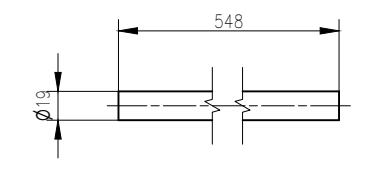
CODIGO	MATERIAL	CANT.
TUB	tubo Ø1 1/2" SCH 40	1
pz03	Pl. de 1/4" A36	1
pz02	Pl. de 3/16" A36	4
bz02	Barra de Ø3/4" A36	2
bz03	Barra de Ø3/4" A36	2
b	Tuerca hex. Ø1/2" - UNC	1
a	Perno hex. Ø1/2"x3 1/2" - UNC	1
d	Volanda de presion Ø1/2"	1
c	Volanda plana Ø1/2"	1



CODIGO	MATERIAL	CANT.
px01	tubo Ø2" SCH40 A53	16



CODIGO	MATERIAL	CANT.
px02	Plat. 1"x1/4" A36	16



CODIGO	MATERIAL	CANT.
bz01	Barra de Ø3/4" A36	4

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
0	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE CMAC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

APROBADO	
DISEÑADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
DIBUJADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
REVISADO POR: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
APROBADO POR: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020
JEFE DE PROYECTO: C. AGUILAR	FECHA: 8/09/2020
CLIENTE: U.C.S.M.	FECHA: 8/09/2020

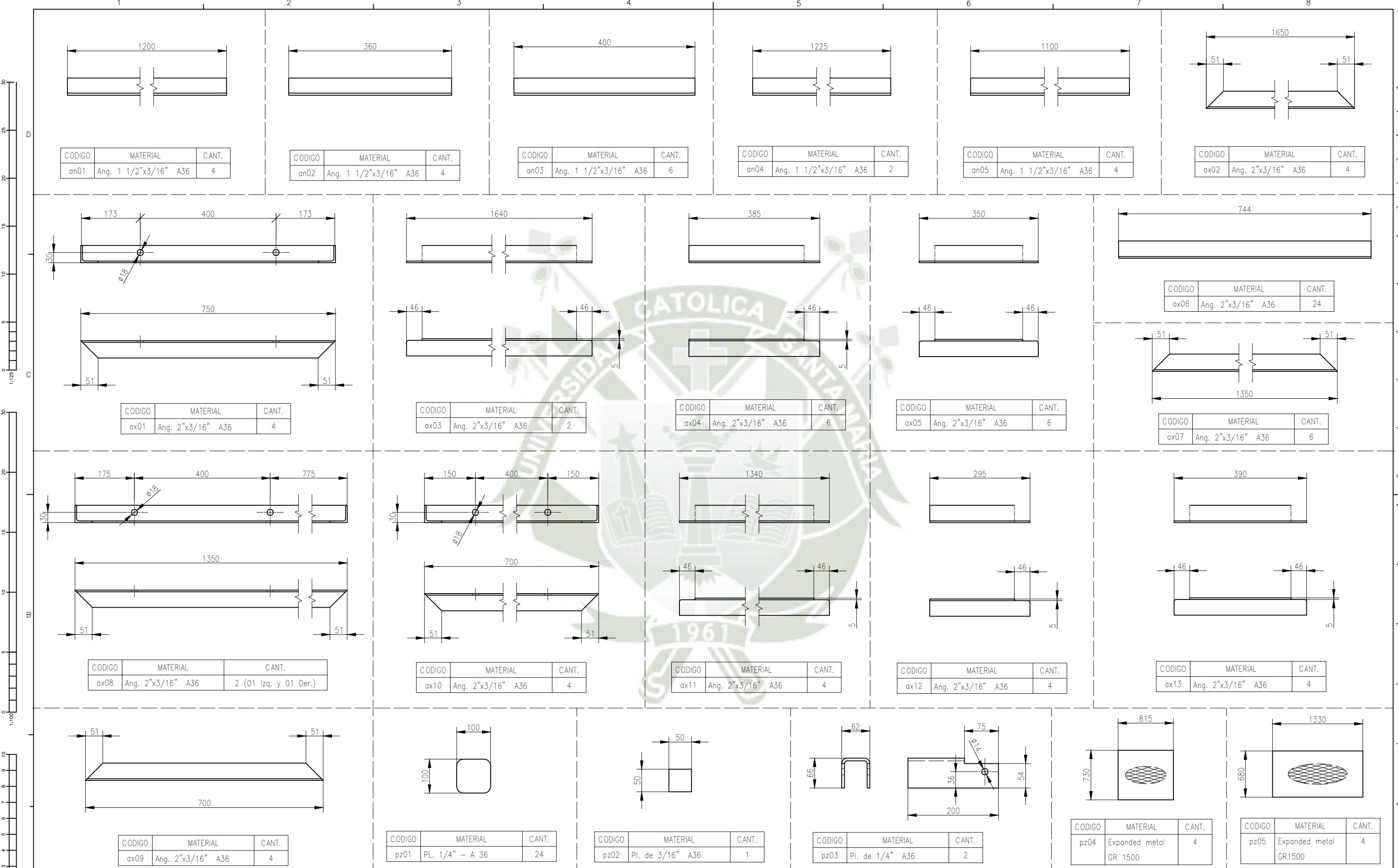
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA  
PROYECTO  
INGENIERIA

PLANO  
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES

ESCALA  
INDICADAS

NUMERO DE PLANO  
PRO0-E-015-ME-018

Universidad Católica  
de Santa María



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	04/09/20	EMITIDO PARA REVISION				
B	04/09/20	EMITIDO PARA APROBACION				
0	08/09/20	EMITIDO PARA FABRICACION				

CONFIDENCIAL  
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE CMAC  
SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

0 1/2" 1"

SI ESTA BARRA NO MIDE 100MM  
ESTE DIBUJO NO ESTA A ESCALA

APROBADO	FECHA :
DISEÑADO POR : C. AGUILAR	8/09/2020
DIBUJADO POR : C. AGUILAR	8/09/2020
REVISADO POR : C. AGUILAR	8/09/2020
APROBADO POR : U.C.S.M.	8/09/2020
JEFE DE PROYECTO : C. AGUILAR	8/09/2020
CLIENTE : U.C.S.M.	8/09/2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA  
PROYECTO  
INGENIERÍA

