

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL
LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Diseño de un Elevador-Volteador de Contenedores de
Materia Prima en la Industria Cárnica”**

TRABAJO FINAL DE GRADUACION

Previo a la obtención del Título de:

Ingeniero Mecánico

Presentada por:

Víctor Alfredo Chicaíza Pita

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Federico Camacho por su colaboración. A TEPACORP y al Ing. Marco García, por la ayuda prestada en el diseño de este proyecto de graduación. Al Ing. Juan Bravo por la ayuda valiosa y continua en el desarrollo y finalización del trabajo.

DEDICATORIA

A Dios.

A mi esposa, Lcda. Ana Quiñónez por motivarme a finalizar mi carrera. A mi madre, Ing. Haydee Pita por ser la fuente de mi inspiración y ejemplo de superación.

A mi familia por apoyarme todos estos años de estudios.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Federico Camacho B.
DIRECTOR DEL TFG

Ing. Alfredo Torres G.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo Final de Graduación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Víctor Alfredo Chicaíza Pita

RESUMEN

En el presente trabajo se analizó el proceso general de llevar la materia prima, en este caso carne de res y aditivos, desde un determinado punto y elevarlo a un punto más alto del proceso para su posterior molienda y mezclado.

Los principales problemas que se tienen normalmente en este tipo de procesos son los siguientes: limitado espacio para operación de máquinas y equipos grandes como transportadores o montacargas, limitado espacio para construcción de rampas para la elevación del producto por medio manual, peligro de contaminación cruzada de la materia prima o del medio en donde se procesa y fatiga del personal que se encuentra laborando.

En base a lo expuesto, el objetivo de este proyecto de graduación fue diseñar una máquina que sea capaz de elevar y alimentar a una máquina de molienda de carne por medio de carros contenedores de materia prima de 250kg de capacidad.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	ii
INDICE GENERAL	iii
ABREVIATURAS	vi
SIMBOLOGÍA	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE PLANOS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1.....	2
1. DISEÑO CONCEPTUAL Y GENERALIDADES.	2
1.1 Descripción del Proceso de Elaboración de Embutidos Cárnicos.	3
1.1.1 Proceso de Elaboración.....	3
1.1.2 Generalidades del Embutido Cárnico.....	5
1.1.3 Normativas Técnicas para la Industria Alimenticia.....	7
1.2 Requerimientos Generales.....	9
1.3 Diseño Conceptual.....	10
1.3.1 Factores de Influencia.....	10
1.3.2 Soluciones Propuestas.....	12

1.3.3 Diseño de Forma del Equipo.....	15
CAPITULO 2.....	22
2. DISEÑO MECANICO DETALLADO DE LOS COMPONENTES	
MECANICOS.....	22
2.1 Mecanismo de Volteo.....	22
2.1.1 Componentes Principales.....	22
2.1.2 Carro Contenedor de Materia Prima.....	23
2.1.3 Brazos de Agarre.....	30
2.1.4 Eje para Brazos de Agarre.....	42
2.1.5 Bocines de Eje para Brazos de Agarre.....	48
2.1.6 Cinemática del Mecanismo de Volteo.....	50
2.1.7 Mecanismo Pivotante.....	52
2.2 Sistema de Elevación.....	55
2.2.1 Componentes Principales.....	55
2.2.2 Bocín Guía.....	56
2.2.3 Riel para Bocín Guía.....	58
2.2.4 Tornillo de Transmisión de Potencia.....	61
2.2.5 Selección de Rodamientos.....	67
2.2.6 Cubierta de Protección.....	72
2.2.7 Placas Base.....	74

2.3 Sistema de Transmisión de Potencia.....	75
2.3.1 Cálculo de la Potencia del Motor.....	75
2.3.2 Cálculo y Selección del Sistema de Transmisión.....	76
2.3.3 Selección del Motor Requerido.....	80
2.4 Modelado Virtual.....	82
2.4.1 Modelado Tridimensional.....	82
2.4.2 Simulación de Esfuerzos.....	86
2.4.3 Animación del Sistema.....	90
CAPITULO 3.....	91
3. PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION.....	91
3.1 Cronograma de Tareas.....	91
3.2 Presupuesto Detallado.....	94
CAPITULO 4.....	98
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
APÉNDICES.....	100
BIBLIOGRAFÍA.....	163

ABREVIATURAS

ISO	International Organization for Standardization
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
CPE	Código de Práctica Ecuatoriano
AWS	American Welding Society
AISC	American Institute of Steel Construction

SIMBOLOGÍA

rpm	Unidades de Velocidad Angular
kN, N	Unidad de Fuerza
mm, m	Unidad de Longitud
MPa	Unidades de presión

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Flujo sobre el Proceso de Elaboración de Embutidos Cárnicos.....	3
Figura 1.2	Resumen de los Fundamentos de la norma ISO 22000.....	8
Figura 1.3	Tipos Generales de Transportadores.....	13
Figura 1.4	Bosquejo de rampa que se debería usar para hacer el trabajo por medio manual.....	14
Figura 1.5	Bosquejo del Cuerpo del Carro a Usarse.....	15
Figura 1.6	Bosquejo del Bocín Guía a Usarse.....	16
Figura 1.7	Bosquejo de los Brazos.....	17
Figura 1.8	Bosquejo de Eje de Acople.....	17
Figura 1.9	Bosquejo de Conjunto Armado.....	18
Figura 1.10	Conjunto Global-Bosquejo.	19
Figura 1.11	Vista Frontal.....	20
Figura 1.12	Vista Superior.....	21
Figura 2.1	Forma Geométrica para el Diseño del Carro Contenedor.....	24
Figura 2.2	Distribución de la Carga dentro del Carro Contenedor.....	27
Figura 2.3	Carro Contenedor.....	28
Figura 2.4	Diagrama de Cuerpo Libre de Los Brazos Laterales del Carro Contenedor.....	29

Figura 2.5 Perfil a Usarse como Alas Laterales del Carro	
Contenedor.....	30
Figura 2.6 Brazos de Agarre.....	30
Figura 2.7 Diagrama de Cuerpo Libre para los Brazos de	
Agarre.....	31
Figura 2.8 Diagrama de Cortante para los Brazos de Agarre..	32
Figura 2.9 Diagrama de Momento para los Brazos de Agarre	33
Figura 2.10 Diagrama de Deflexiones para los Brazos de	
Agarre.....	34
Figura 2.11 Tubo de Unión entre los Brazos de Agarre.....	37
Figura 2.12 Análisis de Soldadura Entre los Brazos de Agarre y el	
Tubo de Acople.....	40
Figura 2.13 Factores Geométricos para Analizar la Soldadura como	
una Línea.....	40
Figura 2.14 Eje de los Brazos de Agarre.....	42
Figura 2.15 Diagrama de Cuerpo Libre para el Eje de los Brazos de	
Agarre.....	42
Figura 2.16 Diagrama de Cortante para Eje de los Brazos de	
Agarre.....	44
Figura 2.17 Diagrama de Momento para Eje de los Brazos de	
Agarre.....	45
Figura 2.18 Diagrama de Deflexiones para Eje de los Brazos de	

Agarre.....	46
Figura 2.19 Eje de los Brazos de Agarre y Los Bocines de	
Guía.....	49
Figura 2.20 Diagrama de Cuerpo Libre para Los Bocines de	
Guía.....	49
Figura 2.21 Posiciones Relativas del Carro Contenedor Permisibles	
para el Volteo.....	51
Figura 2.22 Brazo Pivotante.....	52
Figura 2.23 Diagrama de Cuerpo Libre para el Brazo	
Pivotante.....	52
Figura 2.24 Acople entre el Tubo Riel y los Bocines de Guía.	56
Figura 2.25 Diagrama de Cuerpo Libre para Los Bocines de	
Guía.....	57
Figura 2.26 Riel de los Bocines de Guía.....	58
Figura 2.27 Diagrama de Cuerpo Libre para El Riel de los Bocines	
de Guía.....	58
Figura 2.28 Diagrama de Cortante para El Riel de los Bocines de	
Guía.....	60
Figura 2.29 Diagrama de Momento para El Riel de los Bocines de	
Guía.....	60
Figura 2.30 Diagrama de Deflexiones para El Riel de los Bocines de	
Guía.....	61
Figura 2.31 Tornillo de Transmisión de Potencia.....	62

Figura 2.32 Referencia de Medidas Generales del Rodamiento Axial a Usarse.....	68
Figura 2.33 Medidas Geométricas del Rodamiento a Usarse...	69
Figura 2.34 Referencia de Medidas Generales de la Cajonera para el Rodamiento Axial.....	70
Figura 2.35 Referencia de Medidas Generales de la Chumacera a Usarse.....	71
Figura 2.36 Medidas Generales de la Chumacera a Usarse.....	71
Figura 2.37 Forma del Perfil a Usarse.....	72
Figura 2.38 Placa Inferior a Usarse.....	74
Figura 2.39 Tipo de Clasificación del Servicio para el Sistema Piñón-Cadena.....	77
Figura 2.40 Factor de Servicio para el Sistema Piñón-Cadena.	78
Figura 2.41 Tabla para la Selección del Tipo de Cadena a Usarse.....	79
Figura 2.42 Sistema de Transmisión de Potencia a Usarse...	80
Figura 2.43 Medidas Generales del Motor a Usarse.....	81
Figura 2.44 Datos Técnicos del Motor a Usarse.....	82
Figura 2.45 Control del Mallado del Software.....	84
Figura 2.46 Mallado del Carro Contenedor.....	85
Figura 2.47 Mallado del Eje de los Brazos de Agarre.....	85
Figura 2.48 Mallado de los Brazos de Agarre.....	86
Figura 2.49 Selección del Factor de Seguridad en el Software..	87

Figura 2.50 Control de Mallado.....	88
Figura 2.51 Simulación de Esfuerzos Obtenidos.....	88
Figura 2.52 Deformaciones Obtenidas.....	89
Figura 2.53 Factores de Seguridad Obtenidos.....	89
Figura 2.54 Vista de Perspectiva del Sistema.....	91
Figura 2.55 Animación del Sistema.....	92
Figura 3.1 Diagrama de Gantt del Proceso.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Costos por Mano de Obra.....	97
Tabla 3.2	Resumen de Horas a Laborar por Máquina.....	97
Tabla 3.3	Resumen de Costos por Mano de Obra.....	98
Tabla 3.4	Resumen y Costos de Materiales a Usar.....	99
Tabla 3.5	Resumen de Costos.....	99

ÍNDICE DE PLANOS

VCP-EV-PG-001 MEDIDAS GENERALES VCP-EV-PG-002
POSICIONES DE TRABAJO.

VCP-EV-PG-003 CONJUNTOS PRINCIPALES.

VCP-EV-PG-004 VISTAS PRINCIPALES.

VCP-EV-SE-001 SISTEMA DE ELEVACION.

VCP-EV-SE-002 TORNILLO DE POTENCIA.

VCP-EV-SE-003 BOCIN RIEL.

VCP-EV-SE-004 TUERCA DE TORNILLO.

VCP-EV-SE-005 BASE INFERIOR.

VCP-EV-SE-006 CUBIERTA DE PROTECCION.

VCP-EV-SE-007 CAJONERA.

VCP-EV-SE-008 TUBO RIEL.

VCP-EV-SE-009 ANGULO DE UNION.

VCP-EV-SM-001 SISMA MOTRIZ.

VCP-EV-SM-002 BASE SUPERIOR.

VCP-EV-SM-003 PIÑON 01.

VCP-EV-SM-004 PIÑON 02.

VCP-EV-SM-005 PLACA SOPORTE DE CHUMACERAS.

VCP-EV-SM-006 ANGULO TEMPLADOR.

VCP-EV-SM-007 RODAMIENTO SKF-51110 VCP-EV-SM-008
CHUMACERA FY25-TF-VA201.

VCP-EV-SM-009 MOTOR ELECTRICO.

VCP-EV-SV-001 SISTEMA DE VOLTEO.

VCP-EV-SV-002 CARRO CONTENEDOR.

VCP-EV-SV-003 BRAZOS DE AGARRE.

VCP-EV-SV-004 BOCINES.

VCP-EV-SV-005 GUIA DE PIVOTE.

VCP-EV-SV-006 EJE.

VCP-EV-SV-007TAPA DE CIERRE.

VCP-EV-SV-008 BOCIN DE PIVOTE.

INTRODUCCION

El TFG abarca principalmente lo siguiente:

En el capítulo 1 se describe el diseño conceptual de la máquina a diseñar a partir de la descripción de los procesos principales considerando los principales factores de influencia y los requerimientos generales basados tanto en normativas internacionales como ecuatorianas.

Con estos antecedentes, en el capítulo 2 se realizará el diseño mecánico detallado de los principales componentes de los mecanismos y sistemas que tiene el Elevador-Volteador para luego realizar un modelado tridimensional y una simulación de esfuerzos y deformaciones de estos componentes.

En el capítulo 3 se realizará un presupuesto de implementación que estará constituido por la elaboración de un cronograma de tareas para la elaboración del Elevador-Volteador seguido por un presupuesto detallado de los costos principales para la elaboración de este proyecto.

Finalmente en el capítulo 4 se darán las respectivas conclusiones y recomendaciones para el diseño e implementación de este proyecto.

CAPÍTULO 1

1. DISEÑO CONCEPTUAL Y GENERALIDADES

En el mundo de hoy se tienen algunos tipos de alimentos que consumimos entre ellos están los lácteos y sus derivados, las frutas y vegetales, las carnes y sus derivados y entre otros productos que se son de consumo masivo. El presente proyecto de graduación se desarrolla en un grupo de los derivados de la carne, los embutidos.

Para presentar los requerimientos que se generan en este proyecto se dará a continuación una introducción muy general sobre el procesamiento de embutidos cárnicos y los parámetros principales a conocer para el desarrollo del presente trabajo.

1.1 Descripción del Proceso de Elaboración de Embutidos Cárnicos

1.1.1 Proceso de Elaboración.

Los procesos principales en el procesamiento de embutidos cárnicos se muestran en el siguiente diagrama de flujo [01].

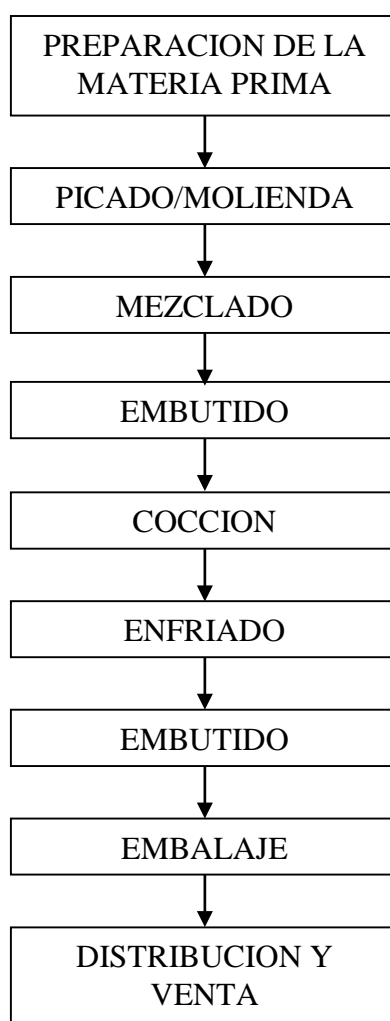


FIGURA 1.1 FLUJO SOBRE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS CÁRNICOS

En la etapa de preparación de la materia prima el proceso comienza desde el producto vivo (carne, pollo, cerdo, etcétera) hasta el proceso de deshuesado para separar la carne, grasa y tripaje de los huesos. En esta etapa se usan algunos elementos para llevar a cabo el proceso tales como guillotinas, sierras sin fin y entre otros.

Teniendo el producto clasificado se procede a realizar el picado o molienda en productos frescos o congelados, para este proceso se usan picadoras o molinos.

En el mezclado se realiza la adición de algunos componentes para elaborar embutidos. De acuerdo al tipo de embutido a preparar, se tiene una diferente formulación, entre los principales componentes se tienen los siguientes: carne (res, pollo o cerdo), hielo, mandioca, sal nitrificada, aditivos, condimentos y especias y entre otros componentes. Una vez que se tiene preparada la materia prima se procede al proceso de mezclado.

El proceso de embutición se lo logra a través de una embutidora y este equipo consiste en usar un polímero hecho a base de celulosa o el tripaje natural de los animales.

Una vez embutido el producto se procede a la etapa de cocción, este proceso se lo realiza en una cámara (dependiendo de la producción) y el tiempo de permanencia de este producto varía de acuerdo al tipo de embutido a preparar.

Al salir de la cámara de cocción se enfría dentro de una cámara, previo a su embalaje y distribución del producto al consumidor final.

Dado que este proyecto de graduación se analiza desde el punto de vista de la Ingeniería Mecánica. Solo se ha tratado en breves rasgos el procesamiento de embutidos cárnicos y para conocer más sobre estos procesos se recomienda revisar libros o artículos relacionados al tema.

1.1.2 Generalidades del Embutido Cárnico.

Al analizar las características generales del producto, embutidos cárnicos, se debe de indicar que este es un marco de estudio muy amplio dado que los embutidos cárnicos difieren mucho entre sí de acuerdo al tipo de carne o proceso, en algunos textos estos se clasifican de acuerdo a la práctica de elaboración, se presenta a continuación una breve descripción de estos.

Embutidos crudos, estos son elaborados con carnes y grasa crudas, sometidas a un ahumado o maduración, algunos de estos pueden ser los salamis y mortadelas.

Embutidos Escaldados, Estos embutidos, cuya pasta es incorporada cruda, sufriendo el tratamiento térmico (cocción) y ahumado opcional, luego de ser embutidos. Por ejemplo: mortadelas, jamón cocido, etc.

Embutidos cocidos, Estos embutidos se tiene cuando la totalidad de la pasta o parte de ella se cuece antes de incorporarla a la masa. Por ejemplo: morcillas, paté, etc.

La composición química de los embutidos es diferente entre el tipo que tengan, ya que el tratamiento previo de las carnes es diferente, una diferencia de ellos es algunos embutidos se requiere que la carne entre molida y en otros solo picadas, pero la composición general de los embutidos cárnicos es la siguiente:

- Carne de res de 2a fresca
- Carne de res de 3a fresca
- Carne de cerdo de 3a fresca
- Emulsión de grasa
- Emulsión de cuero
- Hielo

- Jarabe de Maíz
- Tocino de cerdo (dados)
- Sal nitrificada
- Mezcla de especias
- Azúcar
- Polifosfatos
- Ácido ascórbico

La composición en porcentaje depende del tipo de embutido a realizar.

1.1.3 Normativas Técnicas para la Industria Alimenticia

Existen varias normas de calidad para el procesamiento de alimentos, pero de forma internacional una de las más conocidas es la ISO 22000 [04].

La ISO 22000 [04] es un estándar internacional, que especifica los requisitos para un Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria, mediante la incorporación de todos los elementos de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (HACCP, sus siglas en inglés), junto a un sistema de gestión adecuado, que permita a la

organización demostrar que los productos que suministra cumplen con los requisitos de sus clientes, así como los requisitos reglamentarios que les son de aplicación en materia de seguridad alimentaria.

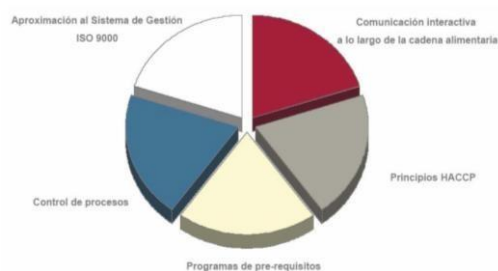


FIGURA 1.2 RESUMEN DE LOS FUNDAMENTOS DE LA NORMA ISO 22000

Con respecto al Ecuador se tiene mediante el Código de Práctica Ecuatoriano lo siguiente: Principios Generales de Higiene de los Alimentos [02] que tiene como objetivo principal orientar a las empresas que identifiquen los principios básicos para que los alimentos sean inocuos y aptos para el consumo humano. Adicional a este código general también se encuentra Higiene Para la Carne [03]

También se encuentran algunas normas muy usadas en otros países para que el lector tenga como referencia, ya que el objetivo de este

trabajo es el diseño de un equipo, estos códigos se mencionan a continuación:

Canadian Quilters' Association (CQA), El Aseguramiento de la Calidad Canadiense es una norma similar a la ISO 22000 que se basa de igual forma en las normas HACCP.

La norma Chilena NCh-ISO 22000 que es prácticamente idéntica a la ISO 22000, pero solo está registrada en Chile.

1.2 Requerimientos Generales

Se debe de identificar los siguientes requerimientos del cliente en forma general:

- Transportar la materia prima (carne picada o molida) desde el área de molienda/picado al área de mezclado
- Alimentación de la materia prima a un mezclador a una altura aproximada de 2000mm
- Se considera una mezcladora con una boca de alimentación de 800X800mm.
- Se usa un mezclador con capacidad de 250kg de materia prima.

Dado estas premisas se tiene como objetivo el diseñar una máquina que pueda alimentar a la mezcladora que se está usando en el proceso de fabricación de embutidos cárnicos

1.3 Diseño Conceptual

Identificado el requerimiento se debe de realizar un análisis previo antes de su diseño formal, a continuación se presenta los principales factores de influencia que se deben de considerar para este diseño.