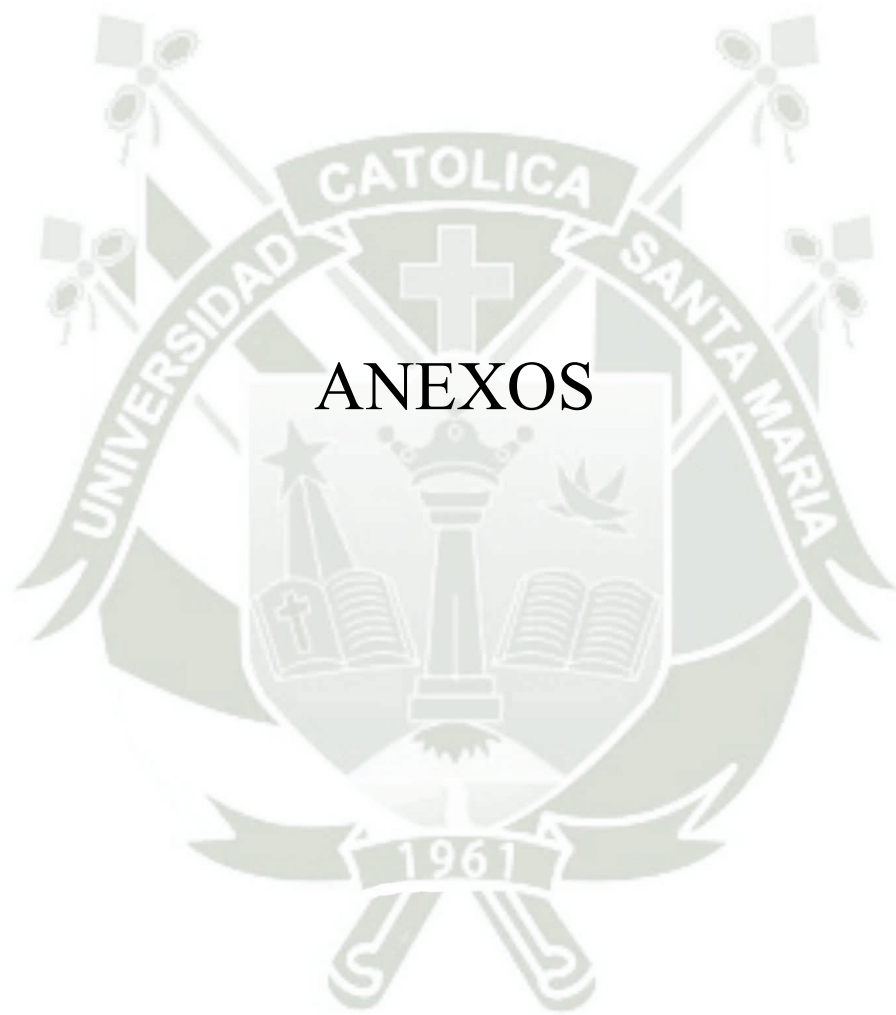
PLANO  
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
PLANTA-SECCIONES-ELEVACIONES

ESCALA  
INDICADAS

NUMERO DE PLANO  
PR00-E-015-ME-019

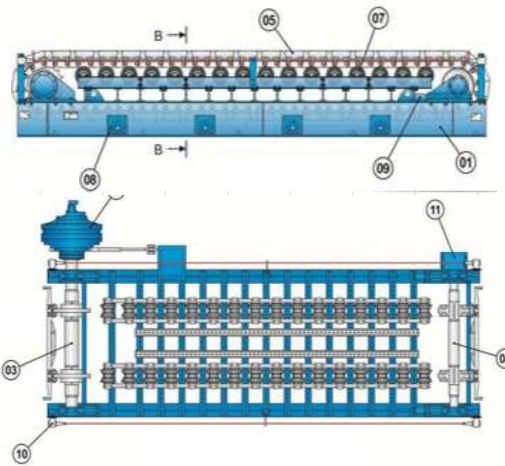
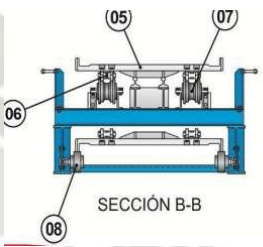
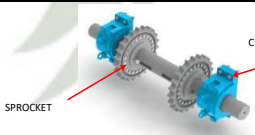
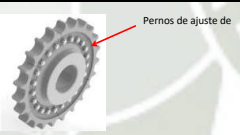
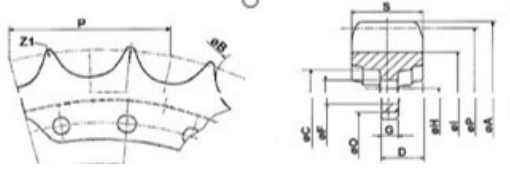
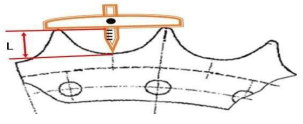
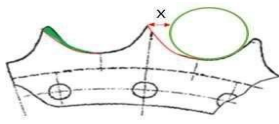
Universidad Católica  
de Santa María

ESCALA METRICA 1:75



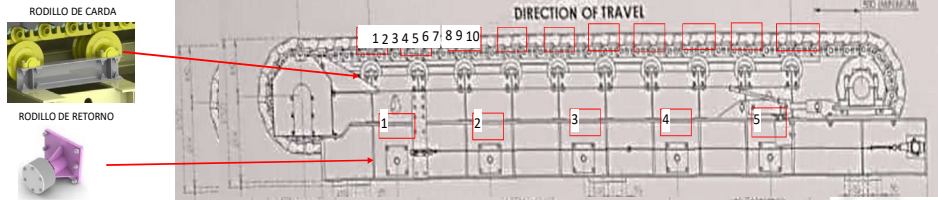
# ANEXOS

# Anexo A – PROTOCOLO DE INSPECCION Y MEDICION DE ALIMENTADOR DE PLACAS

PROTOCOLO DE INSPECCION Y MEDICION DE APRON FEEDER																													
SUPERVISOR																													
FECHA																													
DESCRIPCION GENERAL																													
					<p><b>LISTA DE PARTES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estructura principal</li> <li>2. Motor hidráulico.</li> <li>3. Conjunto eje motriz (eje, chumaceras, sprockets)</li> <li>4. Conjunto eje de cola (Eje, chumacera, ruedas guía)</li> <li>5. Bandejas de acero al manganeso</li> <li>6. Cadenas D4</li> <li>7. Rodillo de carga</li> <li>8. Rodillo de retorno</li> <li>9. Tensor de cadena</li> <li>10. Pull cord</li> </ol>																								
 <p style="text-align: center;">SECCIÓN B-B</p>																													
INSPECCION DE CONJUNTO EJE MOTRIZ																													
																													