1.3.1 Factores de Influencia

Para facilitar la detección de los principales factores de influencia que se encuentran dentro del procesamiento se clasificará a continuación estos factores para mejorar su comprensión de la siguiente manera:

- Factores de Seguridad Alimentaria [01] [02] [03]
- Factores de Ergonomía.
- Factores de Seguridad Física

Para los factores de seguridad alimentaria se debe procesar con los respectivos códigos internacionales tales como la ISO 9000 [01] y

ejecutando los Códigos de Práctica Ecuatoriano [02] [03], para este documento se analiza el movimiento de la materia prima desde el área de picado y molienda a la etapa de mezclado.

En esta etapa debe haber la menor cantidad de contaminación cruzada tales como la manipulación inapropiada de los componentes y el material que contendrá a los elementos que son para la fabricación del embutido cárnico [02] [03], para esto en primera instancia se considera que el material que se encuentra en contacto con la materia prima debe ser de grado alimenticio.

Entre los factores de ergonomía se debe de considerar que la materia prima se debe de mover desde el picado y/o molienda a la etapa de mezclado y que por lo tanto debe de moverse la materia prima de una manera cómoda y sin dificultades.

Como un análisis adicional este sistema debe de considerar los factores de seguridad física o personal, para ello el elemento debe de ser seguro para el personal que se encuentra trabajando en el área.

Dados estos factores en forma general se proponen algunas alternativas de solución en donde se consideraran estos factores de

influencia para poder seleccionar el mejor diseño de acuerdo a los factores mencionados

1.3.2 Soluciones Propuestas

Hay un gran número de alternativas que se puede proponer, se propone a continuación tres alternativas para seleccionar.

1) *Transportador alimentador*: En los transportadores se tiene una gran variedad, tales como de banda, de cadena o de tornillo sinfín y estos poseen una gran ventaja, esta es la alimentación continua de la materia prima, pero evaluando las condiciones del mismo se tiene varios elementos en contra que impiden que pueda ser una buena opción, estos juicios son. Posible contaminación cruzada de la materia prima y esta puede ocurrir entre los componentes mecánicos y la materia prima o el medio en donde se encuentra, mala distribución del espacio de trabajo y peligro de enganche del personal al equipo.

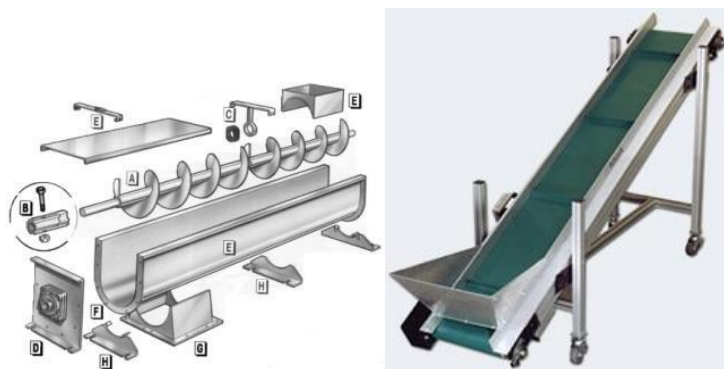


FIGURA 1.3 TIPOS GENERALES DE TRANSPORTADORES

2) *Por medio manual*, En este caso se puede transportar por medio de carros contenedores, en donde el producto se transportará por medio manual desde el área de picado y molienda hasta el área de mezclado, la desventaja de este proceso es el esfuerzo que tendrá que realizar el operario para alimentar al mezclador a una altura de 2200mm y al subir una rampa o algún mecanismo elevador en donde pueda subir el coche, este se encontrará con el acto seguido de realizar el volteo del mismo, para cualquiera de estos casos se requiere de mucho espacio de trabajo, como se aprecia en la figura siguiente.

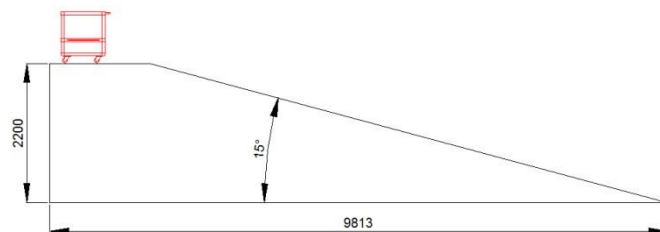


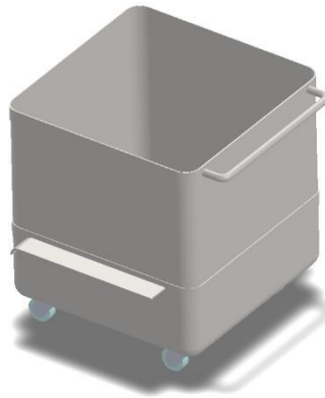
FIGURA 1.4 BOSQUEJO DE RAMPA QUE SE DEBERÍA USAR PARA HACER EL TRABAJO POR MEDIO MANUAL

3) *Diseño de una máquina*, para el diseño de esta máquina debe de cumplir ciertos requisitos, el primero es que no ocupe mucho espacio en el área de trabajo y provea al carro contenedor de materia prima (sea del tipo que sea) un mecanismo de elevar y voltear el carro mencionado y en este caso el personal que se encuentre alimentando a la mezcladora solo tendrá que realizar el trabajo de mover el carro en línea horizontal y esto no producirá mucho esfuerzo al mismo.

Por lo tanto, en ausencia de máquinas tradicionales que permitan realizar este proceso se selecciona la opción 3 de diseñar una máquina capaz de elevar y voltear el producto cárnico por medio de carros que contengan la materia prima.

1.3.3 Diseño de Forma del Equipo.

Seleccionado el tipo de sistema a usar, se procede a diseñar un máquina que pueda elevar un carro contenedor de carne de 250kg (capacidad indicada en los requerimientos del cliente) se debe de diseñar primero el coche con esta capacidad. La densidad del producto a contener es de 850kg/m³ y el coche se lo diseñará de forma cubica como se aprecia en la figura.



**FIGURA 1.5 BOSQUEJO DEL CUERPO DEL
CARRO A USARSE**

Una vez diseñado el coche se diseña el sistema elevación se utilizará un tornillo de transmisión de potencia para poder elevar el carro contenedor de producto cárnico. Este sistema estará compuesto por un riel que sostendrá a un eje en el cual se acoplará los brazos de agarre como se aprecia en la figura.

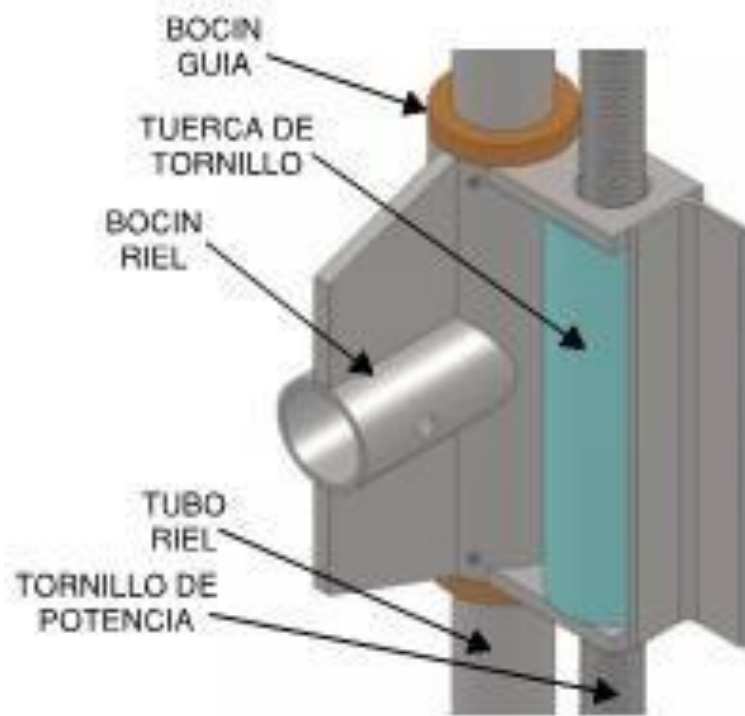


FIGURA 1.6 BOSQUEJO DEL BOCÍN GUÍA A USARSE

Para el sistema de Volteo se tendrás unos brazos que puedan acoplarse al carro contenedor y por medio de un pivote se controlará los ángulos de carga y descarga del carro.

Los brazos de agarre se diseñarán para acoplarse con los apoyos laterales del carro contenedor de producto cárnico, estos brazos se los hará de plancha en AISI-304 y cada brazo se acoplará con un tubo cedulaado como se aprecia a continuación.

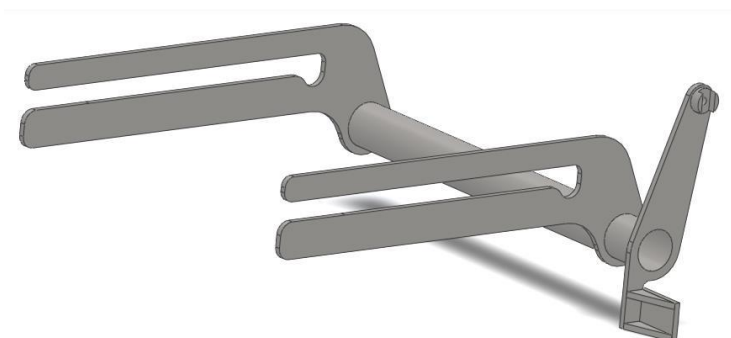


FIGURA 1.7 BOSQUEJO DE LOS BRAZOS

Estos brazos de agarre se acoplaran al sistema de elevación por medio de un eje que se acoplan con unos bocines de apoyo que descansa en el tubo cedulado de los brazos de agarre

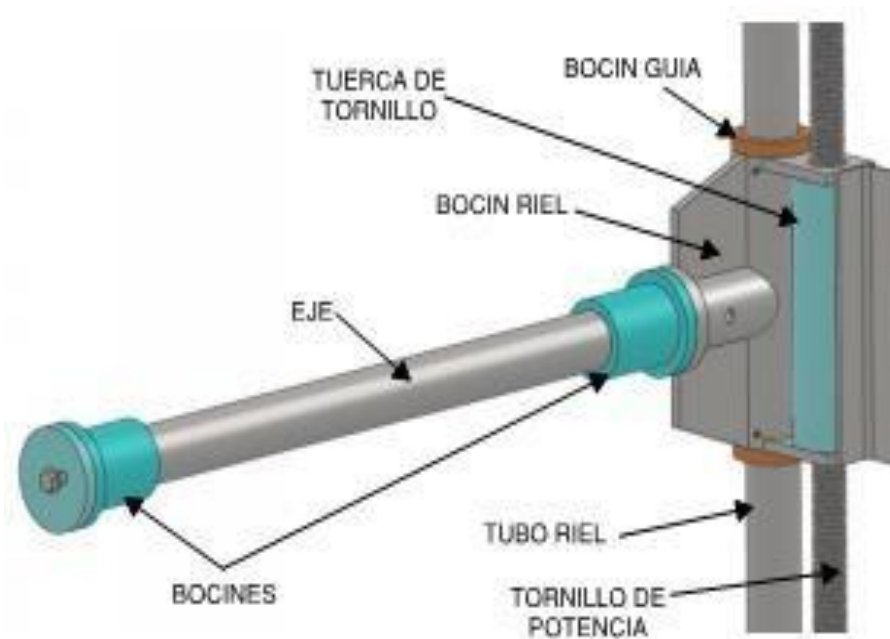


FIGURA 1.8 BOSQUEJO DE EJE DE ACOPLE

Como conjunto general se tendrá lo siguiente:

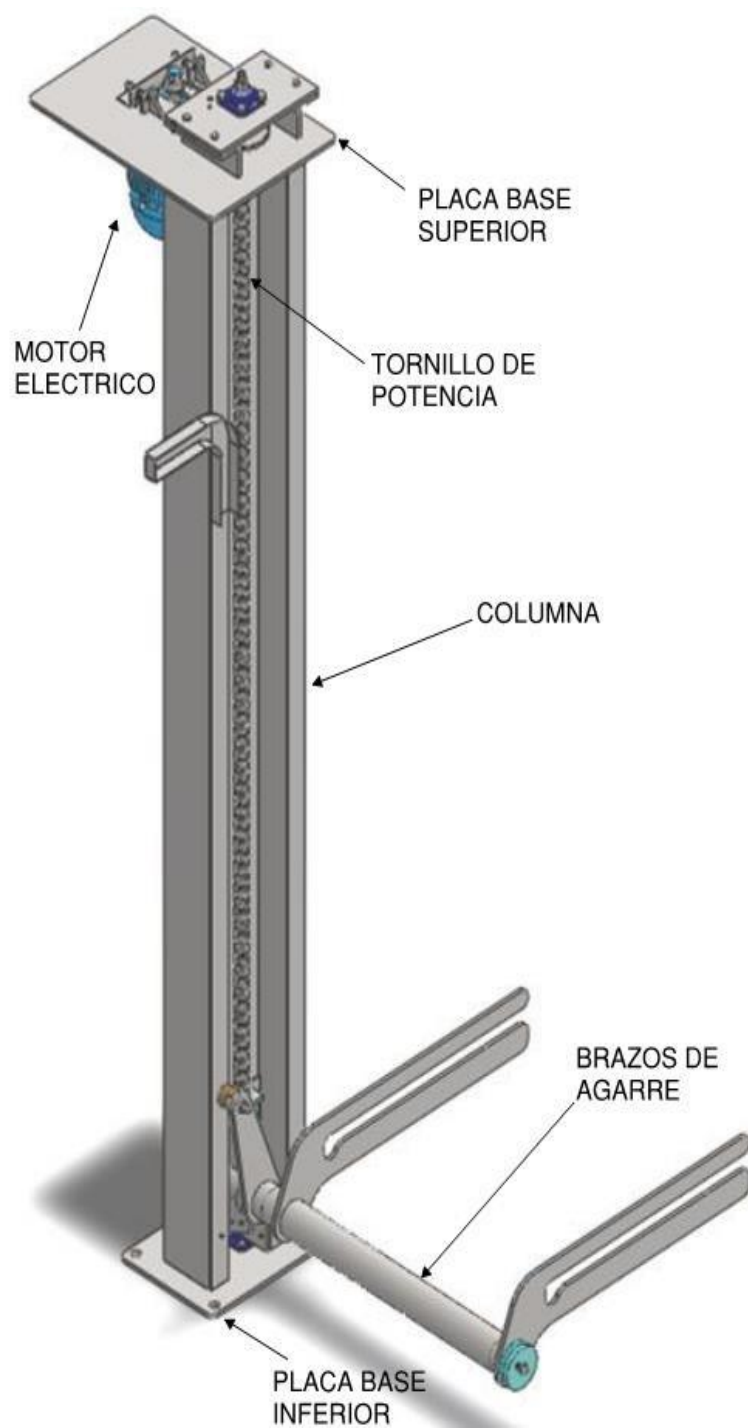
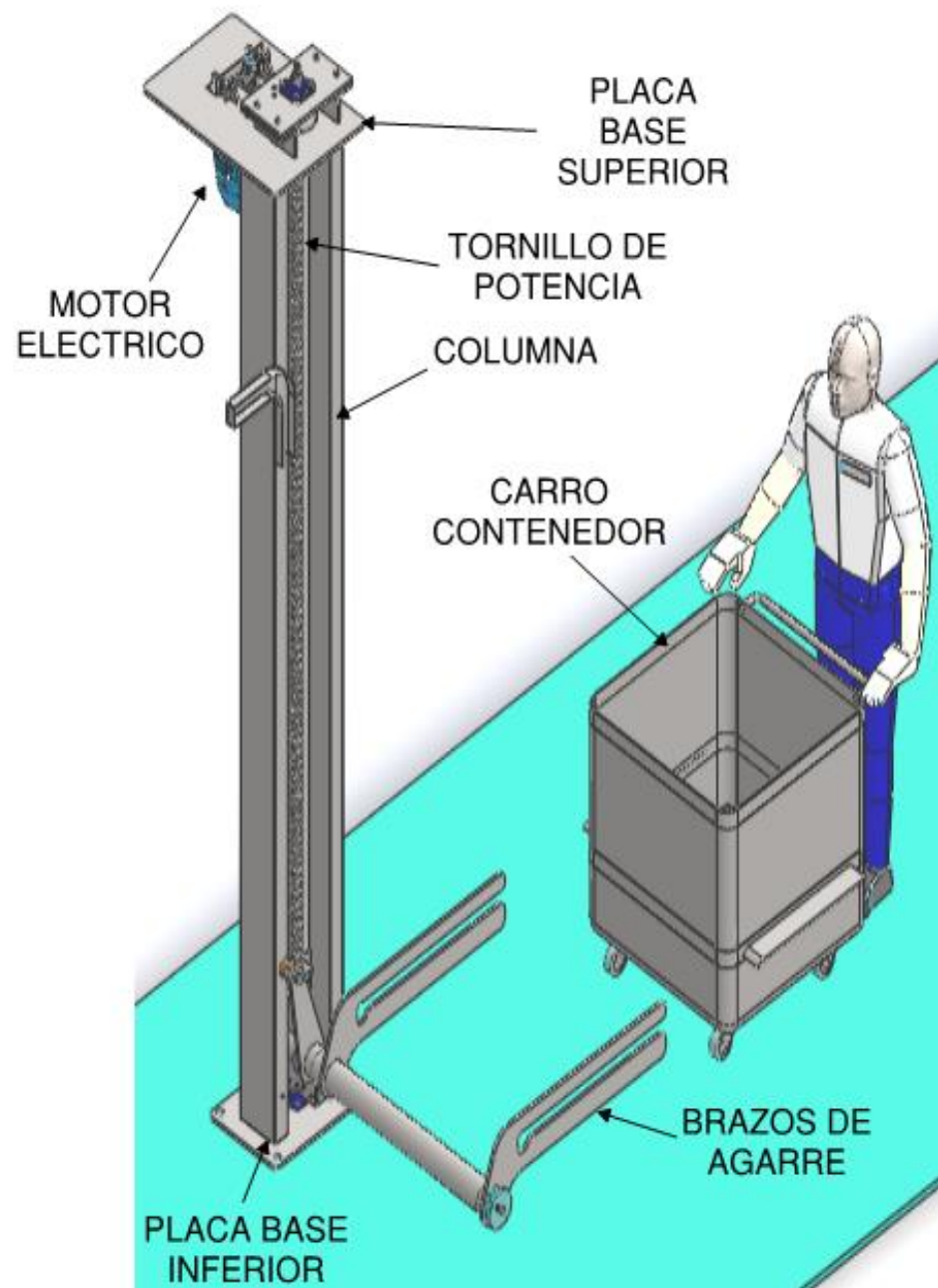


FIGURA 1.9 BOSQUEJO DE CONJUNTO ARMADO



**FIGURA 1.10 CONJUNTO GLOBAL-
BOSQUEJO**

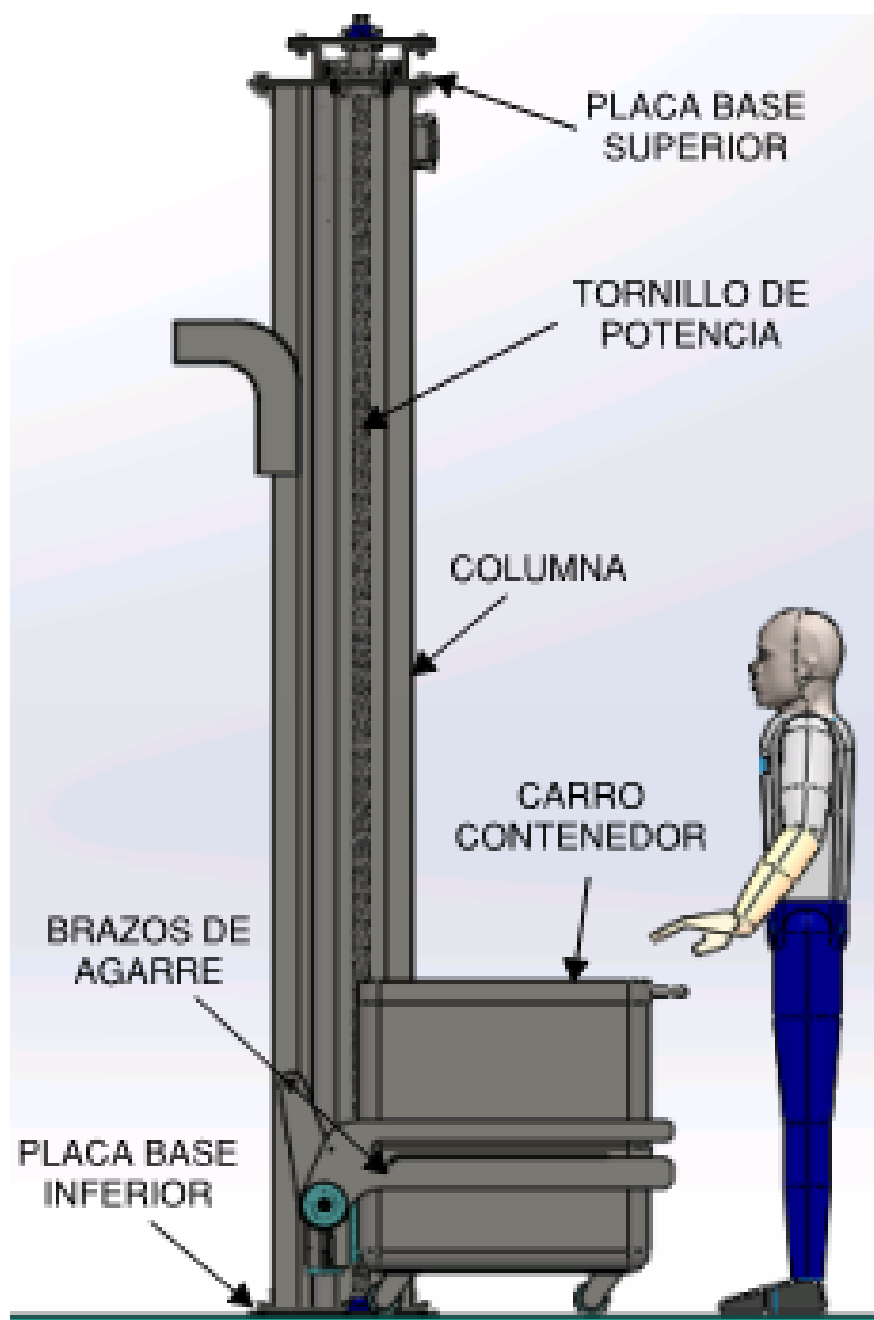


FIGURA 1.11 VISTA FRONTAL

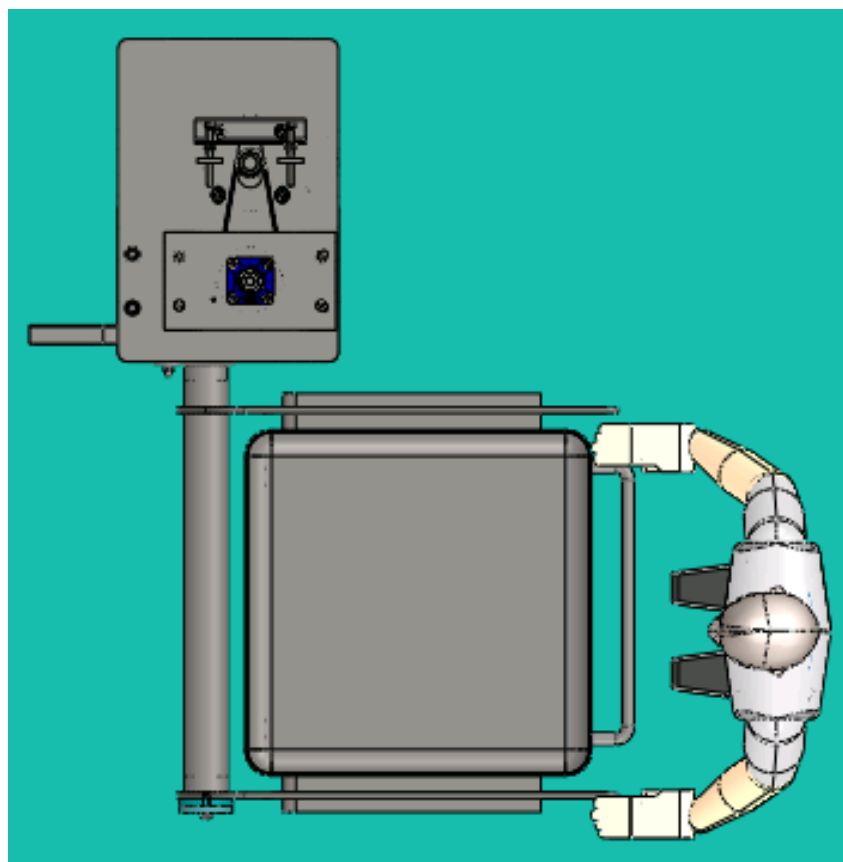


FIGURA 1.12 VISTA SUPERIOR

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO MECANICO DETALLADO DE LOS COMPONENTES MECANICOS

En el capítulo 1 se ha mencionado el Diseño Conceptual de la Máquina a diseñar, a continuación se detalla sus sistemas principales y a describir los componentes del Elevador-Volteador Tipo Columna.

2.1 Mecanismo de Volteo.

2.1.1 Componentes Principales

El primer sistema a analizar es el sistema de volteo, esto se lo ha denominado así debido a que cada uno de estos componentes necesarios para el volteo del carro contenedor de embutido

cárnico, entre los componentes principales a analizar se indica los siguientes los siguientes:

1. Carro Contenedor
2. Brazos de Agarre.
3. Eje y bocines para agarre de brazos
4. Bocines
5. Mecanismo Pivotante

En este ítem se ha integrado el diseño del carro contenedor debido a que el mismo es importante para el diseño de los brazos de agarre de la máquina

2.1.2 Carro Contenedor de Materia Prima.

Para el diseño del carro contenedor [05] se ha considerado que será tipo rectangular y se procederá a su diseño detallado a continuación:

Datos de Referencia:

- Densidad del Producto: 850kg/m³
- Gravedad Específica del Producto: 0.85
- Material de Contenedor: ASTM A480
- Resistencia a la Fluencia: 235 MPa

- Módulo de Elasticidad: 190 GPa
- Volumen Necesario: 0.343m³

En el diseño de forma se planteó la forma más simple de construcción, la forma cúbica, en la figura 2.1 se presenta la figura esquemática junto con su análisis a continuación.

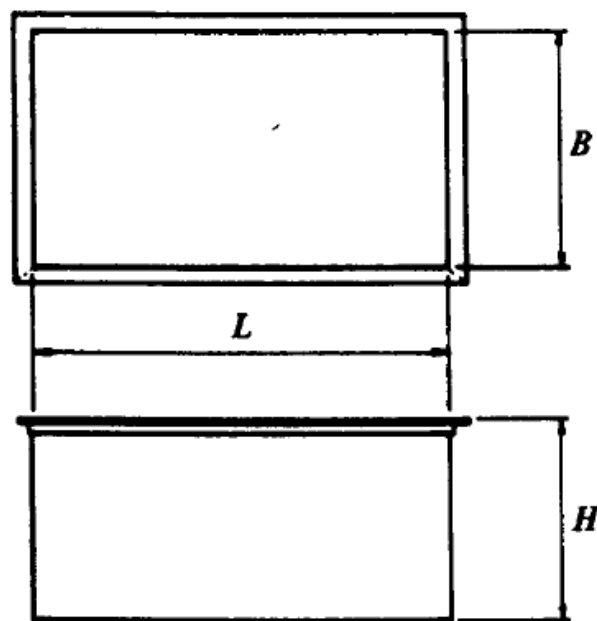


FIGURA 2.1 FORMA GEOMÉTRICA PARA EL DISEÑO DEL CARRO CONTENEDOR

Si el recipiente fuera cúbico sus lados se pueden conocer de acuerdo a la siguiente expresión:

$$B = \sqrt[3]{V}$$

Donde B es la longitud de uno de los lados y V el volumen.

Se recomienda [05] que el lado más largo sea de $1.5B$; y el lado más corto sea $0.667B$, pero para este diseño se hará de forma cúbica y por lo tanto sus lados miden 700mm cada uno.

Para determinar el espesor del carro se procede a usar la siguiente relación [05]:

$$t = L * \sqrt{\frac{\beta * H * 0.036 * G}{S}}$$

Donde:

- $\alpha = 0.022$, Factor que depende de la relación de la longitud y altura del tanque, H/L .
- $\beta = 0.16$, valor tabulado
- $B \times L = 27.56 \text{ in } 27.56 \text{ in}$ ($700\text{mm} \times 700\text{mm}$), Medidas de la Base del Recipiente
- $H = 27.56 \text{ in}$ (700mm), Altura del Recipiente.
- $G = 0.85$, Gravedad Específica del Líquido
- $S = 34375 \text{ psi}$ (235 MPa), Esfuerzo de Fluencia (ASTM A480)

Dado esto se obtiene que:

$$t = L * \sqrt{\frac{\beta * H * 0.036 * G}{S}} = 0.00198 \text{ in (0.05mm)}$$

A partir de esto se escoge el espesor de pared de 2mm, considerando que durante el proceso de fabricación es complejo y con costos muy elevados el proceso de soldadura con espesores inferiores al indicado.

Para la selección del atiesador del recipiente es necesario calcular las reacciones [05] que ocurren dentro del carro contenedor:

$$w = \frac{0.036 * G * H^2}{2}$$

Donde w es la carga por unidad de longitud cuyo valor es de 2012 N/m.

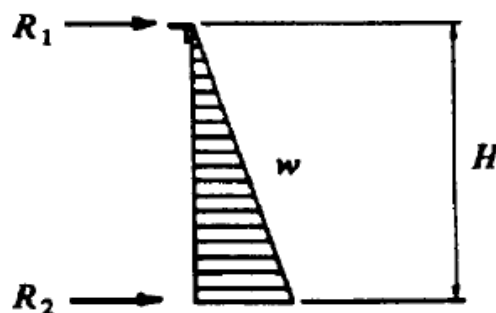


FIGURA 2.2 DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DENTRO DEL CARRO CONTENEDOR

Siendo $R_1=0.3w$ y $R_2=0.7w$

Para así poder calcular el momento de Inercia mínimo requerido por medio de la siguiente expresión:

$$I_{min} = \frac{R_1 * L^4}{192 * E * ta}$$

Siendo:

- $R_1 = 3.47 \text{ lb (1.57 kg)}$
- $L = 27.56 \text{ in (700mm)}$
- $E = 27.6 \text{ Mpsi (190 GPa)}$
- $ta = 0.079 \text{ in (2mm)}$

Lo cual se obtiene que $I_{min} = 0.0048 \text{ in}^4 \text{ (19979 mm}^4\text{)}$

Y dado este valor se escogerá como atiesador a una platina de 50x6mm que tiene $I = 62500 \text{ mm}^4$.

Este carro necesita como adicional unos brazos que se puedan acoplar a los brazos de agarre (mencionados en el siguiente numeral) y a este se le hará un análisis de viga en voladiza para determinar el espesor necesario que será capaz de soportar toda la carga, como se aprecia en la figura a continuación [06].

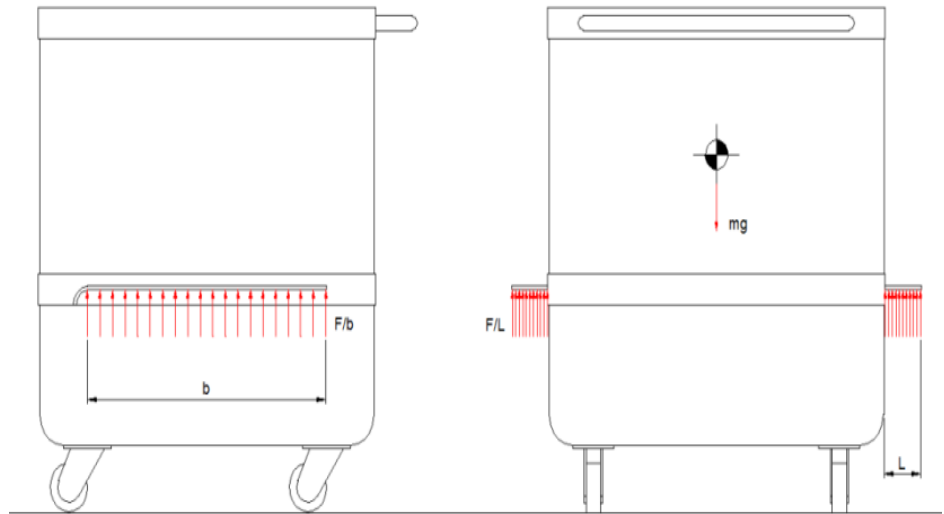
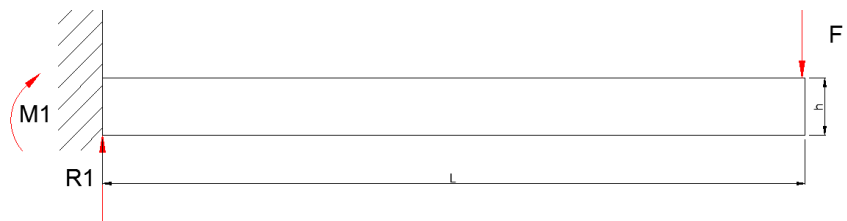


FIGURA 2.3 CARRO CONTENEDOR

Analizando como una viga en voladizo se tiene lo siguiente:



**FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE
LOS BRAZOS LATERALES DEL CARRO
CONTENEDOR.**

Donde por análisis de cuerpo libre se tiene que:

$$F = 1500 \text{ N}$$

$$R1 = 1500 \text{ N}$$

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

Donde se tiene por tablas que:

$$M_1 = F * L = 75 \text{ N} - \text{m}$$

$$y_{max} = -\frac{F * L^3}{3 * E * I}$$

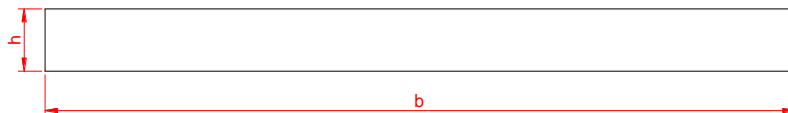
Considerando un valor de deflexión máximo de 0.1mm y despejando se tiene que:

$$I = \frac{F * L^3}{3 * E * y_{max}} = 3289 \text{ mm}^4$$

Si se usa una platina con un alto de h=6mm. y un ancho b=500mm, se tiene:

$$I = \frac{1}{12} * b * h^3 = 9000 \text{ mm}^4$$

$$y = -\frac{F * L^3}{3 * E * I} = 0.0036 \text{ mm}$$



**FIGURA 2.5 PERFIL A USARSE COMO ALAS
LATERALES DEL CARRO CONTENEDOR**

2.1.3 Brazos de Agarre.

En el diseño de los brazos de agarre se procederá a realizar un análisis como una viga en voladizo para analizar sus esfuerzos [05] [06] y así poder obtener las dimensiones de su área necesaria para levantar la carga.

Análisis de los Brazos de Agarre

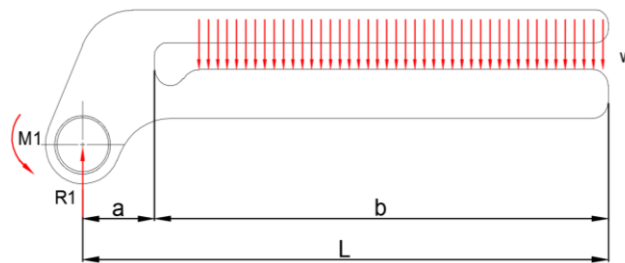


FIGURA 2.6 BRAZOS DE AGARRE

Realizando un diagrama de cuerpo libre equivalente solo de la sección de L se tiene

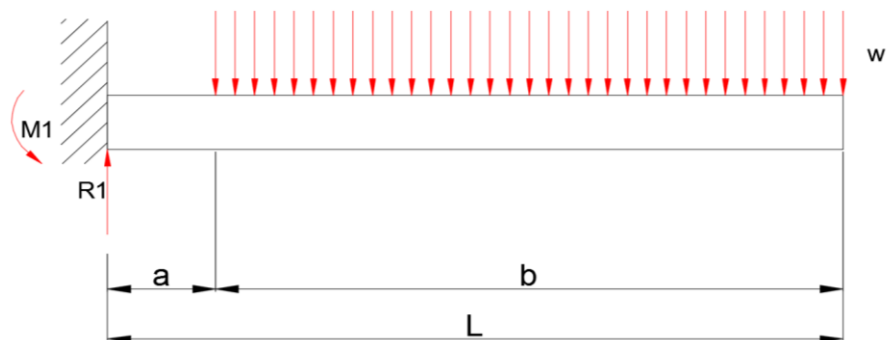


FIGURA 2.7 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA LOS BRAZOS DE AGARRE

Las cargas que se considerará para este análisis será la el peso de la materia prima y el carro contenedor de producto cárnico (300kg) soportando en cada brazo 150kg, siendo $w=2308$ N/m y $L=700$ mm, $a=100$ mm, se muestra a continuación las relaciones que rigen para este análisis.

$$\bullet R_1 = w * (L - a) = 1500 \text{ N}$$

$$\bullet M_1 = -\frac{w*(L^2 - a^2)}{2} = 637.6 \text{ N} - m$$

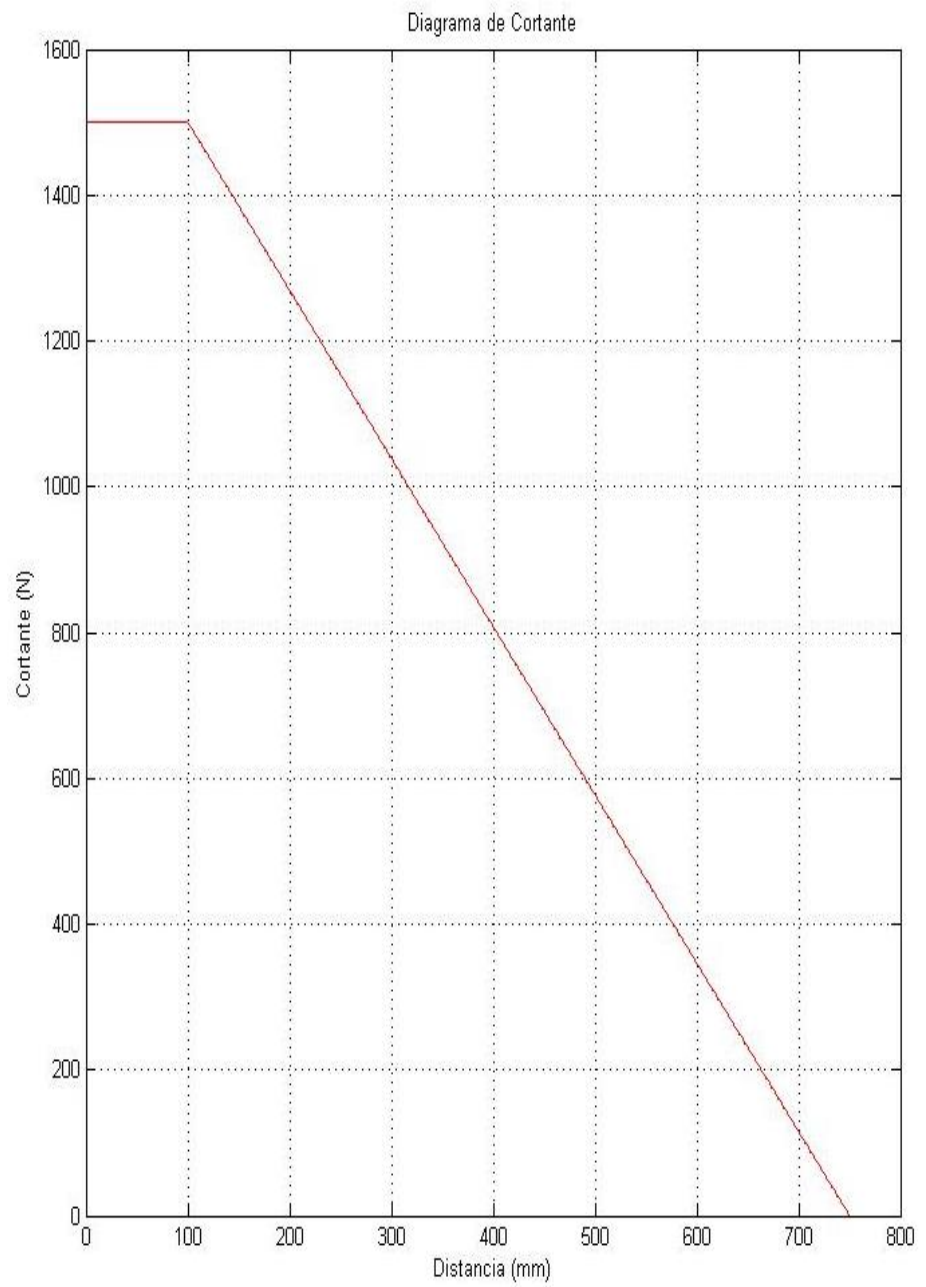
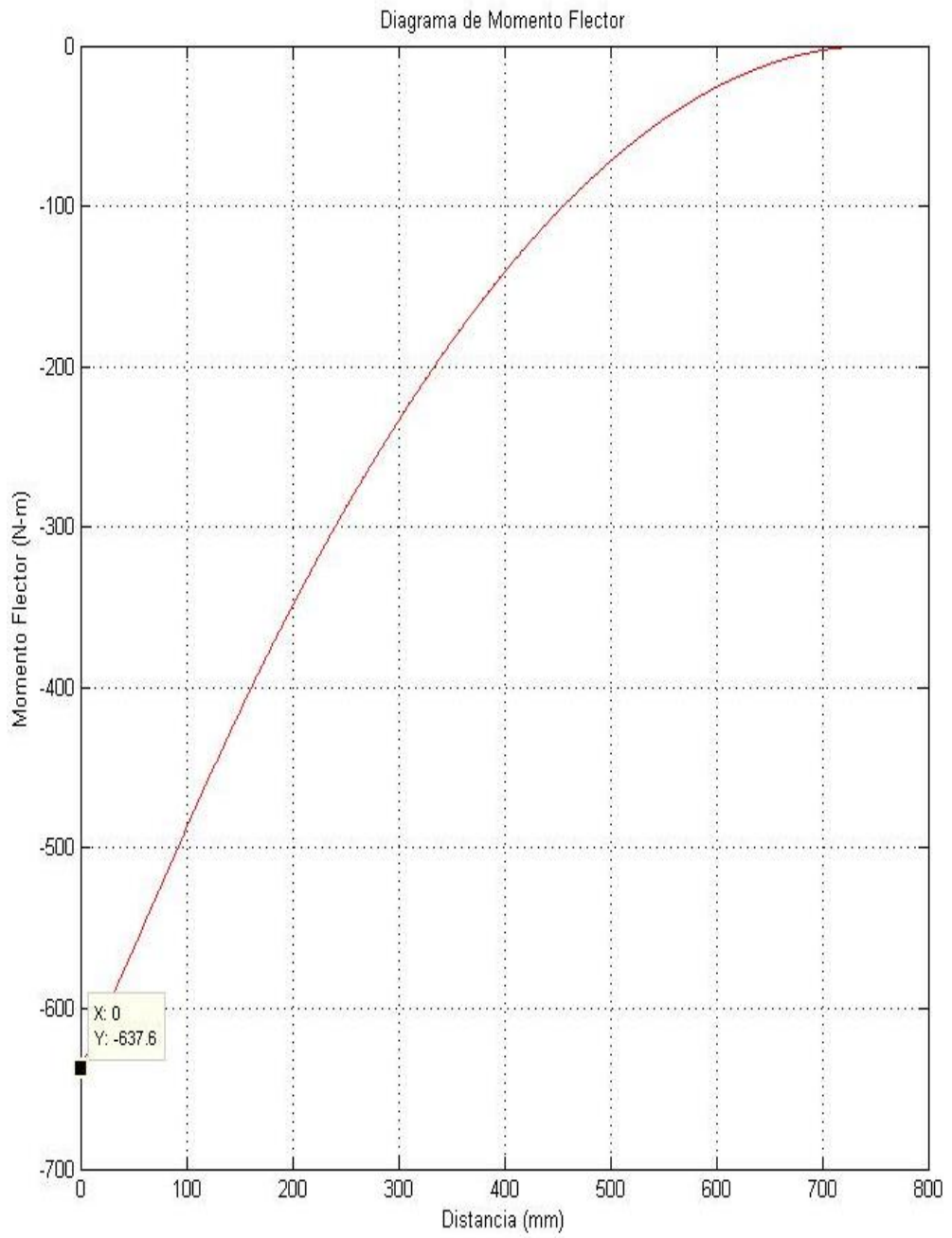
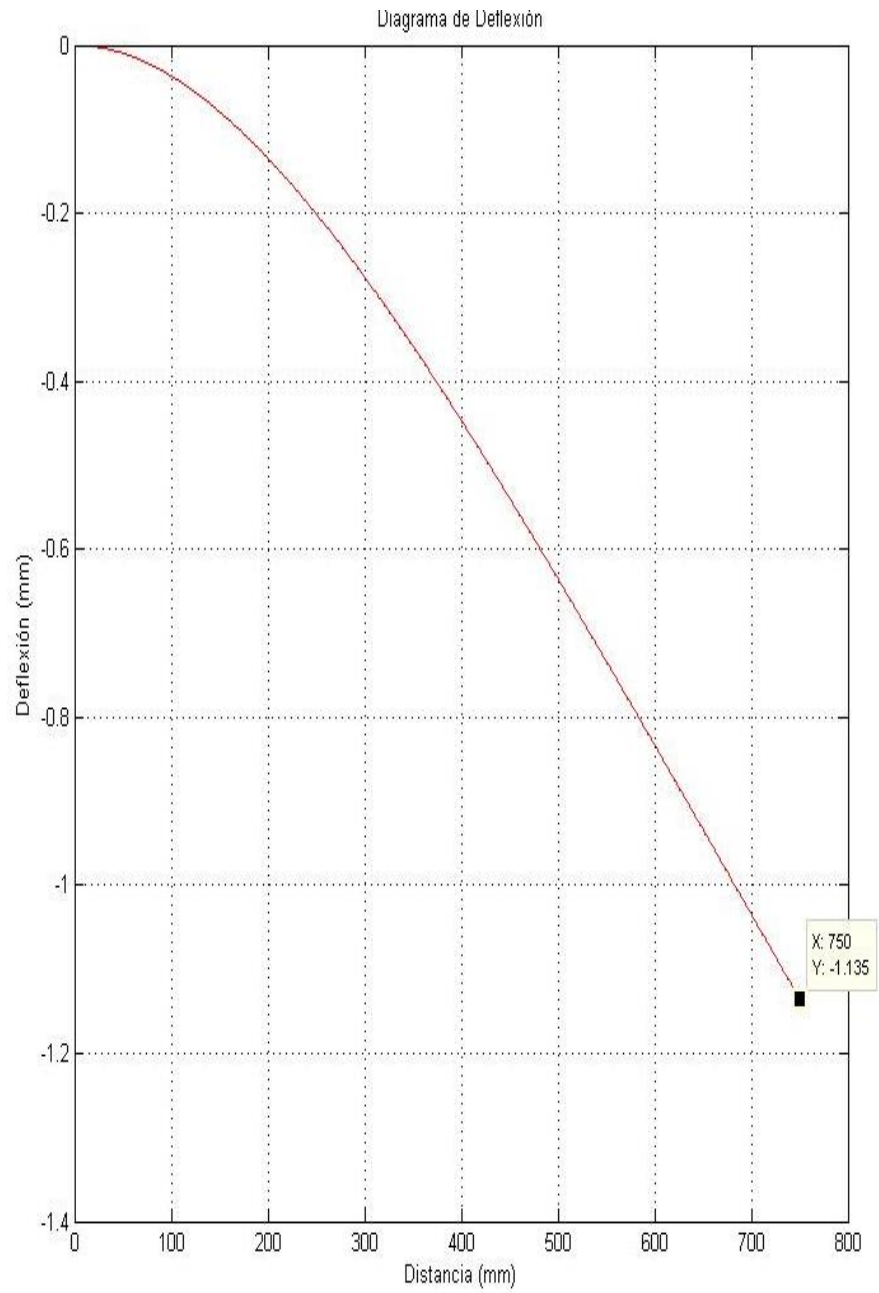