LADO DERECHO					LADO IZQUIERDO																								
<b>Inspección de sprocket</b>					<b>Inspección de sprocket</b>																								
1. Inspección y/o cambio de pernos de sprocket (Torquear pernos)					1. Inspección y/o cambio de pernos de sprocket (Torquear pernos)																								
2. Inspección de fisuras en segmentos de sprocket (Usar líquidos penetrantes)					2. Inspección de fisuras en segmentos de sprocket (Usar líquidos penetrantes)																								
<b>Inspección de chumacera</b>					<b>Inspección de chumacera</b>																								
1. Verificar ajuste de pernos de chumacera (Torquear pernos)					1. Verificar ajuste de pernos de chumacera (Torquear pernos)																								
INSPECCION DE SEGMENTOS DE SPROCKET																													
					<p>Z (Numero de dientes): _____</p> <p>∅A (Diámetro exterior): _____</p> <p>∅B (Diámetro interior de dientes): _____</p> <p>P (Distancia entre 2 dientes): _____</p> <p>S (Espesor de Sproket): _____</p>																								
DESGASTE DE ALTURA DEL DIENTE					DESGASTE DE CARA DE CONTACTO DEL DIENTE																								
																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">ALTURA NOMINAL "L"</th> <th style="width: 15%;">DESGASTE 25%</th> <th style="width: 15%;">DESGASTE 50%</th> <th style="width: 15%;">DESGASTE 75%</th> <th style="width: 15%;">DESGASTE 100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #FFD700;"></td> <td style="background-color: #FF0000;"></td> </tr> </tbody> </table>					ALTURA NOMINAL "L"	DESGASTE 25%	DESGASTE 50%	DESGASTE 75%	DESGASTE 100%						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">ALTURA NOMINAL "X"</th> <th style="width: 15%;">DESGASTE 25%</th> <th style="width: 15%;">DESGASTE 50%</th> <th style="width: 15%;">DESGASTE 75%</th> <th style="width: 15%;">DESGASTE 100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #FFD700;"></td> <td style="background-color: #FF0000;"></td> </tr> </tbody> </table>					ALTURA NOMINAL "X"	DESGASTE 25%	DESGASTE 50%	DESGASTE 75%	DESGASTE 100%					
ALTURA NOMINAL "L"	DESGASTE 25%	DESGASTE 50%	DESGASTE 75%	DESGASTE 100%																									
ALTURA NOMINAL "X"	DESGASTE 25%	DESGASTE 50%	DESGASTE 75%	DESGASTE 100%																									
LADO DERECHO					LADO IZQUIERDO																								
SEGMENTO	MEDIDA L	% DESGATE	MEDIDA X	% DESGATE	COMENTARIOS	SEGMENTO	MEDIDA L	% DESGATE	MEDIDA X	% DESGATE	COMENTARIOS																		

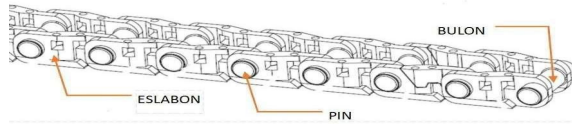
1						1					
2						2					
3						3					
4						4					
5						5					
6						6					

**INSPECCION DE RODILLOS DE CARGA Y RETORNO**



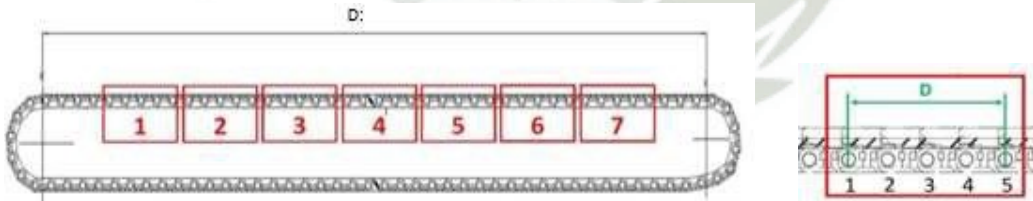
LADO DERECHO		LADO IZQUIERDO	
<b>Rodillos de carga</b>		<b>Rodillos de carga</b>	
1. Inspección y/o cambio de pernos de rodillos de carga		1. Inspección y/o cambio de pernos de rodillos de carga	
2. Cantidad de rodillos cambiados y posiciones		2. Cantidad de rodillos cambiados y posiciones	
<b>Rodillos de retorno</b>		<b>Rodillos de retorno</b>	
1. Inspección y/o cambio de pernos de rodillos de retorno		1. Inspección y/o cambio de pernos de rodillos de retorno	
2. Cantidad de rodillos cambiados y posiciones		2. Cantidad de rodillos cambiados y posiciones	

**INSPECCION DE CADENAS D4**



LADO DERECHO		LADO IZQUIERDO	
<b>Cadena D4</b>		<b>Cadena D4</b>	
1. Inspección de eslabones para identificar fisuras en los eslabones		1. Inspección de eslabones para identificar fisuras en los eslabones	
2. Inspección y/o cambio de pernos sueltos en bandejas		2. Inspección y/o cambio de pernos sueltos en bandejas	
3. Se realizó el cambio de pin y/o eslabon (cant.?)		3. Se realizó el cambio de pin y/o eslabon (cant.?)	
<b>Sistema de tension de cadena</b>		<b>Sistema de tension de cadena</b>	
1. Inspección visual al sistema tensor de faja		1. Inspección visual al sistema tensor de faja	
2. Deformación en pin u horquilla??		2. Deformación en pin u horquilla??	
3. Fugas de aceite en sistema hidráulico??		3. Fugas de aceite en sistema hidráulico??	

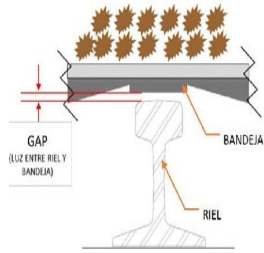
**MEDICION DE CADENA D4**



LADO DERECHO		LADO IZQUIERDO	
1. D (mm)		1. D (mm)	
Segmento 1		Segmento 1	
Segmento 2		Segmento 2	
Segmento 3		Segmento 3	
Segmento 4		Segmento 4	
Segmento 5		Segmento 5	
Segmento 6		Segmento 6	

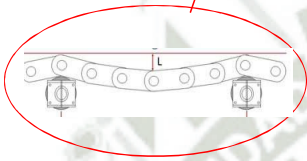
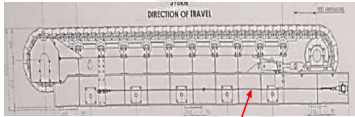
**MEDICION DE GAP DE RIEL Y BANDEJA**

¿LA MEDICION SE REALIZO CON CARGA?



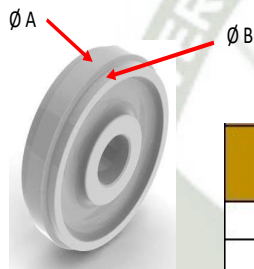
	Gap	Gap Riel	Gap Riel	COMENTARIOS
	Nominal	Derecho	Izquierdo	
RODILLO 2	3mm +/- 1 mm			
RODILLO 4				
RODILLO 6				
RODILLO 8				

MEDICION DE DEFLEXION DE CADENA D4



L nominal	30 - 20 mm	
MEDIDA L	CADENA DERECHA	CADENA IZQUIERDA
1		
2		
3		
4		

MEDICION DE DIAMETROS DE RUEDA

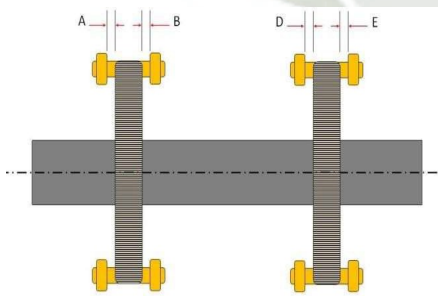


Ø A NOMINAL: \_\_\_\_\_

Ø B NOMINAL: \_\_\_\_\_

	RUEDA DERECHA	RUEDA IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA
			DESGASTE 25%	DESGASTE 25%
			DESGASTE 50%	DESGASTE 50%
ØA			DESGASTE 75%	DESGASTE 75%
ØB			DESGASTE 100%	DESGASTE 100%