FIGURA 2.8 DIAGRAMA DE CORTANTE PARA LOS BRAZOS DE AGARRE



**FIGURA 2.9 DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA LOS
BRAZOS DE AGARRE**



**FIGURA 2.10 DIAGRAMA DE DEFLEXIONES PARA LOS
BRAZOS DE AGARRE**

Si se usa una placa recta de una altura de 75 mm y espesor de 12 mm se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{1}{12} * b * h^3 = 421875 \text{ mm}^4$$

$$y_{max} = \frac{w}{24 * E * I} * (-3 * l^4 + 4 * a^3 - a^4)$$

$$y_{max} = -1.135 \text{ mm}$$

Calculando el esfuerzo de flexión:

$$\sigma_x = \frac{M_1 * c}{I} = 56.67 \text{ MPa}$$

Calculando el Esfuerzo de Von Mises:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6 * (\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}{2}}$$

$$\sigma' = 56.67 \text{ MPa}$$

Evaluando bajo carga estática

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{235}{56.67} = 4.1$$

Evaluando bajo fatiga se tiene lo siguiente:

- $C_{carga} = 1$

- $C_{tamaño} = 0.87$

- $C_{superficie} = 0.928$
- $C_{temperatura} = 1$
- $C_{confiabilidad} = 1$ (Confiabilidad del 50%)
- $\sigma_{max} = 56.67 MPa$
- $\sigma_{min} = 0 MPa$
- $\sigma_a = 28.35 MPa$
- $\sigma_m = 28.35 MPa$
- $S_{ut} = 520 MPa$
- $S_y = 235 MPa$
- $S'_e = 260 MPa$ ($S'_e = 0.5 * S_{ut}$)
- $S_e = 209 MPa$, donde

$$S_e = C_{carga} * C_{tamaño} * C_{superficie} * C_{temperatura} * C_{confiabilidad} * S'_e$$

Teniendo un factor de Seguridad por medio de la Relación de Soderberg de:

$$n_f = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y}} = 3.9$$

Análisis del Tubo de Unión de Brazos de Agarre

Los brazos de agarre se unen por medio de un tubo cedulado (Ver Figura 1.7), este tubo presenta cargas radiales como cortantes y se representa estas cargas en la Figura 2.14.

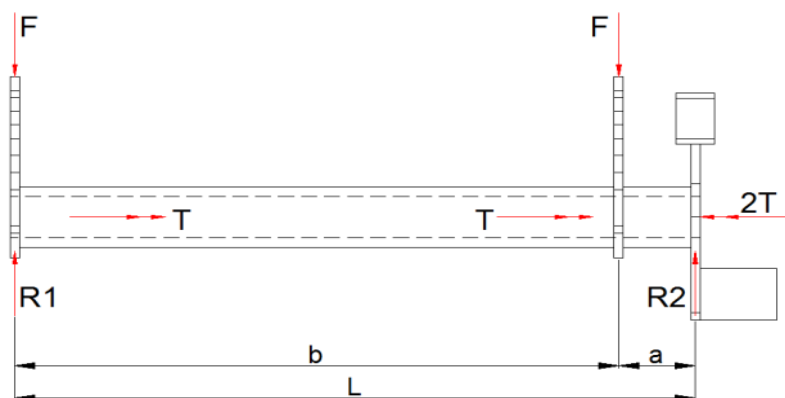


FIGURA 2.11 TUBO DE UNIÓN ENTRE LOS BRAZOS DE AGARRE

Se conoce que:

- $T = 525 \text{ N} - \text{m}$
- $F = 1500 \text{ N}$
- $a = 100 \text{ mm}$
- $b = 800 \text{ mm}$
- $L = 1000 \text{ mm}$

En este análisis se debe de tener presente que el valor del torque asignado oscila entre 0 y 525N-m. Considerando un

tubo NPS-3 Sch.40 se tiene que el valor del esfuerzo cortante máximo es:

$$\tau_{max} = \frac{2T * r}{J} = \frac{2 * 525 \text{ N} - \text{m} * 0.04445 \text{ m}}{2.513 * 10^{-6} \text{ m}^4} = 18.57 \text{ MPa}$$

Donde

$$J = \pi \frac{(d_o^4 - d_i^4)}{32} = 2513014 \text{ mm}^4$$

Calculando el Esfuerzo de Von Mises:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6 * (\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}{2}}$$

$$\sigma' = 32.16 \text{ MPa}$$

Evaluando bajo carga estática

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{235}{32.16} = 7.3$$

Evaluando bajo fatiga se tiene lo siguiente:

- $C_{carga} = 1$

- $C_{tamaño} = 0.85$

- $C_{superficie} = 0.928$
- $C_{temperatura} = 1$
- $C_{confiabilidad} = 1$ (Confiabilidad del 50%)
- $\sigma_{max} = 32.34 \text{ MPa}$
- $\sigma_{min} = 0 \text{ MPa}$
- $\sigma_a = 16.16 \text{ MPa}$
- $\sigma_m = 16.16 \text{ MPa}$
- $S_{ut} = 520 \text{ MPa}$
- $S_y = 235 \text{ MPa}$
- $S'_e = 260 \text{ MPa}$ ($S'_e = 0.5 * S_{ut}$)
- $S_e = 205 \text{ MPa}$, donde

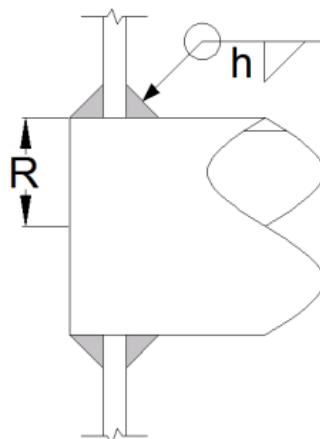
$$S_e = C_{carga} * C_{tamaño} * C_{superficie} * C_{temperatura} * C_{confiabilidad} * S'_e$$

Teniendo un factor de Seguridad por medio de la Relación de Soderberg de:

$$n_f = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y}} = 6.7$$

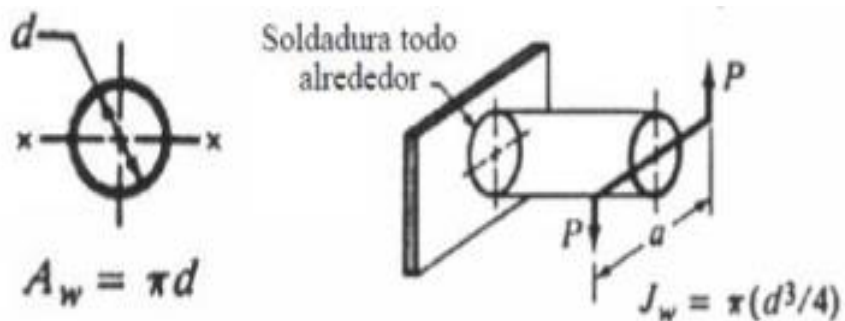
Análisis de Soldadura

Dado que este tubo que une a los brazos de agarre se necesita sostener de alguna manera se procederá a soldar los brazos al tubo y se tiene el siguiente modelo.



**FIGURA 2.12 ANÁLISIS DE SOLDADURA ENTRE
LOS BRAZOS DE AGARRE Y EL TUBO DE ACOPLE**

Analizando la soldadura [07] se conoce que:



**FIGURA 2.13 FACTORES GEOMÉTRICOS PARA
ANALIZAR LA SOLDADURA COMO UNA LÍNEA**

A partir de tablas [06] se tiene lo siguiente:

$$J_w = 2 * \pi * \left(\frac{d^3}{4} \right) = 11.04 * 10^{-4} m^3$$

$$f_t = \frac{2 * T * c}{J_w} = 422758 \frac{N}{m} \left(2430 \frac{lb}{in} \right) = F_R$$

$$\tau_{permissible} = \frac{S_{ers}}{N_{fr}} = 68.9 MPa (16000 psi)$$

$$t = \frac{|F_R|}{\tau_{permissible}} = 3.86 mm^2/mm (0.152 in^2/in)$$

$$w = 1.414 * t = 5.45mm (0.22 in)$$

Dónde:

- $T = 525 N - m$
- $r = c = 0.4445m$
- $d = 0.889m$
- $S_{ers} = 170 MPa(24000 psi)$ (Categoría A)
- $N_{fr} = 1.5$ (asumido)

De acuerdo al resultado obtenido se procede a soldar el filete de la soldadura de 6mm

2.1.4 Eje para Brazos de Agarre y Bocines.

Para el eje de los brazos de agarre se presenta el siguiente diagrama de cargas.

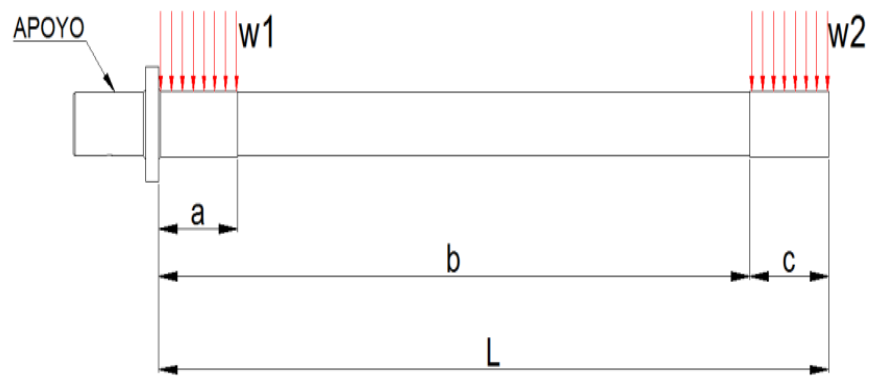


FIGURA 2.14 EJE DE LOS BRAZOS DE AGARRE

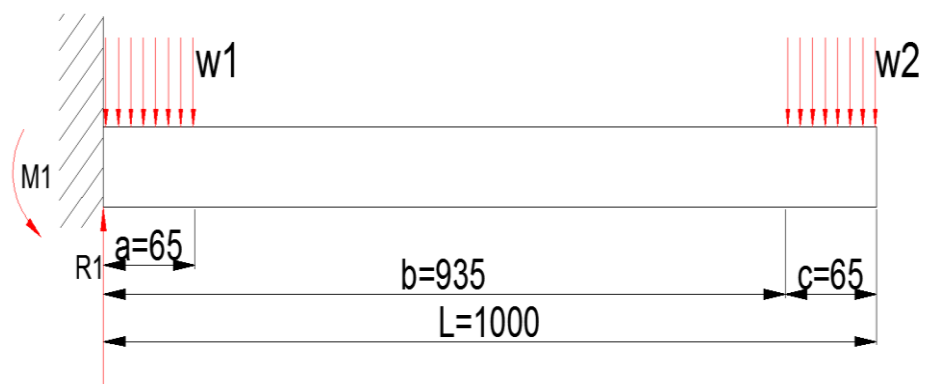


FIGURA 2.15 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA EL EJE DE LOS BRAZOS DE AGARRE

Al realizar un análisis por funciones de singularidad se tiene lo siguiente:

$$V(x) = R_1 - w_1 * x + w_1 \langle x - a \rangle^1 - w_2 \langle x - b \rangle^1$$

$$M(x) = -M_1 + R_1 x - w_1 * \frac{x^2}{2} + w_1 * \frac{\langle x - a \rangle^2}{2} - w_2 * \frac{\langle x - b \rangle^2}{2}$$

$$y(x) = \frac{1}{EI} \left(-M_1 * x^2 + R_1 \frac{x^3}{6} - w_1 * \frac{x^4}{24} + w_1 * \frac{\langle x - a \rangle^4}{24} - w_2 * \frac{\langle x - b \rangle^4}{24} \right)$$

Dónde:

- E= 206 GPa
- I=876240 mm⁴ (usando un eje de 65mm)
- L=1000mm
- a=65mm
- b=935mm
- c=65mm
- w1=w2= 23000 N-m
- R1= 3000 N
- M1=747.5 N-m
- $y_{max} = -1.38\text{mm}$ (evaluando y(L))

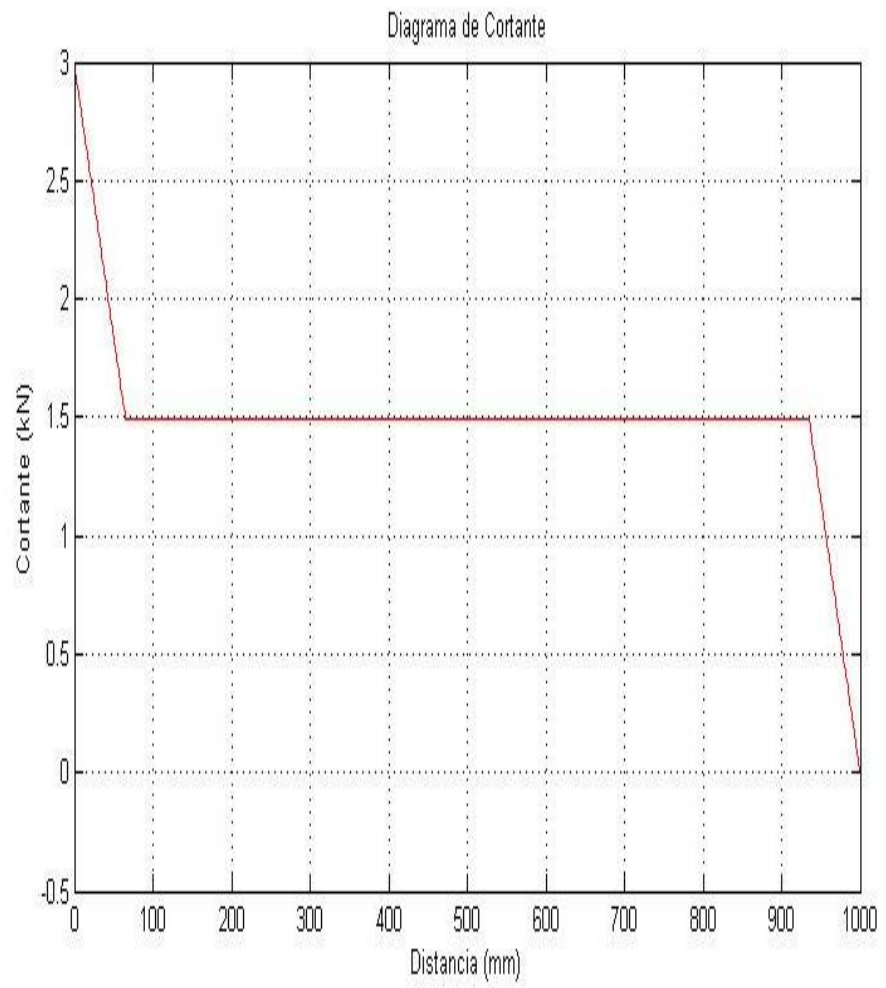


FIGURA 2.16 DIAGRAMA DE CORTANTE PARA EJE DE BRAZOS DE AGARRE

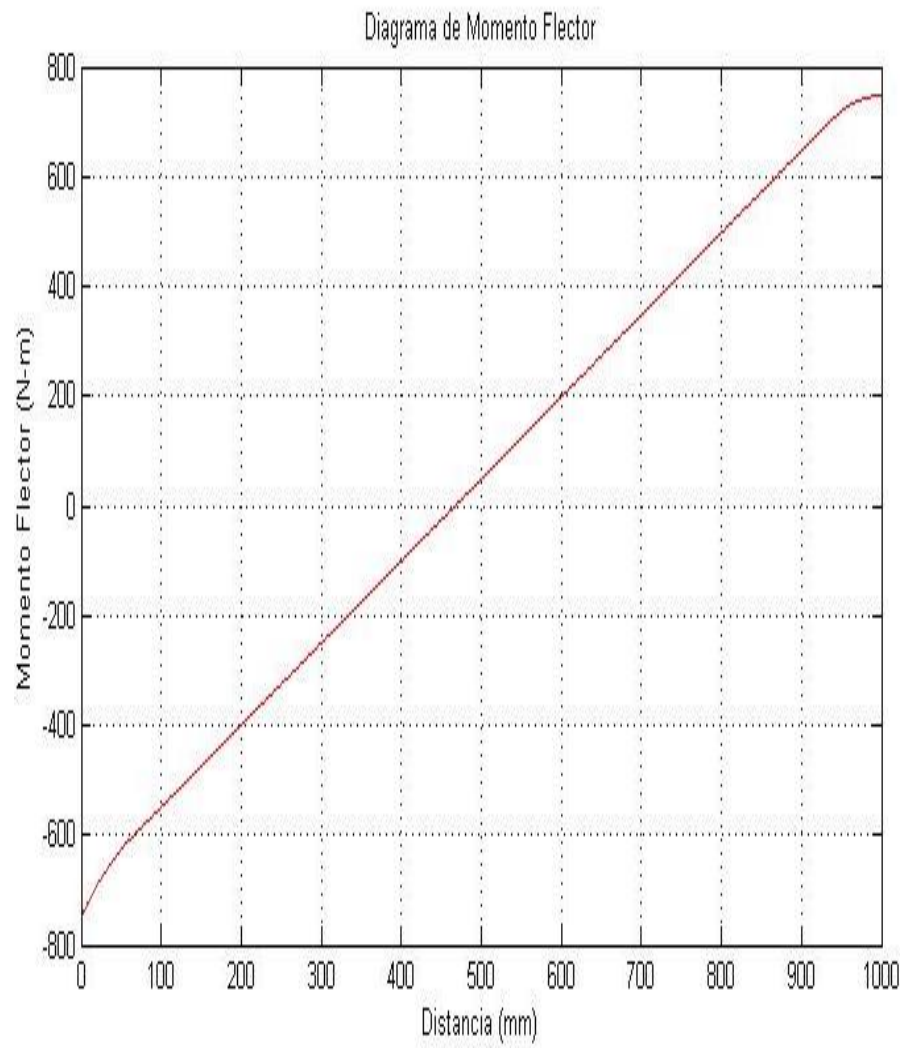
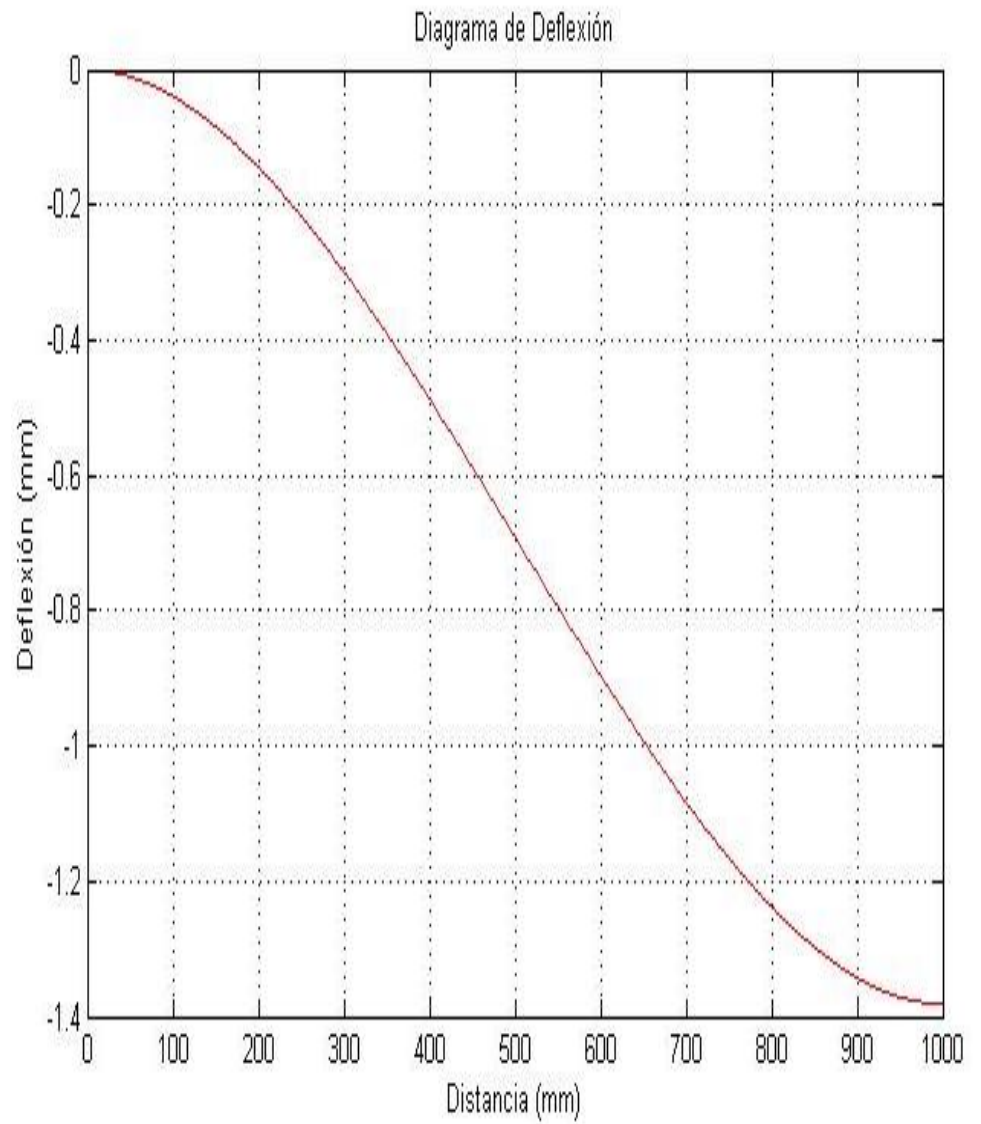


FIGURA 2.17 DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA EJE DE BRAZOS DE AGARRE



**FIGURA 2.18 DIAGRAMA DE DEFLEXIONES PARA
EJE DE BRAZOS DE AGARRE**

Evaluando el esfuerzo debido a la flexión en el sector más crítico se tiene que:

$$\sigma_x = \frac{M_1 * (d/2)}{I} = 27.29 \text{ MPa}$$

Calculando el Esfuerzo de Von Mises:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6 * (\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}{2}}$$

$$\sigma' = 27.29 \text{ MPa}$$

Evaluando bajo carga estática

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{235}{27.29} = 8.6$$

Evaluando bajo fatiga se tiene lo siguiente:

- $C_{carga} = 1$
- $C_{tamaño} = 0.87$
- $C_{superficie} = 0.928$
- $C_{temperatura} = 1$
- $C_{confiabilidad} = 1$ (Confiabilidad del 50%)
- $\sigma_{max} = 27.29 \text{ MPa}$
- $\sigma_{min} = 0 \text{ psi}$

- $\sigma_a = 13.65 \text{ MPa}$
- $\sigma_m = 13.65 \text{ MPa}$
- $S_{ut} = 520 \text{ MPa}$
- $S_y = 235 \text{ MPa}$
- $S_e' = 260 \text{ MPa}$ ($S_e' = 0.5 * S_{ut}$)
- $S_e = 209 \text{ MPa}$, donde

$$S_e = C_{carga} * C_{tamaño} * C_{superficie} * C_{temperatura} * C_{confiabilidad} * S_e'$$

Teniendo un factor de Seguridad por medio de la Relación de Soderberg de:

$$n_f = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y}} = 8.1$$

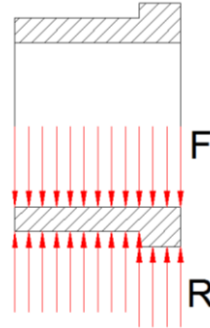
2.1.5 Bocines de Eje para Brazos de Agarre.

Haciendo un diagrama de cuerpo libre para los bocines guía se tiene:



**FIGURA 2.19 EJE DE LOS BRAZOS DE AGARRE Y
LOS BOCINES DE GUÍA**

Independizando los bocines se tiene:



**FIGURA 2.20 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA
LOS BOCINES DE GUÍA**

Para el diseño de los bocines se usará Nylon 6A [10] y evaluando por aplastamiento se tiene:

$$S_{ut} = 70 \text{ MPa}$$

$$L = d = 65 \text{ mm}$$

$$F = 1500 \text{ N}$$

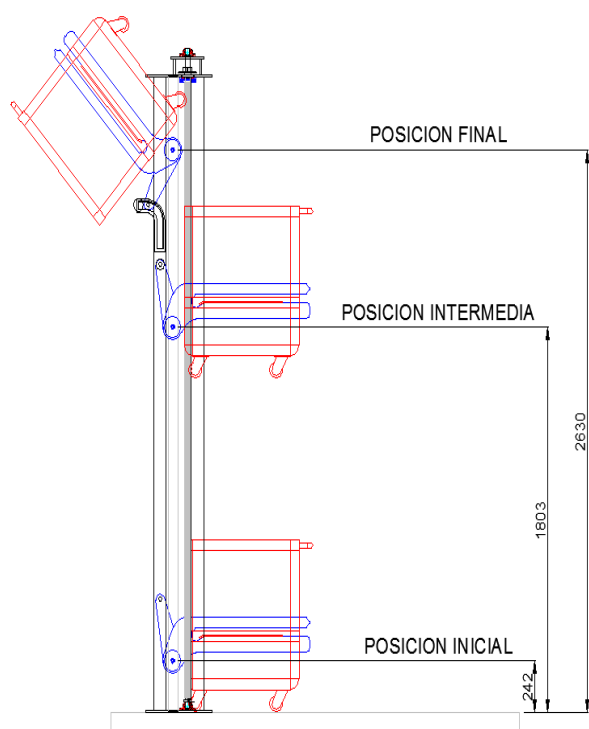
$$N = \frac{S_{ut}}{\sigma_{apoyo}} = \frac{S_{ut}}{F/A_{apoyo}} = \frac{S_{ut}}{F/(Ld)} = 194$$

La velocidad lineal del sistema es de 0.04 m/seg y se recomienda que para que se use el nylon como autolubricante se use con velocidades lineales menores de 2 m/seg [10].

2.1.6 Cálculo Cinemático del Sistema de Volteo.

Para el diseño cinemático se debe de considerar que lo más importante en este análisis son las posiciones que permiten el volteo correcto de la materia prima, ya que se estará trabajando con una velocidad constante de 0.04m/seg.

Se considera a continuación las posiciones más importantes del carro contenedor de carne.



**FIGURA 2.21 POSICIONES RELATIVAS DEL CARRO
CONTENEDOR PERMISIBLES PARA EL VOLTEO**

Para este sistema se tiene que el ángulo de giro del carro es de 135° con respecto a la horizontal en su posición de origen.

El carro gira por medio de la guía colocada como mecanismo pivotante.

2.1.7 Mecanismo Pivotante

Para el análisis del brazo pivotante se tiene el siguiente diagrama de cuerpo libre.

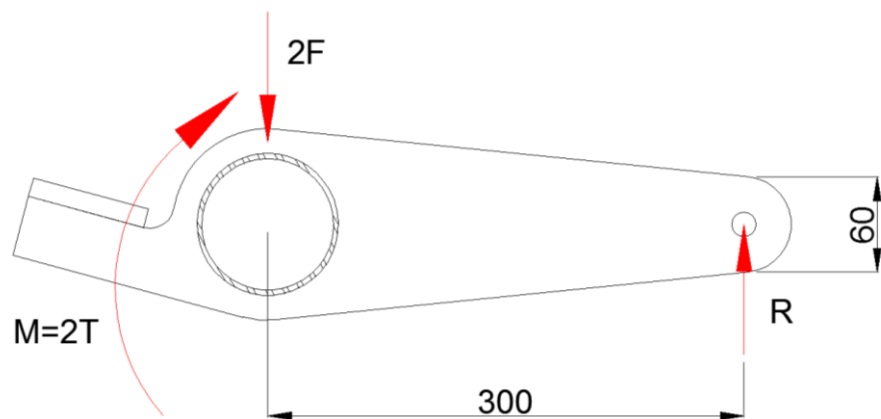
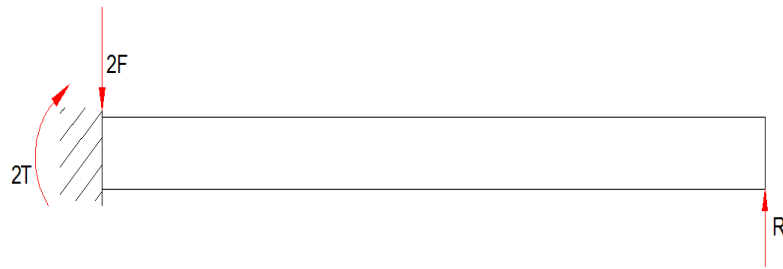


FIGURA 2.22 BRAZO PIVOTANTE

Este brazo se puede realizar una equivalencia de la siguiente forma.



**FIGURA 2.23 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA
EL BRAZO PIVOTANTE**

Evaluando para encontrar su deflexión máxima se tiene.

$$y_{max} = -\frac{2F * L^3}{EI} = 0.002mm$$

$$M_{max} = 2F * L = 900 N - m$$

Dónde:

- E= 206 GPa
- L=300mm
- b=12mm
- h=60mm
- Inercia=216000 mm⁴
- F=1500 N

Evaluando el esfuerzo debido a la flexión en el sector más crítico se tiene que:

$$\sigma_x = \frac{M_1 * c}{I} = 125 \text{ MPa}$$

Calculando el Esfuerzo de Von Mises:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6 * (\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}{2}}$$

$$\sigma' = 125 \text{ MPa}$$

Evaluando bajo carga estática

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{235}{125} = 1.88$$

Evaluando bajo fatiga se tiene lo siguiente:

- $C_{carga} = 1$
- $C_{tamaño} = 0.87$
- $C_{superficie} = 0.928$
- $C_{temperatura} = 1$
- $C_{confiabilidad} = 1$ (Confiabilidad del 50%)
- $\sigma_{max} = 125 \text{ MPa}$
- $\sigma_{min} = 0 \text{ psi}$
- $\sigma_a = 62.5 \text{ MPa}$

- $\sigma_m = 62.5 \text{ MPa}$
- $S_{ut} = 520 \text{ MPa}$
- $S_y = 235 \text{ MPa}$
- $S'_e = 260 \text{ MPa}$ ($S'_e = 0.5 * S_{ut}$)
- $S_e = 209 \text{ MPa}$, donde

$$S_e = C_{carga} * C_{tamaño} * C_{superficie} * C_{temperatura} * C_{confiabilidad} * S'_e$$

Teniendo un factor de Seguridad por medio de la Relación de Soderberg de:

$$n_f = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y}} = 1.85$$

2.2 Sistema de Elevación.

2.2.1 Componentes Principales

El sistema de elevación es otro de los puntos más importantes en el diseño del elevador-volteador de carros contenedores de productos cárnicos, sus componentes principales se detallan a continuación.

1. Bocín Guía
2. Riel para Bocín Guía
3. Tornillo de Trasmisión de Potencia
4. Selección de Rodamientos y Chumaceras
5. Columna de Protección

6. Placa Superior e Inferior de la Máquina

En este sistema quien dará el efecto de la elevación del carro con materia prima será el Tornillo de Transmisión de potencia, detallado más adelante, pero este tornillo no funciona solo, pues trabaja con algunos componentes más que permiten su complemento y funcionamiento correcto, a continuación se procede a detallar los diseños de los componentes principales de este sistema.

2.2.2 Bocín Guía.

Para el diseño de los bocines guía se considera el diseño solo bajo carga de aplastamiento. Haciendo un diagrama de cuerpo libre se tiene:

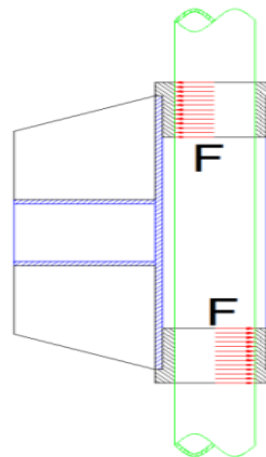
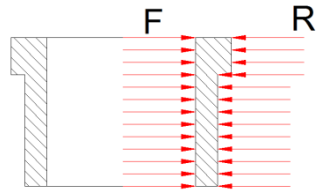


FIGURA 2.24 ACOPLÉ ENTRE EL TUBO RIEL Y LOS BOCINES DE GUÍA

Independizando los bocines se tiene:



**FIGURA 2.25 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA
LOS BOCINES DE GUÍA**

Para el diseño de los bocines se usará Nylon 6A [10] y evaluando por aplastamiento se tiene:

$$S_{ut} = 70 \text{ MPa}$$

$$L = d = 65 \text{ mm}$$

$$F = 1500 \text{ N}$$

$$N = \frac{S_{ut}}{\sigma_{apoyo}} = \frac{S_{ut}}{F/A_{apoyo}} = \frac{S_{ut}}{F/(Ld)} = 194$$

La velocidad lineal del sistema es de 0.04 m/seg y se recomienda que para que se use el nylon como autolubricante se use con velocidades lineales menores de 2 m/seg [10].

2.2.3 Riel para Bocín Guía.

Para el diseño del Riel para Bocín Guía se analiza como una viga con dos cargas distribuidas como se puede ver a continuación.

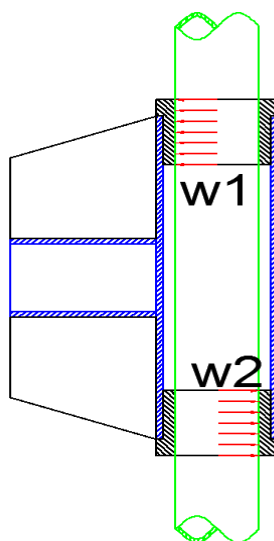
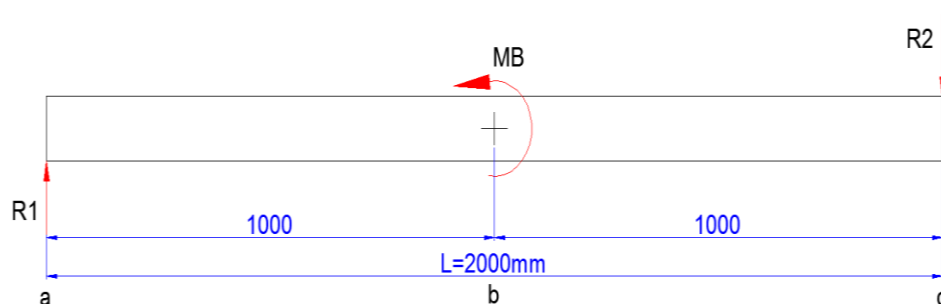


FIGURA 2.26 RIEL DE LOS BOCINES DE GUÍA



**FIGURA 2.27 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA
EL RIEL DE LOS BOCINES DE GUÍA**

Dado por tablas [07] se tiene:

$$R1 = R2 = \frac{MB}{L}$$

$$V(x) = \frac{MB}{L}$$

$$M_{ab}(x) = R * x$$

$$M_{bc}(x) = MB + R * x$$

$$y_{ab}(x) = \frac{MB * x}{6 * E * I * L} * (x^2 + 3 * a^2 - 6 * a * L + 2 * L^2)$$

$$y_{bc}(x) = \frac{MB}{6 * E * I * L} * (x^3 + 3 * L * x^2 + x * (2 * L^2 + 3 * a^2) - 3 * a^2 * L)$$

Donde los valores constantes son:

- w1=w2= 23000 N/m
- MB=207 N-m
- R1=R2=103.5 N
- E=206 GPa
- a=1m
- L=2m
- I=128987mm⁴

Reemplazando y evaluando se tiene gráficamente lo siguiente:

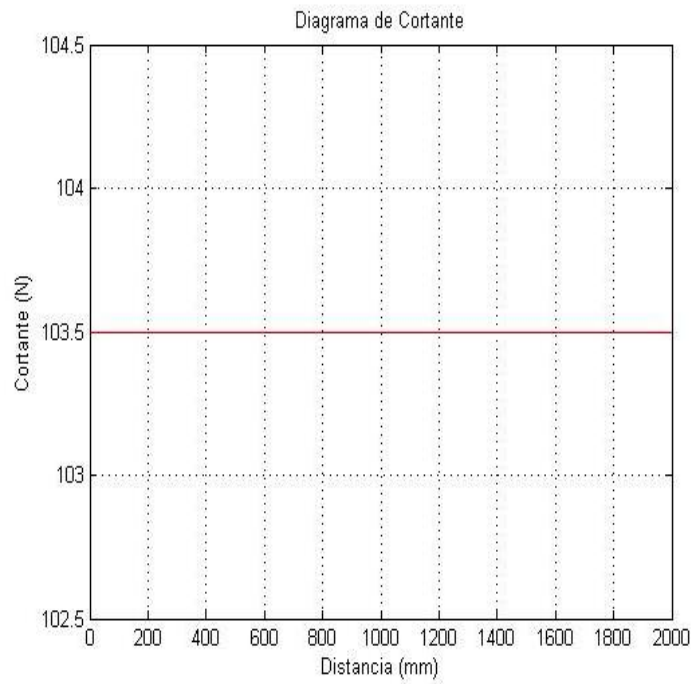


FIGURA 2.28 DIAGRAMA DE CORTANTE PARA EL RIEL DE LOS BOCINES DE GUÍA

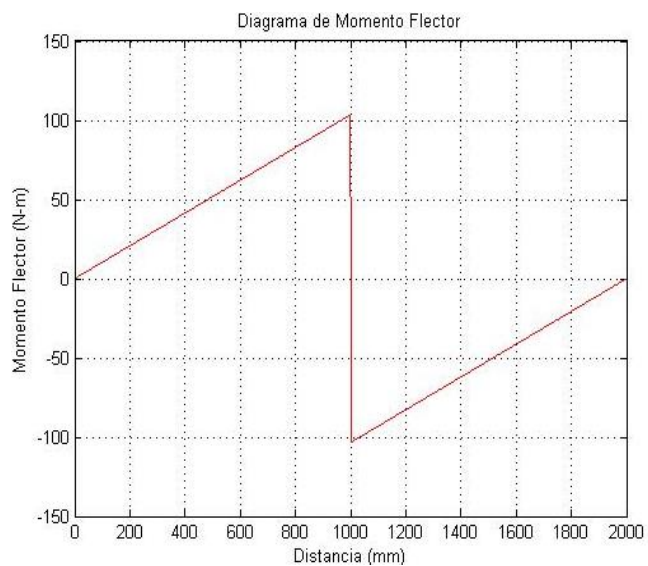


FIGURA 2.29 DIAGRAMA DE MOMENTO PARA EL RIEL DE LOS BOCINES DE GUÍA

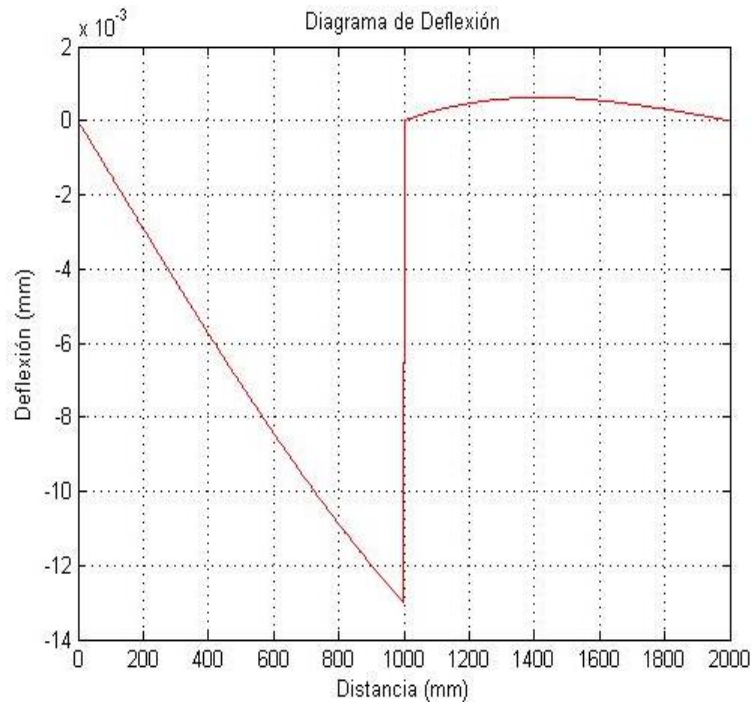


FIGURA 2.30 DIAGRAMA DE DEFLEXIONES PARA EL RIEL DE LOS BOCINES DE GUÍA

2.2.4 Tornillo de Transmisión de Potencia y Bocines de Guía.

Para el diseño del tornillo de transmisión de potencia [06] [07] [11] se realizará el cálculo del tornillo a tensión pura, este tornillo es sostenido por medio de un rodamiento axial que soportará toda la carga, como se aprecia en las figuras siguientes.