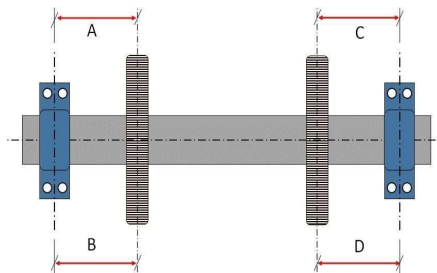
ALINEAMIENTO DE SPROCKET Y CADENA



SE TOMA MEDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE ENTRE LA CADENA Y EL SPROCKET

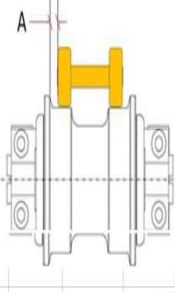
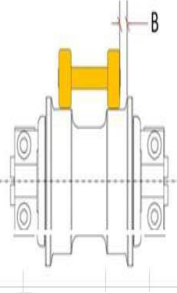
	DISTANCIA mm
A	
B	
C	
D	

ALINEAMIENTO DE SPROCKET Y CHUMACERA

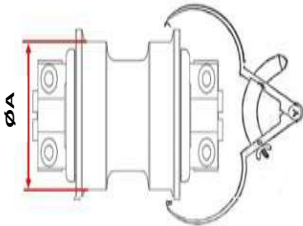
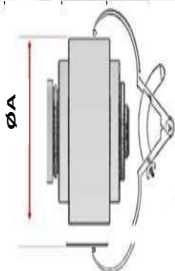


SE TOMA MEDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE ENTRE LA CHUMACERA Y EL SPROCKET

	DISTANCIA mm
A	
B	
C	
D	

RODILLOS DE CARGA LADO DERECHO		RODILLOS DE CARGA LADO DERECHO		DISTANCIA mm	A	B
				1		
				2		
				3		
				4		
				5		
				6		
				7		
				8		
				9		
				10		

**MEDICION DE RODILLOS DE CARGA Y RETORNO**

RODILLO DE CARGA		RODILLO DE RETORNO		RODILLOS DE CARGA	DERECHA	IZQUIERDA
		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				

RODILLOS DE RETORNO	DERECHA	IZQUIERDA
1		
2		
3		
4		
5		

Ø ANOMINAL: \_\_\_\_\_      Ø ANOMINAL: \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES ADICIONALES**





## Anexo B – COTIZACIONES

Lima, 02 de Junio de 2022

Señores:  
**CRISTHIAN AGUILAR**  
 DNI: 70017366  
 ATTE.: SR. HERBERT NUÑEZ.



### COTIZACIÓN N° 01305-22

CANTIDAD	UND	REFERENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	IMAGEN
4	UND	GARRUCHAS FIJAS. ENSAMBLADAS CON UN SOPORTE DE ACERO, ACABADO GALVANIZADO, DE GRUESO CALIBRE. RUEDA DE 8" X 2" EN POLIURETANO DURO COLOR NEGRO, CON DOBLE RODAJE INTERNO. REF.: S PU 44 A GND GARR. FIJA. <i>C/CARGA 550KG. C/U.</i>	\$ 80.30	\$ 321.2	
4	UND	GARRUCHAS GIRATORIAS. ENSAMBLADAS CON UN SOPORTE DE ACERO, ACABADO GALVANIZADO, DOBLE PISTAS DE ESFERAS Y GRACERA DE LUBRICACIÓN. RUEDA DE 8" X 2" EN POLIURETANO DURO COLOR NEGRO, CON DOBLE RODAJE INTERNO. REF.: S PU 45 A GND GARR. GIRAT. <i>C/CARGA 550 KG. C/U.</i>	\$ 85.20	\$ 340.8	
SON: SETENTA CON 52/100 DOLARES AMERICANOS.					
<i>T/C: S/</i>			SUB TOTAL	\$ 662.0	
			IGV 18%	\$ 10.76	
			TOTAL	\$ 781.16	

Saludos cordiales

**GIAN PIERE BRUNO A.**  
 RUEDAS Y GARRUCHAS INDUSTRIALES SAC  
 RPC: 983283307



## BEARING COMPANY S.A.C.

RUC: 20537170710

AV. SAN JUAN NRO. 980 URB.LAS MORAS - SAN LUIS

Teléfono: (01) 323-6239 - Movil: 981227831

RPM: #943811583 - RPC:954305252

E-mail: ventas@bercomsac.com www.bercomsac.com

### COTIZACION: BC1-00032097

FECHA : 02/08/2022  
SEÑOR : INGENIERIA MANTENIMIENTO CONSTRUCCION Y SERVICIOS S.A.C.  
DIRECCION : CAR.VIA DE EVITAMIENTO KM. 3 PT. ZAMACOLA (FRENTE AL GRIFO G  
TELEFONO : FAX :  
ATTE : REFERENCIA :  
VENDEDOR : OFICINA EMAIL : ventas@bercomsac.com

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

Item	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	CANTIDAD	P.UNIT.	ENTREGA	TOTAL
1	SY 60 TF	SKF	CHUMACERA DE PIE SY, UCP SY 60 TF	4.00	83.750	INMEDIATA	335.00
2	UCP212D1 - 60MM	NTN	CHUMACERA DE PIE UCP, SY UCP212D1 - 60MM	4.00	48.400	INMEDIATA	193.60

#### EN: DOLARES AMERICANOS

VALOR VENTA: US\$ 528.60

IGV: US\$ 95.15

TOTAL: US\$ 623.75

CONDICION DE PAGO : CONTADO  
VALIDEZ : 5 dias  
OBSERVACION :  
CTA. CTE BCP US\$ : 193-1889702-1-07  
CTA. CTE BCP S/. : 193-1898604-0-16

Sin otro particular y en espera a ser favorecido con su Orden de Compra, quedamos de usted.

Atentamente,

**DIANA PONCE**  
947335958



RUC: 20560474847

AV. DE LOS PATRIOTAS 673 MARANGA SAN MIGUEL LIMA-PERU

Central Telef.: +511 767 7138

<http://www.vsi Peru.com/>

**CLIENTE**

Razon Social: D & P STEEL MASTERS E.I.R.L.  
N° RUC: 20456238409  
Referencia: CRISTHIAN AGUILAR CHAVEZ

COTIZACIÓN	
Cotización N°	001 06187
Fecha:	4/05/2022
Moneda	Soles
Telefono: 953 251 046	

Estimados Señores:

Es grato dirigirme a Ustedes a fin de enviarles nuestra cotización por el material solicitado.