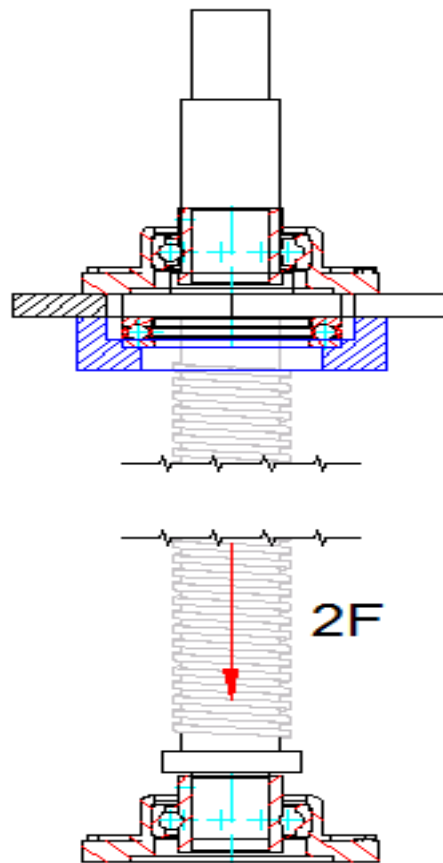


FIGURA 2.31 TORNILLO DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Por la forma de sujeción se analiza el tornillo como si fuera una viga a carga axial.

Se conoce lo siguiente para realizar el diseño bajo carga dinámica:

- $2F=3000 \text{ N}$
- $S_y=235 \text{ MPa}$

- E=206 GPa
- At= 873mm² (1.353 pulg² - Área de Tensión)
- L=2032mm (80pulg - Longitud del tornillo)
- d=38.1mm (1.5 pulg - Diámetro externo)
- dm=34.925mm (1.375 pulg - diámetro medio)
- dr=32mm (1.25 pulg - diámetro menor)
- l=6.35 mm (0.25 pulg - avance)
- f= 0.15 (Coeficiente de fricción del Tornillo)
- fc=0 (Coeficiente de fricción del Collarín)
- dc=35mm (1.375 pulg - Diámetro medio del collarín)
- n=377rpm

Evaluando los valores de los torques que son necesarios para subir y bajar la carga se tiene respectivamente lo siguiente:

$$T_u = \frac{F * dm}{2} * \left(\frac{l + \pi * f * dm}{\pi * dm - f * l} \right) + T_c = 10.98 \text{ N} - m$$

$$T_d = \frac{F * dm}{2} * \left(\frac{\pi * f * dm - l}{\pi * dm + f * l} \right) + T_c = 4.78 \text{ N} - m$$

Donde Tc es el torque debido al collarín que se calcula por medio de la siguiente relación.

$$T_c = \frac{F * f_c * dc}{2}$$

Calculando su eficiencia global se tiene que:

$$e = \frac{F * l}{2 * \pi * T} = 0.276$$

Para comprobar que el tornillo es autobloqueante se necesita que se compruebe la siguiente relación:

$$f \geq \frac{l}{\pi * dm}$$

$$\frac{l}{\pi * dm} = 0.057$$

Debido a que se cumple la relación de autobloqueo se dice que el tornillo es autobloqueante.

Debido a que los valores de los valores máximos y mínimos que soporta este tornillo a tensión oscilan entre 0 N y 3000 N se analiza por fatiga y se tiene lo siguiente:

$$\bullet \sigma_x = \frac{6 * F}{\pi * d_r * n_t * p} = 10.80 \text{ MPa}$$

$$\bullet \sigma_y = 0 \text{ MPa}$$

$$\bullet \sigma_z = \frac{4 * F}{\pi * d_r} = -3.79 \text{ MPa}$$

$$\bullet \tau_{xy} = \frac{16 * T}{\pi * d_r^3} = 1.75 \text{ MPa}$$

$$\bullet \tau_{yz} = 0 \text{ MPa}$$

$$\bullet \tau_{zx} = 0 \text{ MPa}$$

Calculando el esfuerzo efectivo de Von Mises se tiene lo siguiente:

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} = 13.46 \text{ MPa}$$

Evaluando bajo carga estática

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{235}{13.46} = 17.45$$

Evaluando bajo fatiga se tiene lo siguiente:

- $C_{carga} = 1$
- $C_{tamaño} = 0.87$
- $C_{superficie} = 0.928$
- $C_{temperatura} = 1$
- $C_{confiabilidad} = 1$ (Confiabilidad del 50%)
- $\sigma_{max} = 13.46 \text{ MPa}$
- $\sigma_{min} = 0 \text{ psi}$
- $\sigma_a = 6.73 \text{ MPa}$
- $\sigma_m = 6.73 \text{ MPa}$
- $S_{ut} = 520 \text{ MPa}$

- $S_y = 235 \text{ MPa}$
- $S'_e = 260 \text{ MPa}$ ($S'_e = 0.5 * S_{ut}$)
- $S_e = 209 \text{ MPa}$, donde

$$S_e = C_{carga} * C_{tamaño} * C_{superficie} * C_{temperatura} * C_{confiabilidad} * S'_e$$

Teniendo un factor de Seguridad por medio de la Relación de Soderberg de:

$$n_f = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y}} = 16.4$$

Calculando la potencia necesaria para elevar la carga se tiene que:

$$Potencia = T * n = 0.434 \text{ kW}$$

2.2.5 Selección de Rodamientos y Chumaceras.

Para la selección de rodamientos y chumaceras [12] se empezará con la selección del más crítico, este es el rodamiento inferior que está sometido bajo carga axial pura de 3000 N), para un eje de diámetro de 50mm, para esto se escogerá un rodamiento axial como se aprecia en la figura a continuación, la selección de este rodamiento es para la facilidad del desmontaje del tornillo de transmisión de potencia.

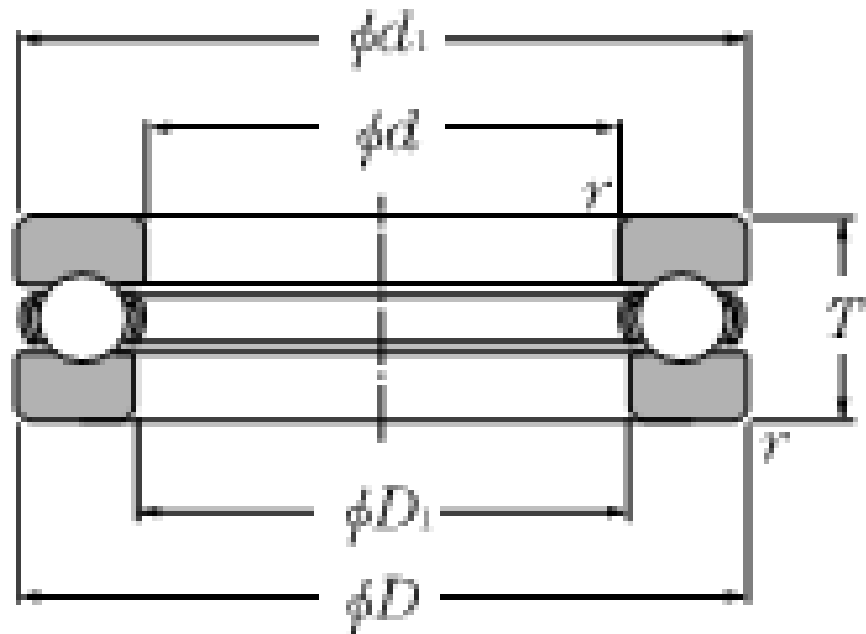


FIGURA 2.32 REFERENCIA DE MEDIDAS GENERALES DEL RODAMIENTO AXIAL A USARSE

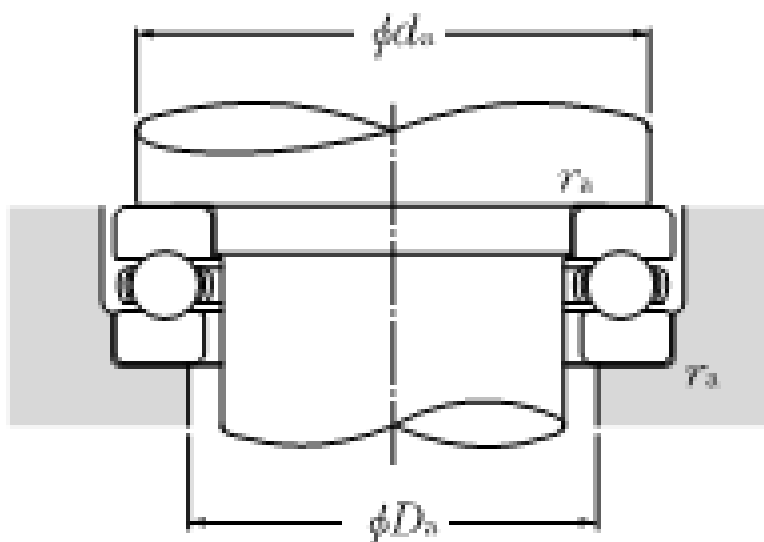
Las dimensiones de este rodamiento se pueden obtener de catálogos y de acuerdo al catálogo de rodamientos NTN [12] se tiene que las medidas principales de este rodamiento son:

	Dimensiones principales				Capacidad básica de carga				Velocidades límites		Números de rodamientos	Dimensiones		Dimensiones de hombros y filetes			Masa kg
	mm		kN		kgf		r.p.m.		mm			mm					
	d	D	T	$r_{sm}^{(1)}$	C_0	C_{10}	C_0	C_{10}	grasa	aceite		$d_{(s,mm)^{(2)}}$	$D_{(s,mm)^{(3)}}$	d_s min	D_s max	r_{fs} max	
10	24	9	0.3	10.0	14.0	1 020	1 420	6 700	9 500	51100	24	11	18	16	0.3	0.021	
	26	11	0.6	12.7	17.1	1 290	1 740	5 800	8 300	51200	26	12	20	16	0.6	0.03	
12	26	9	0.3	10.3	15.4	1 050	1 570	6 400	9 200	51101	26	13	20	18	0.3	0.023	
	28	11	0.6	13.2	19.0	1 340	1 940	5 600	8 000	51201	28	14	22	18	0.6	0.034	
15	28	9	0.3	10.5	16.8	1 070	1 710	6 200	8 800	51102	28	16	23	20	0.3	0.024	
	32	12	0.6	16.6	24.8	1 690	2 530	5 000	7 100	51202	32	17	25	22	0.6	0.046	
17	30	9	0.3	10.8	18.2	1 100	1 850	6 000	8 500	51103	30	18	25	22	0.3	0.026	
	35	12	0.6	17.2	27.3	1 750	2 780	4 800	6 800	51203	35	19	28	24	0.6	0.054	
20	35	10	0.3	14.2	24.7	1 450	2 520	5 200	7 500	51104	35	21	29	26	0.3	0.04	
	40	14	0.6	22.3	37.5	2 270	3 850	4 100	5 900	51204	40	22	32	28	0.6	0.081	
25	42	11	0.6	19.6	37.0	1 990	3 800	4 600	6 500	51105	42	26	35	32	0.6	0.06	
	47	15	0.6	27.8	50.5	2 830	5 150	3 700	5 300	51205	47	27	38	34	0.6	0.111	
	52	18	1	35.5	61.5	3 650	6 250	3 200	4 600	51305	52	27	41	36	1	0.176	
	60	24	1	55.5	89.5	5 650	9 100	2 600	3 700	51405	60	27	46	39	1	0.33	
30	47	11	0.6	20.4	42.0	2 080	4 300	4 300	6 200	51106	47	32	40	37	0.6	0.069	
	52	16	0.6	29.3	58.0	2 990	5 950	3 400	4 900	51206	52	32	43	39	0.6	0.139	
	60	21	1	43.0	78.5	4 350	8 000	2 800	3 900	51306	60	32	48	42	1	0.269	
	70	28	1	72.5	126	7 400	12 800	2 200	3 200	51406	70	32	54	46	1	0.516	
35	52	12	0.6	20.4	44.5	2 080	4 550	3 900	5 600	51107	52	37	45	42	0.6	0.085	
	62	18	1	39.0	78.0	4 000	7 950	2 900	4 200	51207	62	37	51	46	1	0.215	
	68	24	1	55.5	105	5 650	10 700	2 400	3 500	51307	68	37	55	48	1	0.383	
	80	32	1.1	87.0	155	8 850	15 800	1 900	2 800	51407	80	37	62	53	1	0.759	
40	60	13	0.6	26.9	63.0	2 740	6 400	3 500	5 000	51108	60	42	52	48	0.6	0.125	
	68	19	1	47.0	98.5	4 800	10 000	2 700	3 900	51208	68	42	57	51	1	0.276	
	78	26	1	69.0	135	7 050	13 700	2 200	3 100	51308	78	42	63	55	1	0.548	
	90	36	1.1	112	205	11 500	20 900	1 700	2 500	51408	90	42	70	60	1	1.08	
45	65	14	0.6	27.9	69.0	2 840	7 050	3 200	4 600	51109	65	47	57	53	0.6	0.148	
	73	20	1	48.0	105	4 850	10 700	2 600	3 700	51209	73	47	62	56	1	0.317	
	85	28	1	80.0	163	8 150	16 700	2 000	2 900	51309	85	47	69	61	1	0.684	
	100	39	1.1	130	242	13 200	24 700	1 600	2 200	51409	100	47	78	67	1	1.43	
50	70	14	0.6	28.8	75.5	2 930	7 700	3 100	4 500	51110	70	52	62	58	0.6	0.161	
	78	22	1	48.5	111	4 950	11 400	2 400	3 400	51210	78	52	67	61	1	0.378	

FIGURA 2.33 MEDIDAS GEOMÉTRICAS DEL RODAMIENTO A USARSE

Este rodamiento tiene una Carga Dinámica (tabulada) de 28.8kN (rodamiento NTN 51110).

Se presenta a continuación las dimensiones mínimas para el eje y la cajonera necesaria para culminar con la selección del rodamiento de este sistema.



**FIGURA 2.34 REFERENCIA DE MEDIDAS GENERALES
DE LA CAJONERA PARA EL RODAMIENTO AXIAL**

Para la selección de la chumacera superior e inferior se considerará que toda la carga es axial y que las chumaceras solo servirán de guía y se escoge la siguiente.

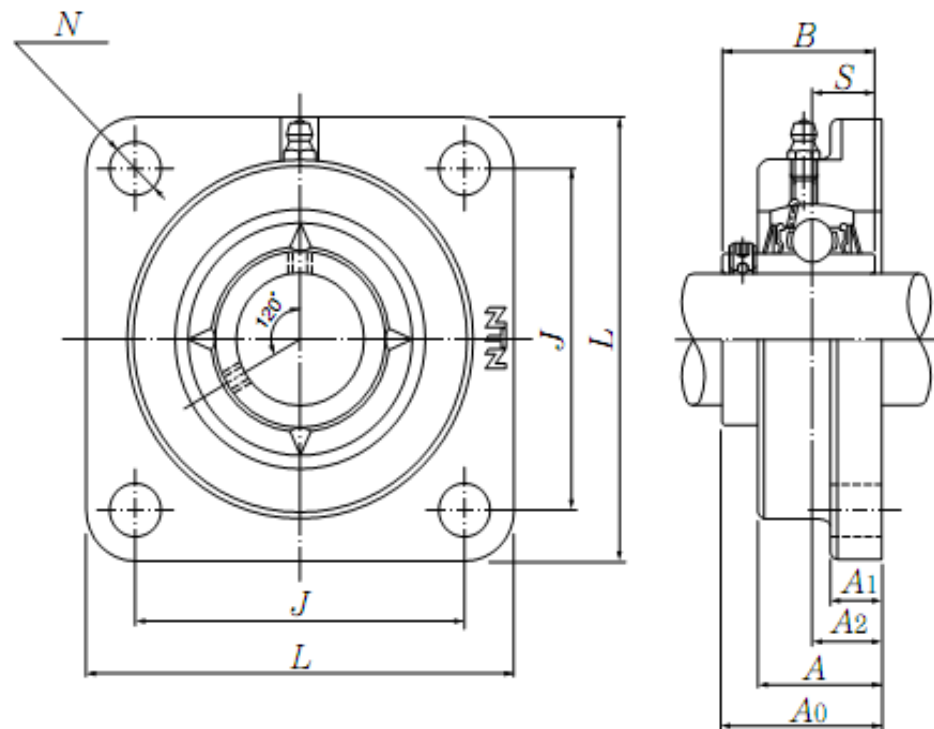


FIGURA 2.35 REFERENCIA DE MEDIDAS GENERALES DE LA CHUMACERA A USARSE

Diámetro del eje mm	Número de la chumacera ¹⁾	Dimensiones nominales									Tamaño del perno mm	Número del rodamiento
		L	J	A_2	A_1	A	N	A_0	B	S		
12	UCFG201D1	86	64	15	11	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC201D1
15	UCFG202D1	86	64	15	11	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC202D1
17	UCFG203D1	86	64	15	11	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC203D1
20	UCFG204D1	86	64	15	11	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC204D1
25	UCFG205D1	95	70	16	13	27	12	35.7	34	14.3	M10	UC205D1

FIGURA 2.36 MEDIDAS GENERALES DE LA CHUMACERA A USARSE

2.2.6 Columna de Protección

Para el diseño de la columna de protección [07] se procederá a determinar la carga crítica para que esta columna colapse, pero antes de esto se debe de determinar el tipo de viga que se considera como análisis.

Se conoce que la columna tiene la siguiente forma:



FIGURA 2.37 FORMA DEL PERFIL A USARSE

Siendo una correa G305x100x75x3, con:

- $S_y=225$ MPa
- $E=206000$ MPa
- $I_{min}=2738802$ mm⁴
- $A=2097$ mm²

Determinando el valor de $(S_r)_D$

$$(S_r)_D = \left(\frac{2 * \pi^2 * E}{S_y} \right)^{1/2} = 134.4$$

Calculando y comparando

$$S_r = \frac{L}{\sqrt{I/A}} = 55$$

Dado que

$$S_r \leq (S_r)_D$$

Se debe de considerar a la columna como una columna larga y por lo tanto se determina su carga crítica por medio de la ecuación de Euler:

$$\frac{P_{cr}}{A} = S_y - \frac{1}{E} \left(\frac{S_y S_r}{2\pi} \right)^2 = 206 \text{ MPa}$$

2.2.7 Placas Base.

Para el diseño de las placas [07] se analiza la placa inferior y será del mismo espesor que para la placa superior y bajo carga estática.

Como primer análisis se debe de tener en cuenta de que se deben de considerar dos tipos de esfuerzos para definir el espesor de las placas, por compresión y por cortante.