ID	CANT	UND	DESCRIPCION	P.UNIT.	IMPORTE
1	2	UND	CANAL U 6" X 8.20 LB X 6.0 MTS	686.62	1,373.25
2	5	UND	PLE.STRUC.A-36 6.00 X 1200 X 2400	993.35	4,966.74
3	4	UND	PLE.STRUC. A-36 12.00 X 1200 X 2400	1,986.39	7,945.58
4	4	UND	T.N.SCH40 A53-A106 API S/C 2" X 6MTS	255.70	1,022.81
5	1	UND	VIGA H A-36 4" X 13.00 Lb X 20'	1,071.88	1,071.88
6	1	UND	CANAL U 4" x 5.40 Lb x 6 mt	386.05	386.05
7	1	UND	PLE.STRUC. A-36 38.00 x 1200 x 2400	6,664.26	6,664.26
8	2	UND	PLE.STRUC. A-36 9.00 x 1200 x 2400	1,475.04	2,950.08
9	1	UND	PLE.STRUC. A-36 8.00 x 1200 x 2400	1,311.17	1,311.17
10	2	UND	PLE.STRUC.A-36 16.0 x 1200x 2400	2,737.49	5,474.99
11	1	UND	PLATINA 3/16" x 1" x 6 mt	38.17	38.17
12	3	UND	PLATINA 1/4" x 1" x 6 mt.	52.57	157.71
13	1	UND	T.N.SCH40 A53-A106-API S/C 4" X 6 MTS	771.91	771.91
14	2	UND	T.N.SCH40 A53-A106-API S/C 1.1/4" X 6 MTS	168.97	337.94
15	1	UND	ANGULO 3/16" x 1.1/2" x 6 mt.	102.99	102.99
16	1	UND	ANGULO 3/16" x 2" x 6 mt.	146.06	146.06
17	1	UND	VIGA H A-992 8" x 18.00 Lb x 20'	1,483.94	1,483.94
18	1	UND	VIGA H A-992 8" x 24.00 Lb x 20'	1,978.79	1,978.79
19	2	UND	VIGA H A-992 6" x 15.00 Lb x 20'	1,236.74	2,473.49
20	1	UND	T.N.SCH40 A53-A106-API S/C 6" X 6 MTS	1,386.55	1,386.55
21	1	UND	RED.LISO SAE 1020 75mm x 6.00mt	1,764.41	1,764.41
22	1	UND	RED.LISO A-36 3/4" x 6 mt.	91.24	91.24
23	2	UND	PLE.STRUC.A-36 19.0 x 1200x 2400	3,283.66	6,567.33
24	2	UND	T.N.SCH40 A53-A106-API S/C 1.1/2" X 6 MTS	200.78	401.56
25	1	UND	TUBO NEGRO STD. 1.1/2" x 6.40 mt I	167.07	167.07
26	1	UND	ANGULO 1/4" x 3" x 6 mt.	292.42	292.42
27	1	UND	PLE.ESTRIADA 4.40 x 1200 x 2400	776.56	776.56
28	4	UND	LINEA DE VIDA C/ AMORTIGUADOR DOBLE	441.52	1,766.07
29	1	UND	TENSOR GANCHO OJO 1/2" X 15" 06TGE	52.34	52.34

**ENTREGAS SON PROGRAMADAS**

**TIEMPO DE ENTREGA: 02-03 DÍAS ÚTILES DE ENVIADA LA OC Y GENERADO EL ABONO (SALVO PREVIA VENTA)**

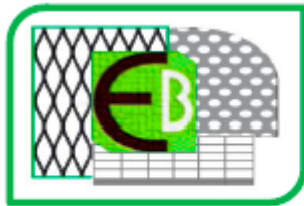
**SI SE CAMBIA LAS CANTIDADES SE RECOTIZARA**

**COORDINAR LA ENTREGA CON LOGISTICA ANTONIO CAMACHO 995557828**

**VALIDEZ DE LA OFERTA 2 DÍAS ÚTILES O HASTA AGOTAR STOCK**

**ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE DE ACEPTADA LA OC NO HAY LUGAR A DEVOLUCIONES NI CAMBIOS**

	SUB TOTAL	I.G.V. 18%	IMPORTE TOTAL
S/.	53,923.34 S/.	9,706.20	S/.
			<b>63,629.66</b>



RUC : 20563753332

## ENTERPRICE BUSINESS

Planta : Av. Del Bierzo # 101 - A Parque Industrial Ventar  
Central ++ 511 2464843 - 9975 20222

Ruc :	20491942348	Cotizacion :	EB- C
Empresa :	INGENIERIA MANTENIMIENTO CONSTRUCCION Y SERVICIOS S.A.C.-IMCO SERVICIOS		
Direccion :	Car. Via de Evitamiento Km. 3 Pt. Zamacola (Fre		Vendedor: GIANC
Contacto :	ERIKA	Fecha :	

De acuerdo a su solicitud presentamos nuestra proforma.

ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	UNITARIO
GR1500	1.00	METAL EXPANDIDO (FE) ASTM A-36. GR 1500 ESPESOR:4.70 MM VENA:8.00 MM DIAGONALES:35X135 DIMENSIONES 1200X2400	250.00

PRECIOS EN DOLARES INCLUYE IGV ( 18 % )

TOTAL US\$



## Anexo C – Hoja de datos de eslingas.



TIPO: Eslinga Standard Plana



Eslinga Plana Capacidad 5 Tn

CODIGO			LARGO	ANCHO	COEF.
DPT5000125601/16			1m a 8.5m	125 mm	6
5000 Kg	10000 Kg	4000 Kg	5000 Kg	7000 Kg	9000 Kg



Ficha Técnica /  
Certificado

TIPO: Eslinga Standard Plana



Eslinga Plana Capacidad 6 Tn

CODIGO			LARGO	ANCHO	COEF.
DPT6000150601/16			1m a 8.5m	150 mm	6
6000 Kg	12000 Kg	4800 Kg	6000 Kg	8400 Kg	10800 Kg



Ficha Técnica /  
Certificado

TIPO: Eslinga Standard Plana



Eslinga Plana Capacidad 8 Tn

CODIGO			LARGO	ANCHO	COEF.
DPT8000200601/16			1m a 8.5m	200 mm	6
8000 Kg	16000 Kg	6400 Kg	8000 Kg	11200 Kg	14400 Kg



Ficha Técnica /  
Certificado

TIPO: Eslinga Standard Plana



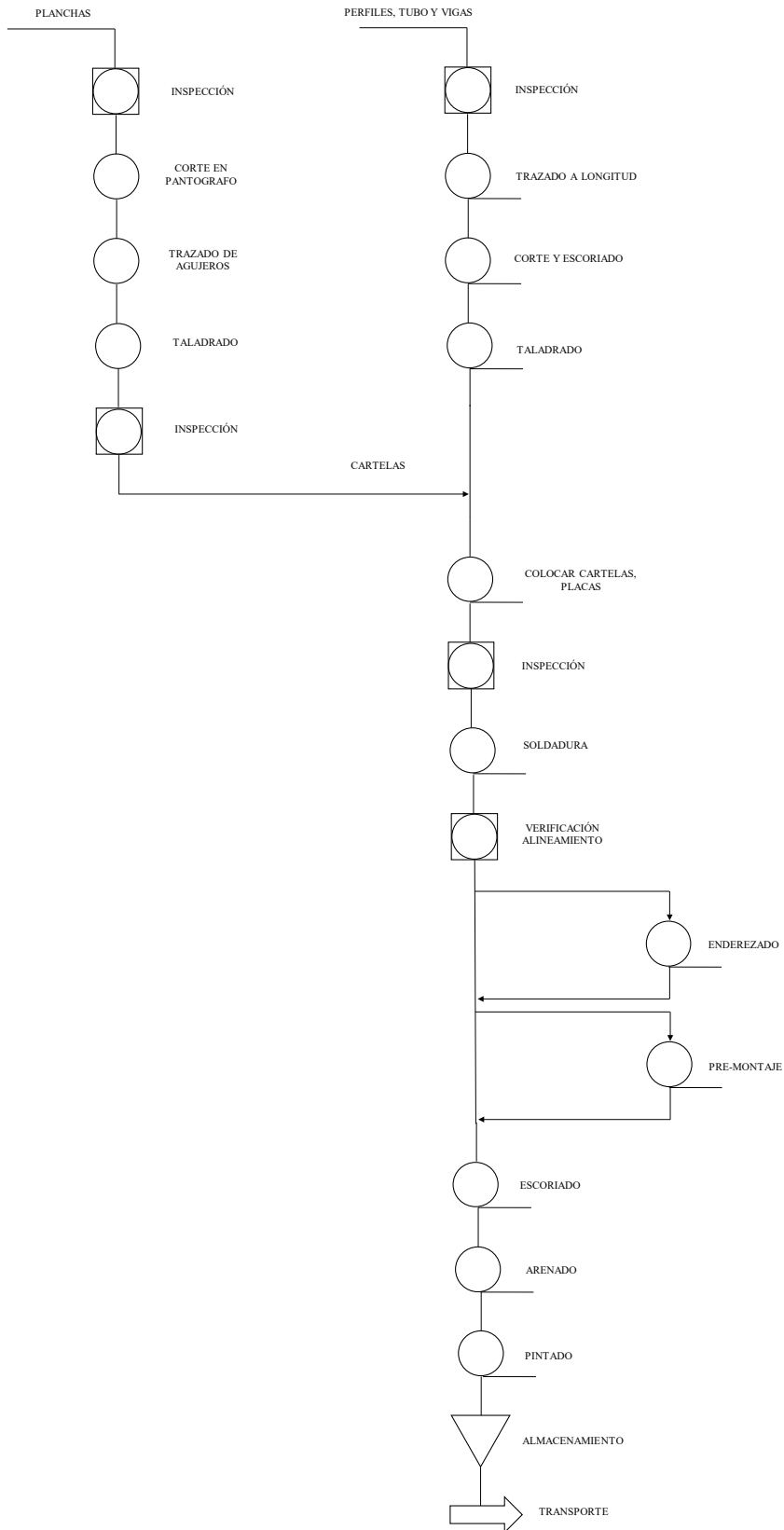
Eslinga Plana Capacidad 10 Tn

CODIGO			LARGO	ANCHO	COEF.
DPT1001250601/16			1m a 8.5m	250 mm	6
10000 Kg	20000 Kg	8000 Kg	10000 Kg	14000 Kg	18000 Kg