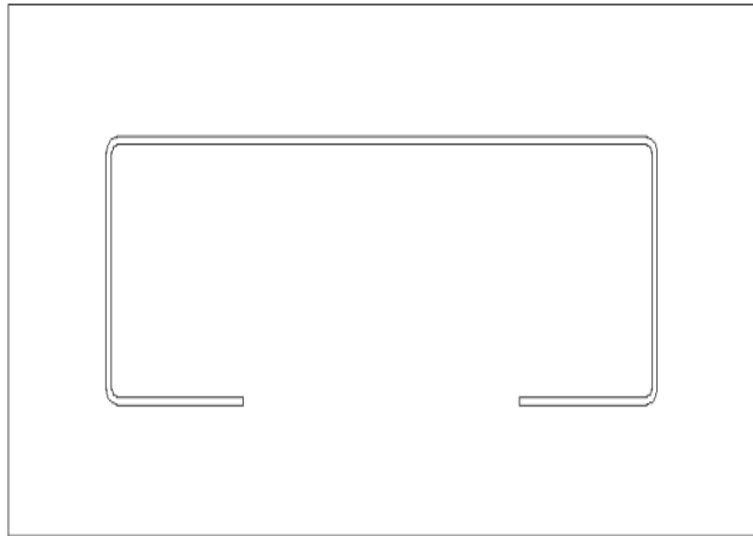


FIGURA 2.38 PLACA INFERIOR A USARSE

Analizando por aplastamiento se tiene lo siguiente:

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{F}{A_{\text{aplastamiento}}} = \frac{4500 \text{ N}}{2097 \text{ mm}^2} = 2.15 \text{ MPa}$$

$$N = \frac{S_y}{\sigma_{\text{aplastamiento}}} = \frac{225}{2.15} = 483$$

Analizando bajo esfuerzo cortante se tiene:

$$\tau = \frac{F}{A_{\text{corte}}} = \frac{F}{\text{Perimetro} * \text{espesor}} = \frac{4500}{655 * 10} = 0.69 \text{MPa}$$

$$N = \frac{S_{yc}}{\tau} = \frac{225 * 0.577}{0.69} = 188$$

Por lo tanto se escoge una placa con espesor de 10mm para las placas.

2.3 Sistema de Transmisión de potencia

2.3.1 Cálculo de la Potencia del Motor

Para el cálculo de la potencia del motor se tomará el resultado del análisis del tornillo de transmisión de potencia (2.2.4) para este cálculo.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Potencia = 0.43kW
- Torque Requerido = 10.98 N-m.
- Velocidad de Rotación = 377 RPM

2.3.2 Cálculo y Selección del Sistema de Transmisión.

Para la selección del sistema de transmisión de potencia [12] se deberá establecer las siguientes condiciones de diseño y selección:

- Potencia Requerida (Preq): 0.43kW (0.58 HP)
- Velocidad de la polea motriz: 900rpm
- Velocidad de la polea impulsada: 377rpm
- Horas de operación: 8-16horas/día
- Tamaño de ejes: 25mm

Quedando así por definir los siguientes factores:

- Distancia entre centros
- Tamaño de Catalinas a usarse

Para esto se usará el Catalogo de Martin para el cálculo y selección del sistema de transmisión de potencia, la clasificación del servicio que va a dar.

Clasificación de Servicio - Tabla I
Carga Uniforme Agitadores para líquidos, Sopladores Centrifugos, Transportadores de Carga Uniforme, Elevadores de Carga Uniforme, Ventiladores Centrifugos, Generadores, Ejes de Línea de Carga Uniforme Irreversible, Bombas Centrifugas
Carga de Impacto Moderado Batidoras, Compresores Centrifugos, Transportadores de Carga Variable, Molinos, Hornos y Secadoras, Lavadoras y Secadoras, Ejes de Línea de Carga Variable, Máquinas de Carga Pulsante, Bombas Reciprocantes Triplex, Cribas Rotatorias de Carga Uniforme, Maquinaria para Trabajo en Madera.
Carga de Impacto Pesado Máquinas para Ladrillos, Compresores Reciprocantes, Máquinas de Carga Reversible o con Cargas de Impacto, Molinos de Martillos o Rodillos, Prensas, Bombas Reciprocantes Sencillas o Dobles.

**FIGURA 2.39 TIPO DE CLASIFICACIÓN DEL SERVICIO
PARA EL SISTEMA PIÑÓN-CADENA**

Dado el tipo de la Clasificación del Servicio se escoge el Factor de Servicio:

Factor de Servicio — Tabla II			
CLASIFICACIÓN DE SERVICIO	TIPO DE LA UNIDAD MOTRIZ		
	Motor de Combustión Interna con Transmisión Hidráulica	Motor Eléctrico o Turbina	Motor de Combustión Interna con Transmisión Mecánica
Carga Uniforme	1.0	1.0	1.2
Carga de Impacto Moderado	1.2	1.3	1.4
Carga de Impacto Pesado	1.4	1.5	1.7

Las **Condiciones de Operación Desfavorables** que pudieran estar presentes deben ser compensadas agregando 0.2 al factor de servicio por cada condición desfavorable. Algunas de estas condiciones pueden ser las siguientes:

1. Ejes Múltiples — añada 0.2 por cada eje adicional.
2. Relaciones de velocidad excesivas — Mayores de 7:1.
3. Cargas de arranque pesadas con frecuentes arranques y paros.
4. Condiciones de alta temperatura, condiciones muy abrasivas o circunstancias que disminuyan la efectividad de la lubricación o que no permitan el uso de los procedimientos de lubricación recomendados.

FIGURA 2.40 FACTOR DE SERVICIO PARA EL SISTEMA PIÑÓN-CADENA

Donde la potencia de Diseño es igual a:

$$P_d = f_s \cdot P_{req}$$

$$P_d = 1.15 \text{HP}$$

Se selecciona el tipo de cadena que será necesaria de acuerdo a la potencia requerida y a la velocidad de la catalina motriz [Tabla de H.P, Sección E, Catalogo Martin]

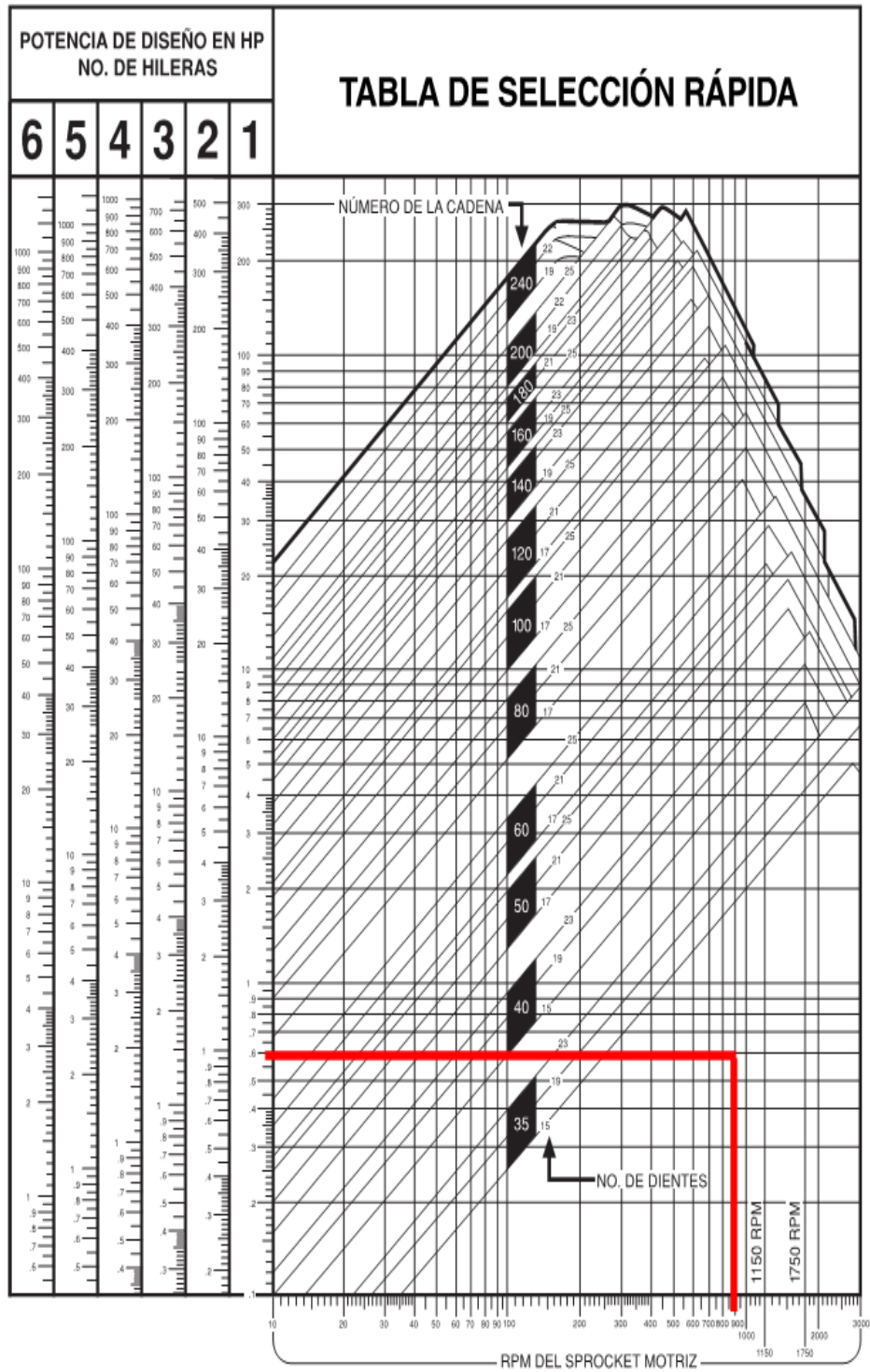


FIGURA 2.41 TABLA PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE CADENA A USARSE

A partir de esto, se tiene que la cadena mínima a utilizar es la No. 35 con catalinas motriz e impulsada de 18 y 45 dientes, respectivamente.

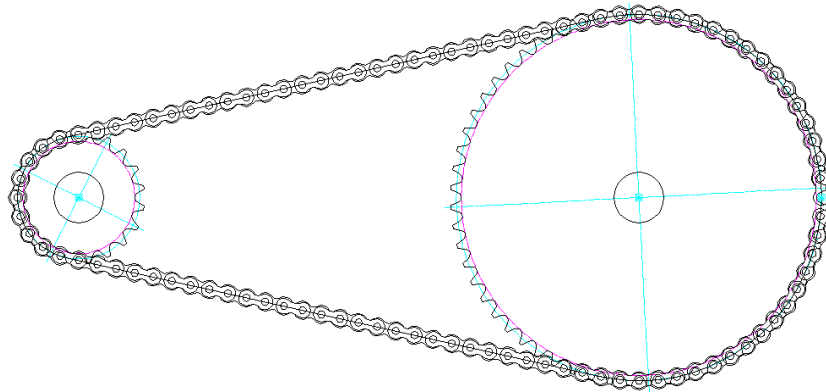


FIGURA 2.42 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA A USARSE

Evaluando el torque para el eje motriz [12].

$$\text{Torque} = \frac{HP * 63025}{RPM} = 108 \text{ lb} - \text{in} (12.12 \text{ Nm})$$

2.3.3 Selección del Motor Requerido.

En los numerales anteriores se definió la potencia del motor y la velocidad del mismo, en este numeral se escogerá un

motor Siemens [13] y se verán las características de acuerdo al catálogo.

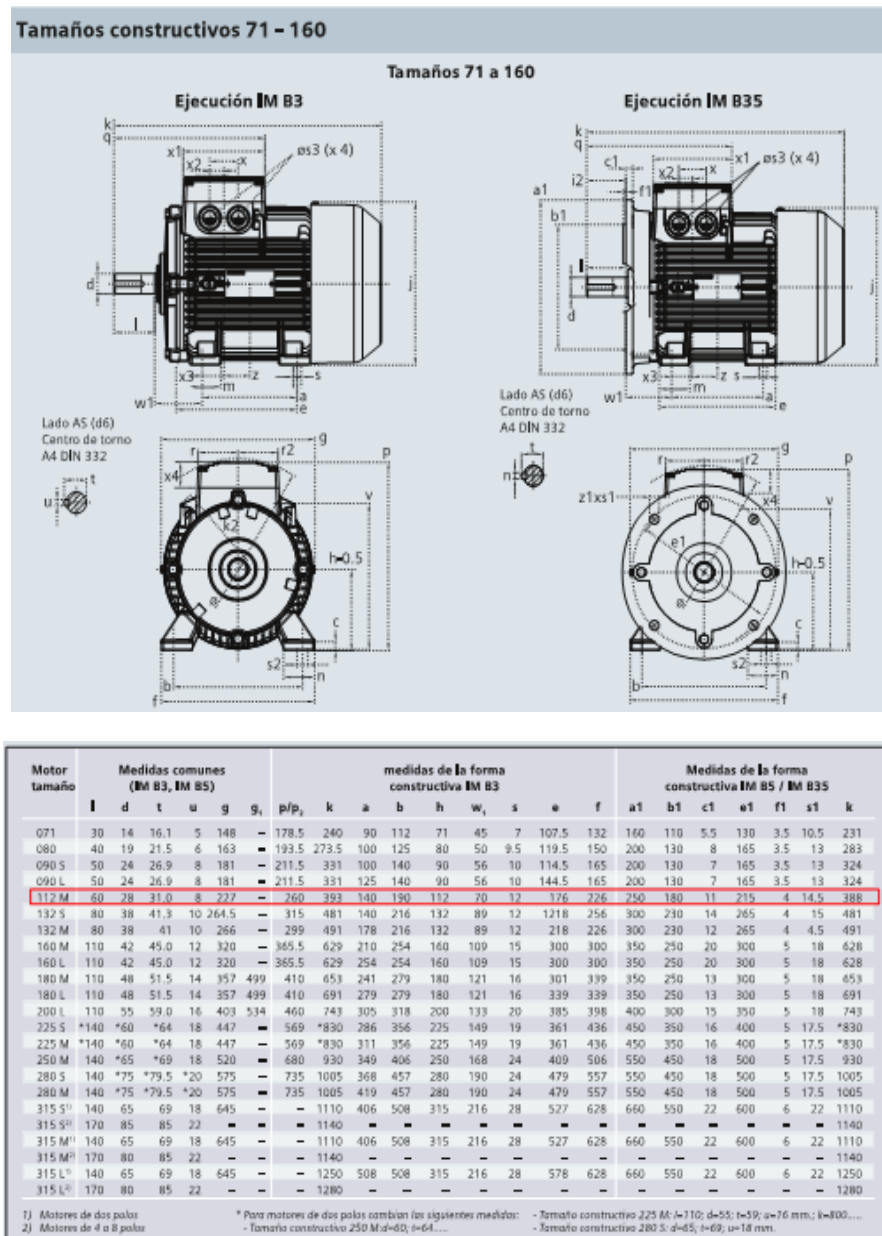


FIGURA 2.43 MEDIDAS GENERALES DEL MOTOR A USARSE

A este motor se lo selecciona con freno magnético para protección al tener carga.

Eficiencia IEC	Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia		Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A)	
			HP	KW			220 VAC	440 VAC
VELOCIDAD 900 rpm (8 polos)								
100160492	1LA7083-8YA60	80	0.5	0.37	45.0	1.15	2.6	1.3
100160498	1LA7090-8YB60	90	0.75	0.56	56.5	1.15	3.2	1.6
100160504	1LA7096-8YB60	90	1.0	0.74	60.2	1.15	4.4	2.2
100160507	1LA7111-8YB60	112 M	1.5	1.12	66.1	1.15	7.2	3.6

FIGURA 2.44 DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR A USARSE

2.4 Modelado Virtual

2.4.1 Modelado Tridimensional.

El modelado tridimensional es el procedimiento de elaboración de un modelo 3D usando un software especializado (En este caso SOLIDWORKS). Se trata de un proceso de creación de un modelo de alambre que representa un objeto tridimensional. Ese objeto puede ser vivo o inanimado. Un modelo tridimensional se crea utilizando un conjunto de puntos en el espacio 3D, que están conectadas por varios datos geométricos como líneas y superficies curvas.

Para este proyecto de graduación solo se analizará un marco general sobre el modelado tridimensional. Existen muchos modelos tridimensionales pero se indica a continuación cuatro de los más utilizados:

- **Modelado poligonal:** Es un método de creación de un modelo en 3D mediante la conexión de segmentos de línea a través de puntos en un espacio 3D. Estos puntos en el espacio son también conocidos como vértices. Modelos poligonales son muy flexibles y pueden ser prestados por un equipo muy rápidamente. Uno no puede, sin embargo, crear una superficie curva exacta utilizando técnicas de modelado poligonal 3D.
- **Modelado Primitivo.** Esta es la forma más simple de modelar objetos tridimensionales. Utilizando las primitivas geométricas tales como cilindros, conos, cubos y pelotas, se crean modelos complejos. Este enfoque garantiza la construcción fácil como las formas son matemáticamente definida y precisa. Modelos primitivos se utiliza principalmente en el desarrollo de modelos 3D de las aplicaciones técnicas.
- **Modelado NURBS.** El NURBS (Non-B-splines racionales no uniformes), es un modelo matemático utilizado

en la computación gráfica para generar y representar curvas y superficies.

- **Splines y parches de modelado** . Estos métodos son similares a los procedimientos de modelado NURBS. Ellos dependen de las líneas curvas para identificar la superficie visible.

El modelado tridimensional a usarse será el “Modelado Poligonal”, usado en SOLIDWORKS, este modelado es parte del análisis por Elementos Finitos y dependiendo el tamaño del componente a realizar se determinar el tipo de mallado a realizarse.

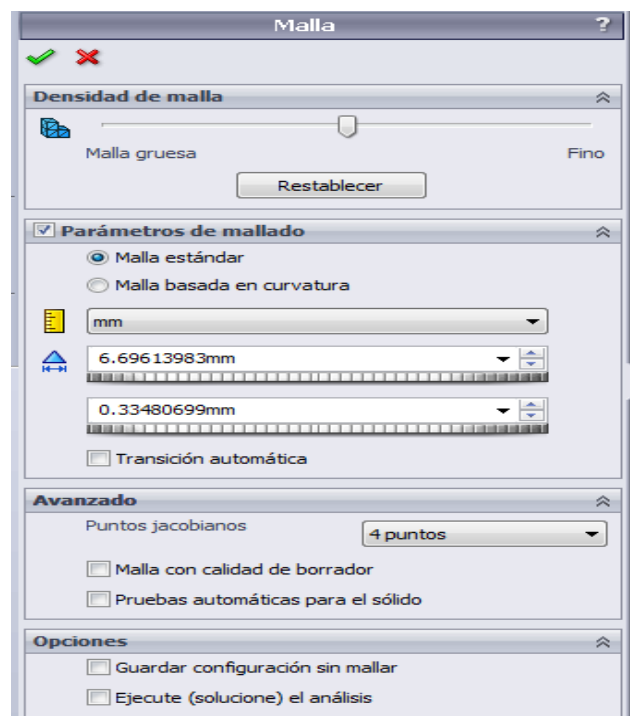


FIGURA 2.45 CONTROL DEL MALLADO DEL SOFTWARE

Se presenta algunas de los componentes principales del Elevador-Volteador de Carros contenedores de Producto Cárnico



FIGURA 2.46 MALLADO DEL CARRO CONTENEDOR

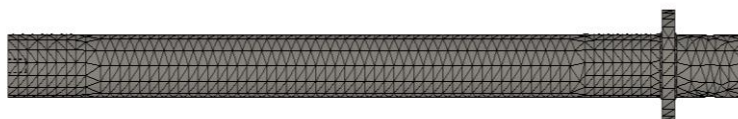


FIGURA 2.47 MALLADO DEL EJE DE LOS BRAZOS DE AGARRE

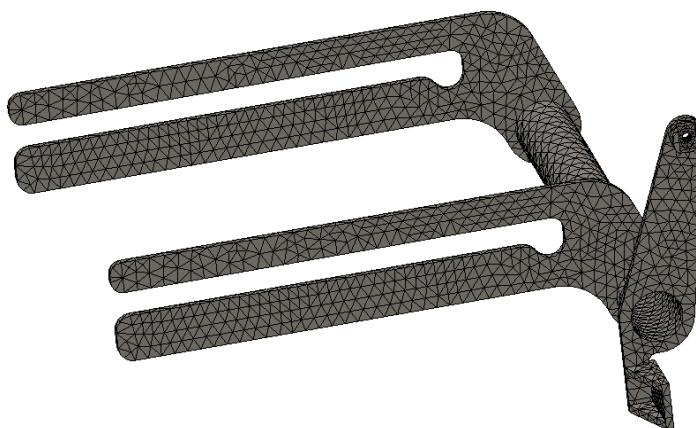


FIGURA 2.48 MALLADO DE LOS BRAZOS DE AGARRE

2.4.2 Simulación de Esfuerzos.

Para realizar una simulación en el programa de SOLIDWORKS se establecen algunos criterios de diseño mecánico para el cálculo del Factor De Seguridad (FDS), los que usa este software son:

- El Criterio de Tensión de Von Mises
- El Criterio de Cortadura Máximo o de Tresca
- El Criterio de Tensión de Mohr-Coulomb
- El Criterio de Tensión Normal Máximo

Los criterios mencionados se los puede apreciar en el siguiente gráfico.