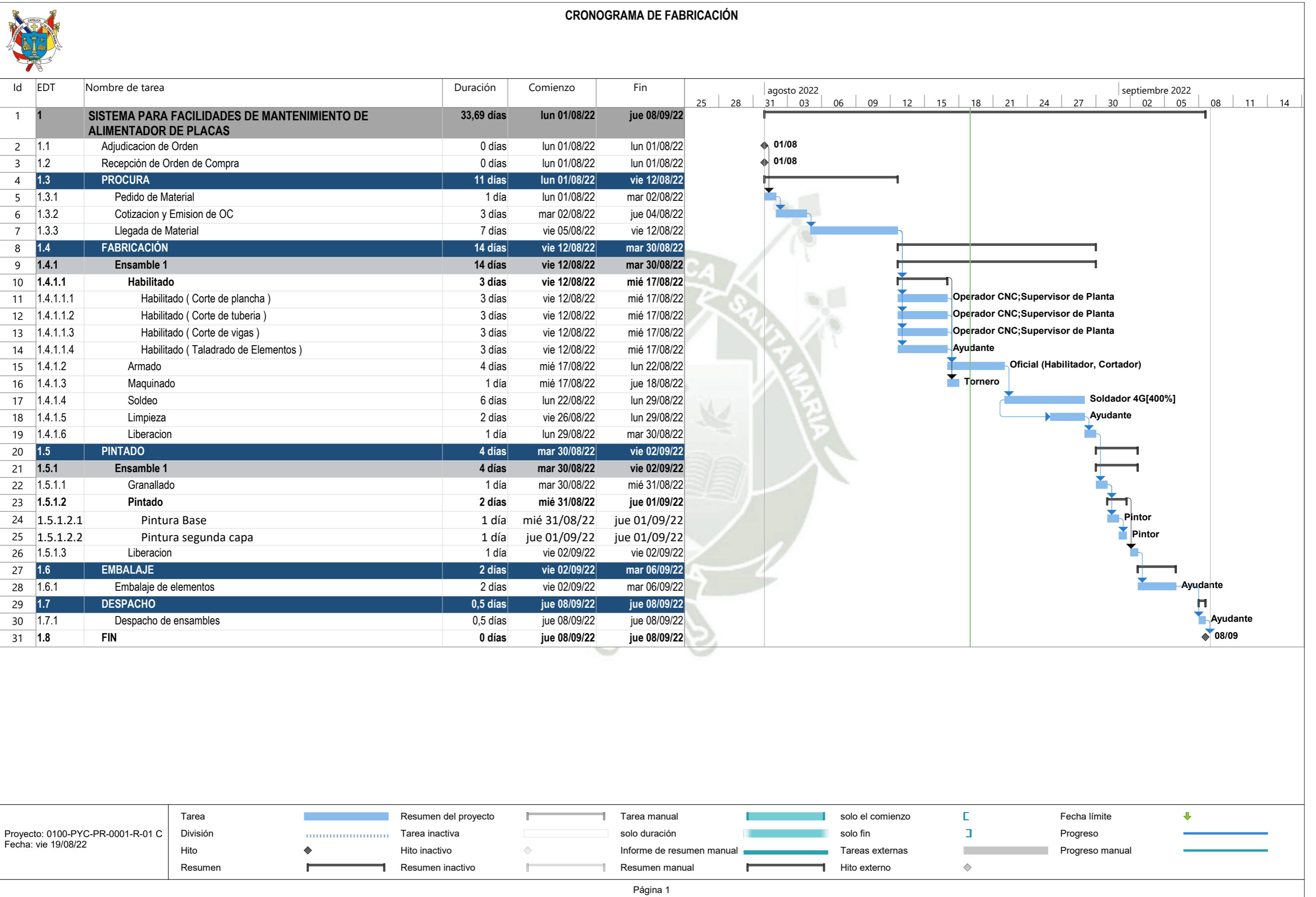


Ficha Técnica /  
Certificado

## Anexo D – Diagrama de flujo de fabricaciones



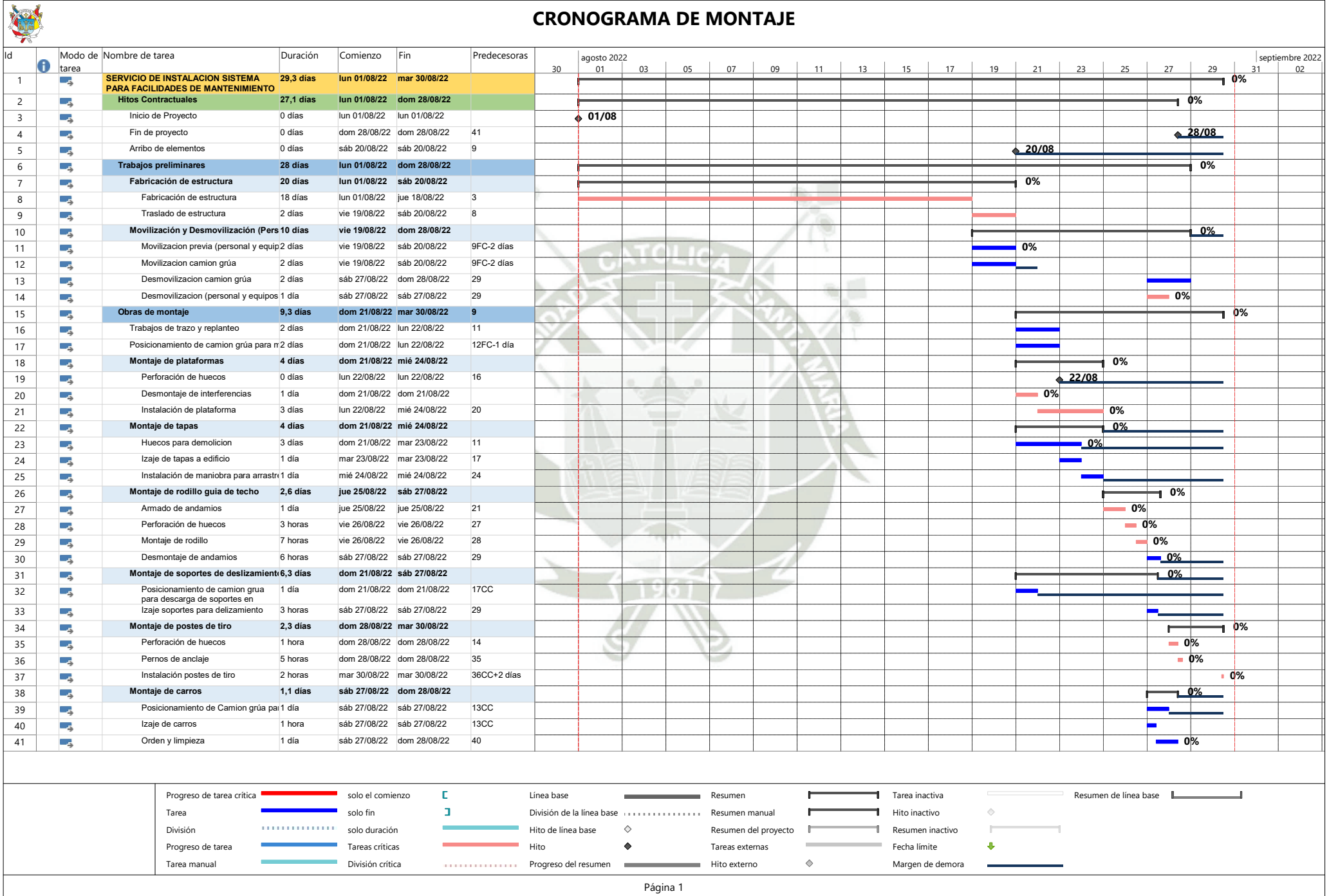
Anexo E – Cronograma fabricaciones y personal



Id	Nombre del recurso	Trabajo	Detalles	agosto 2022											septiembre 2022						
				31	03	06	09	12	15	18	21	24	27	30	02	05	08	11	14	17	
	Sin asignar	0 horas	Trabajo																		
	Adjudicacion de Orden	0 horas	Trabajo																		
	Recepción de Orden de Compra	0 horas	Trabajo																		
	Pedido de Material	0 horas	Trabajo																		
	Cotizacion y Emision de OC	0 horas	Trabajo																		
	Llegada de Material	0 horas	Trabajo																		
	Liberacion	0 horas	Trabajo																		
	Granallado	0 horas	Trabajo																		
	Liberacion	0 horas	Trabajo																		
	FIN	0 horas	Trabajo																		
1	<b>Supervisor de Planta</b>	<b>72 horas</b>	Trabajo						18h	54h											
	Habilitado ( Corte de plancha )	24 horas	Trabajo						6h	18h											
	Habilitado ( Corte de tubería )	24 horas	Trabajo						6h	18h											
	Habilitado ( Corte de vigas )	24 horas	Trabajo						6h	18h											
2	<b>Soldador 4G</b>	<b>192 horas</b>	Trabajo									60h	102h	30h							
	Soldeo	192 horas	Trabajo									60h	102h	30h							
3	Tornero	8 horas	Trabajo							7,5h	0,5h										
	<b>Maquinado</b>	8 horas	Trabajo							7,5h	0,5h										
4	Oficial (Habilitador, Cortador)	32 horas	Trabajo							7,5h	22,5h	2h									
	Armado	32 horas	Trabajo							7,5h	22,5h	2h									
5	Ayudante	60 horas	Trabajo						6h	18h			8,5h	7,5h		6h	10h	4h			
	Habilitado ( Taladrado de Elementos )	24 horas	Trabajo						6h	18h											
	Limpieza	16 horas	Trabajo										8,5h	7,5h							
	Embalaje de elementos	16 horas	Trabajo													6h	10h				
	Despacho de ensambles	4 horas	Trabajo															4h			
6	<b>Operador CNC</b>	<b>72 horas</b>	Trabajo						18h	54h											
	Habilitado ( Corte de plancha )	24 horas	Trabajo						6h	18h											
	Habilitado ( Corte de tubería )	24 horas	Trabajo						6h	18h											
	Habilitado ( Corte de vigas )	24 horas	Trabajo						6h	18h											
7	Pintor	16 horas	Trabajo																	16h	
	Pintura Base	8 horas	Trabajo																	8h	
	Pintura segunda capa	8 horas	Trabajo																	8h	

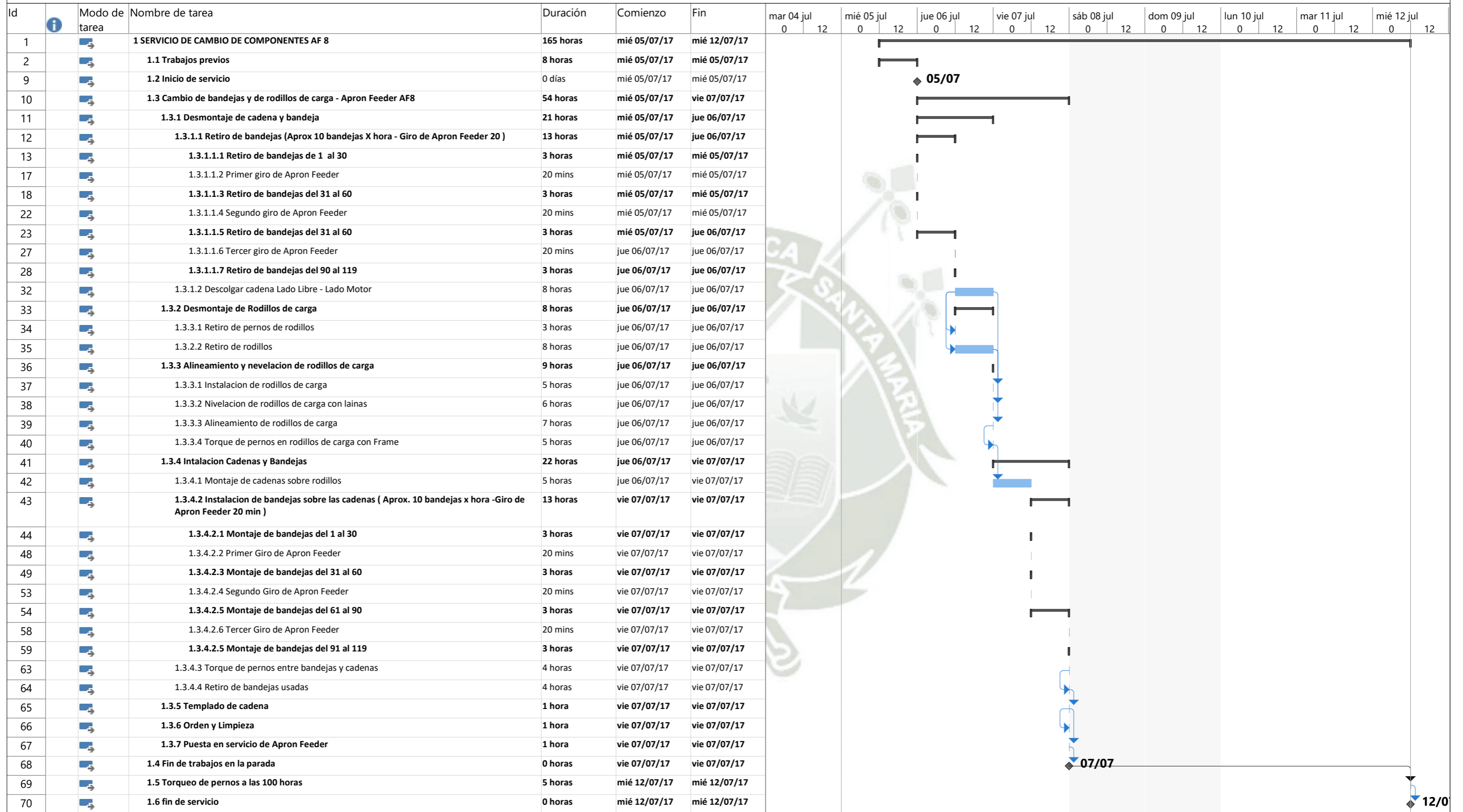
# Anexo F – Cronograma montaje

## CRONOGRAMA DE MONTAJE



Anexo G – Cronograma mantenimiento sin sistema

"Diagrama de Gantt del mantenimiento de Alimentador de placas"

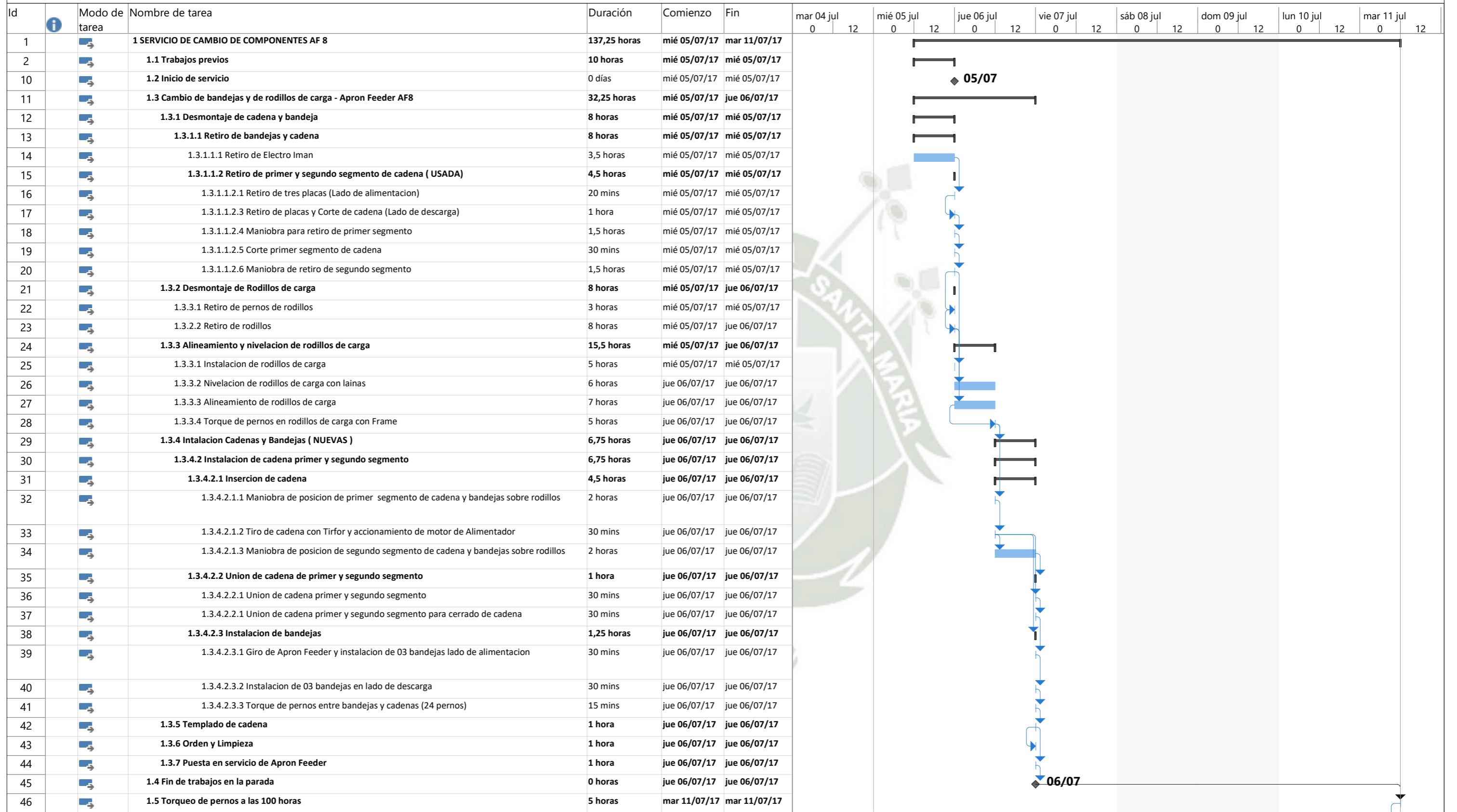


Proyecto: Diagrama de Gantt M  
Fecha: mar 30/08/22

Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

## Anexo H – Cronograma mantenimiento con sistema

"Diagrama de Gantt del mantenimiento de Alimentador de placas"



Proyecto: Diagrama de Gantt M  
Fecha: mié 31/08/22

Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			



"Diagrama de Gantt del mantenimiento de Alimentador de placas"

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	mar 04 jul		mié 05 jul		jue 06 jul		vie 07 jul		sáb 08 jul		dom 09 jul		lun 10 jul		mar 11 jul	
						0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
47		1.6 Instalacion de electroiman	5 horas	mar 11/07/17	mar 11/07/17																
48		1.7 Fin de servicio	0 horas	mar 11/07/17	mar 11/07/17																11/07



Proyecto: Diagrama de Gantt M Fecha: mié 31/08/22	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			