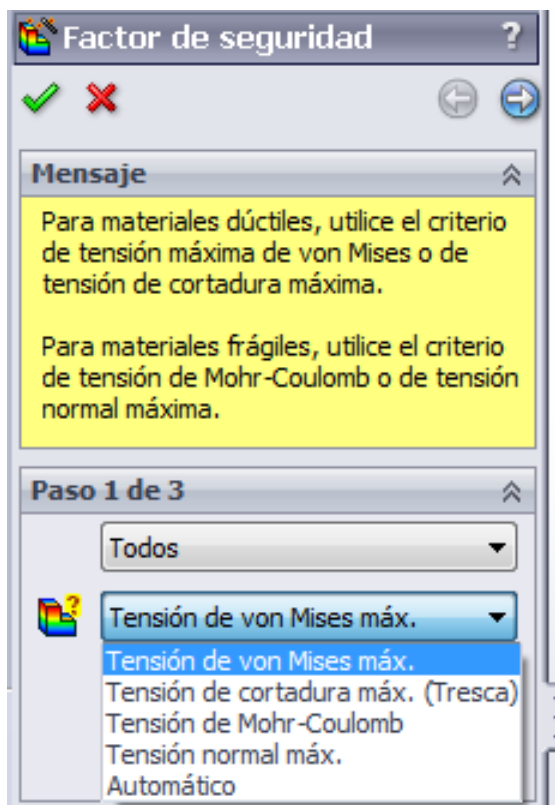


FIGURA 2.49 SELECCIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN EL SOFTWARE

Para este proyecto de graduación se analiza el Criterio de Tensión de Von Mises, debido a que se está analizando materiales dúctiles.

Se presenta un resumen de los análisis realizados en algunos de los componentes principales del Elevador-Volteador de Carros Contenedores de Producto Cárnico.

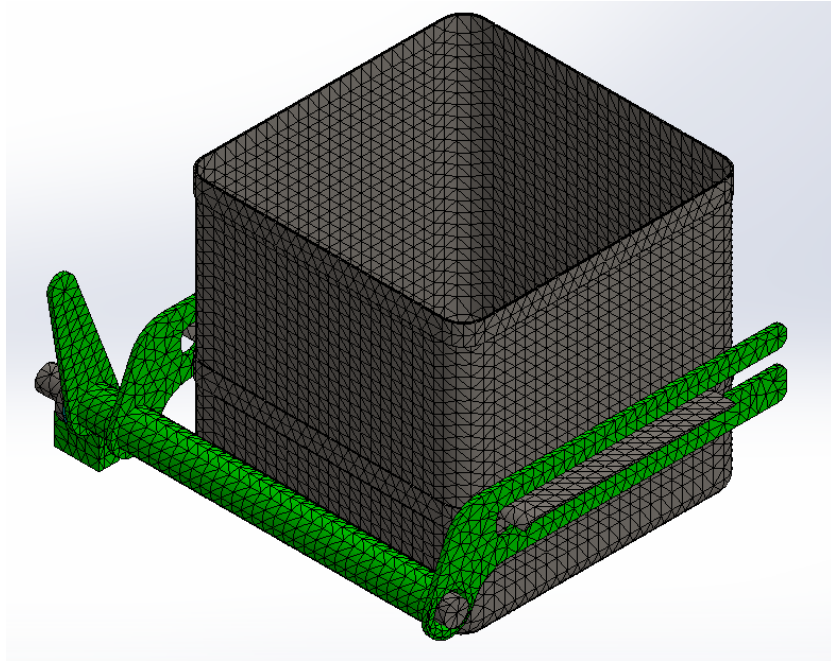
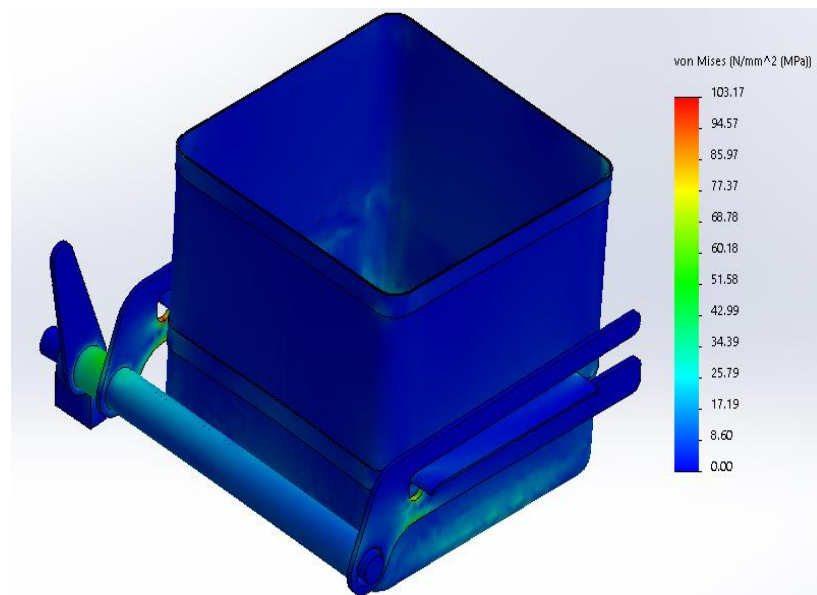


FIGURA 2.50 CONTROL DE MALLADO



**FIGURA 2.51 SIMULACIÓN DE ESFUERZOS
OBTENIDOS**

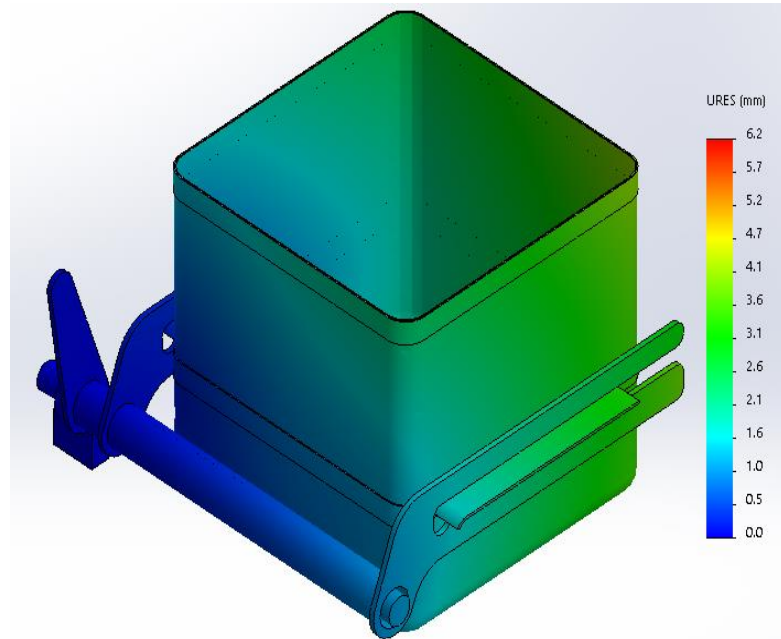


FIGURA 2.52 DEFORMACIONES OBTENIDAS

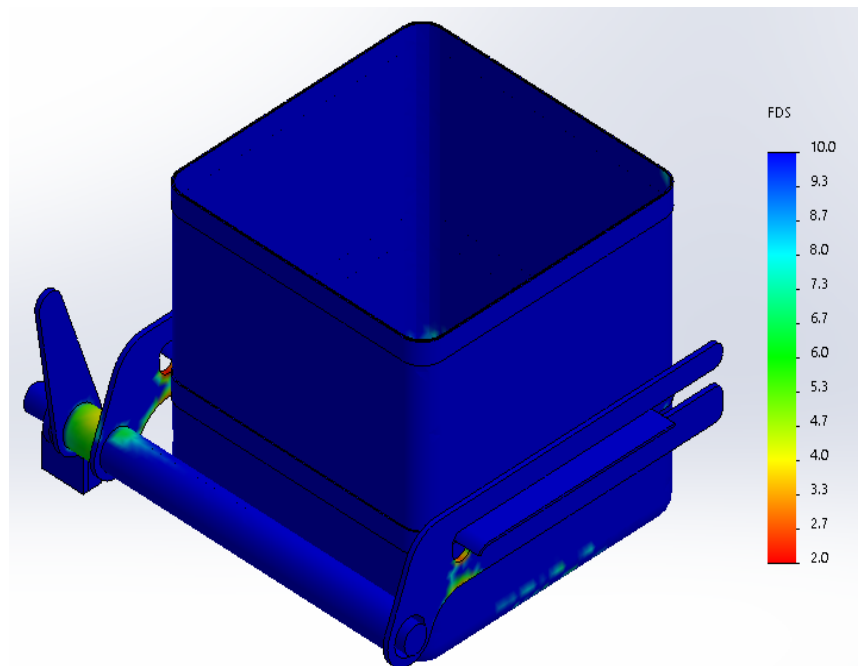


FIGURA 2.53 FACTORES DE SEGURIDAD OBTENIDOS

2.4.3 Animación del Sistema.

Se denomina una animación del sistema al proceso de recrear una simulación del proceso de trabajo de un equipo o máquina, para este caso el Elevador-Volteador.

En las siguientes figuras se presentan los procesos principales que se tienen en la animación del elevador-volteador de carros contenedores de producto cárnico.

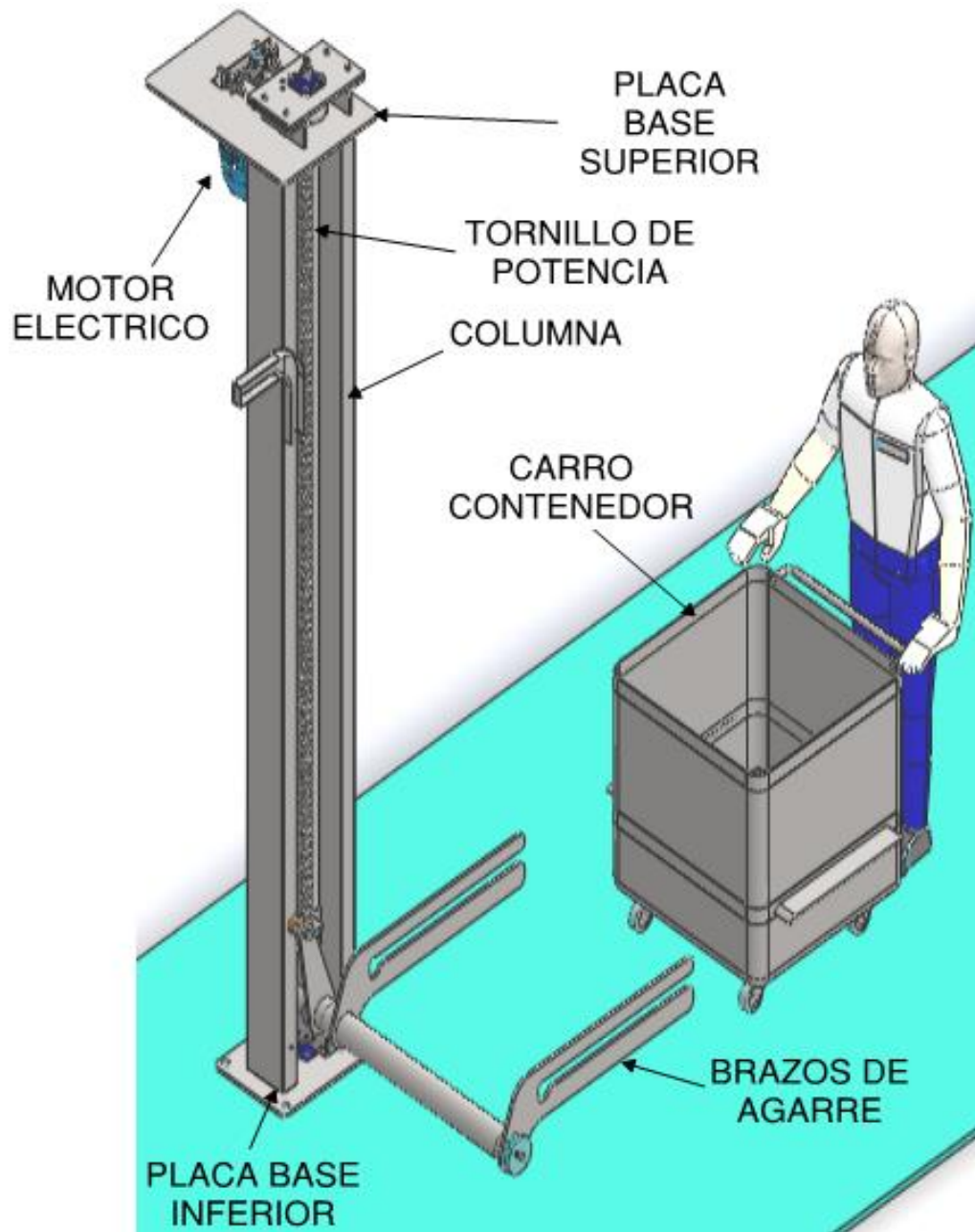


FIGURA 2.54 VISTA DE PERSPECTIVA DEL SISTEMA

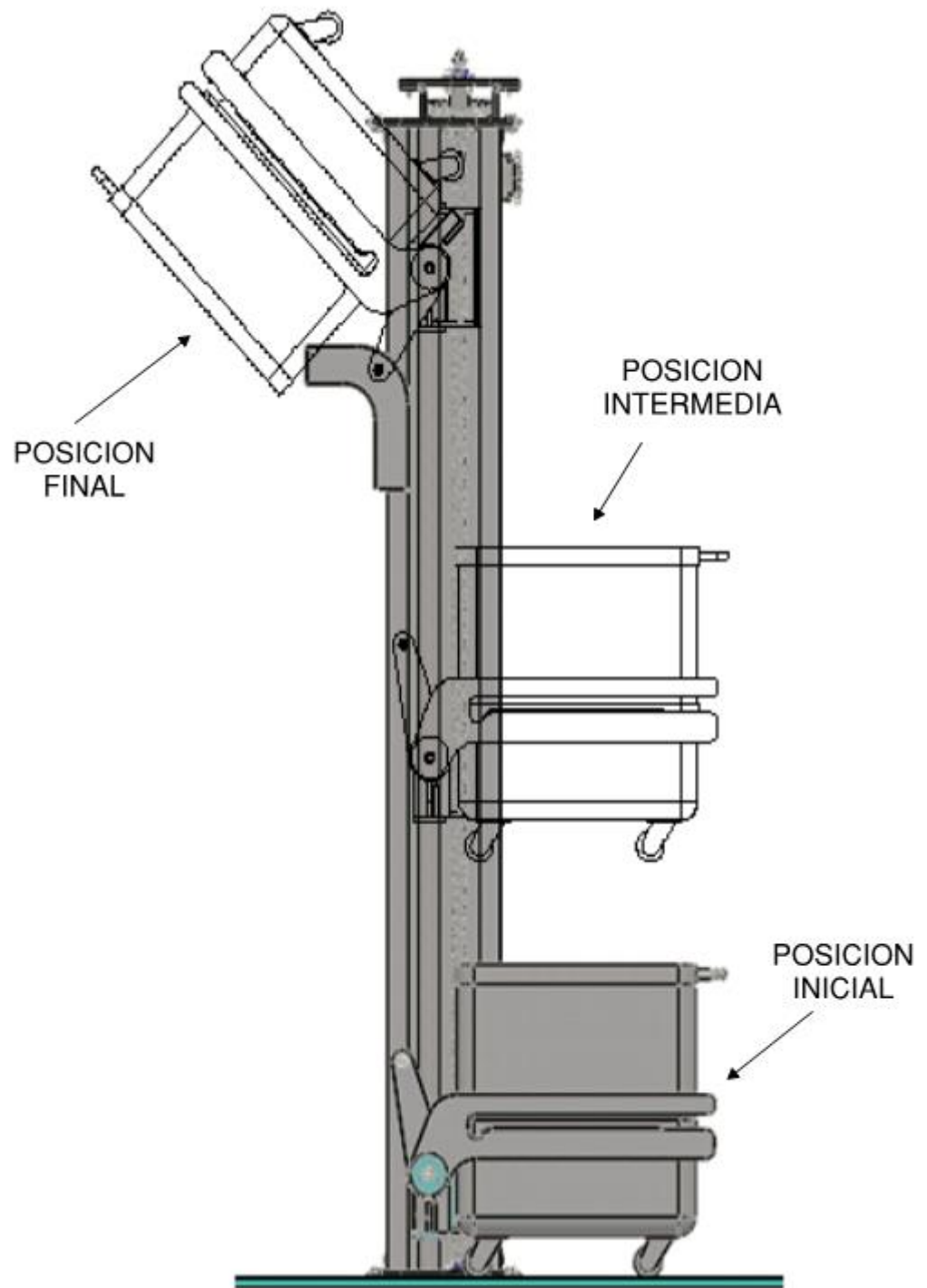


FIGURA 2.55 ANIMACIÓN DEL SISTEMA

CAPITULO 3

3. PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION

En este capítulo se realiza dos partes importantes del presente proyecto de trabajo, la proyección de trabajo referente a la construcción y montaje, y un análisis de costos del proyecto diseñado.

3.1 Cronograma de Tareas.

Para la proyección y distribución de trabajo se procederá a realizar un Diagrama de Gantt e indicar los procesos que conllevan en cada construcción, como se muestra a continuación.

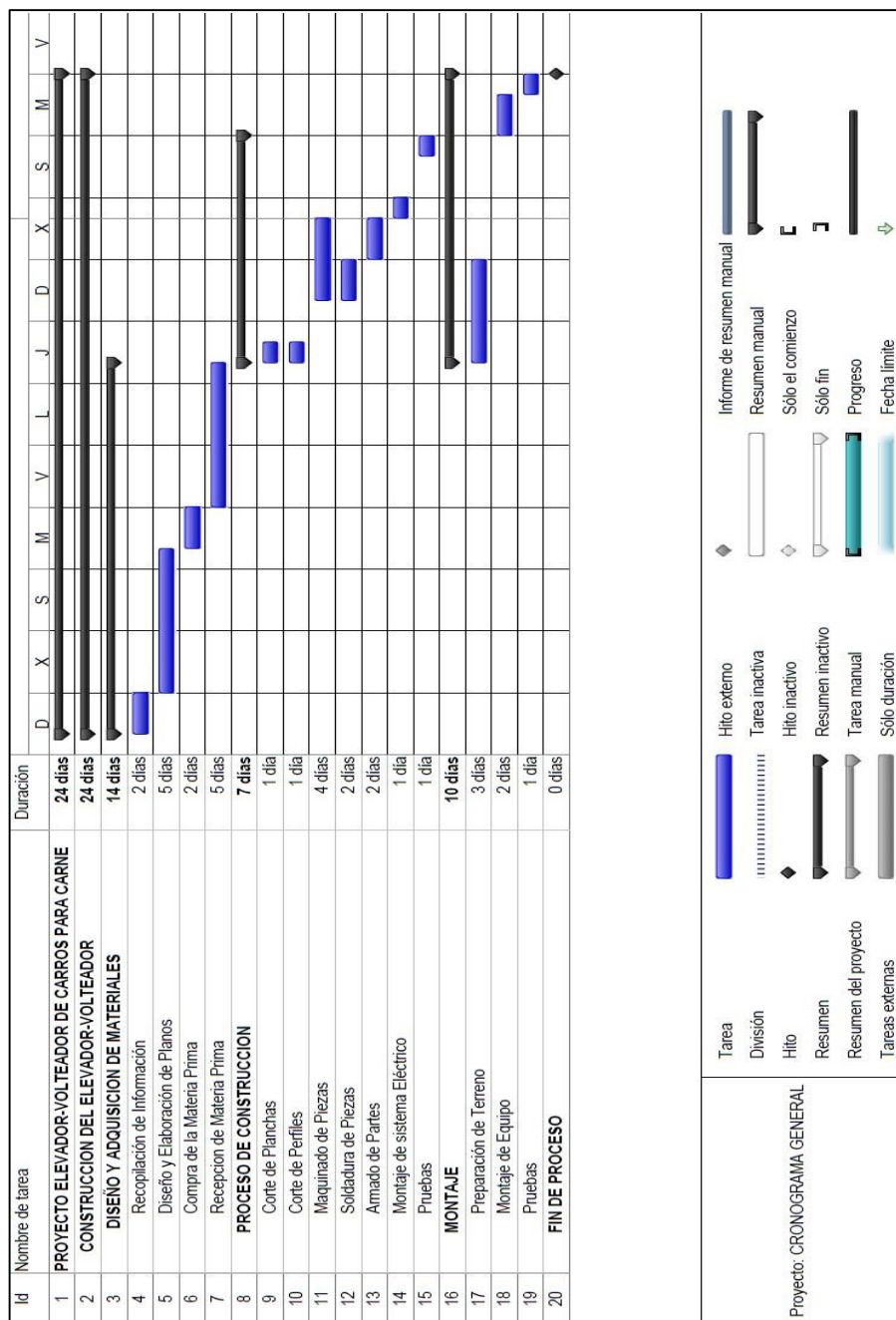


FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE GANTT DEL PROCESO

En el Diagrama de Gantt mostrado se muestran los siguientes procesos:

- Diseño y Adquisición de Materiales
- Proceso de Construcción
- Montaje

En la etapa de Diseño y Adquisición de Materiales se analiza los tiempos desde la recopilación de información para luego proceder con el diseño y preparación de los planos para la máquina, a partir de esta información se procede a realizar el proceso de compra y la recepción de materiales, se debe de indicar que este proceso depende normalmente de las características del medio económico y social que se encuentre el país, esto quiere decir si no existe ninguna manifestación, feriado u otro impedimento se estará considerando el tiempo que se menciona en el Diagrama de Gantt, que es alrededor de 14 días.

Para la fase de construcción se procede a diferenciar los procesos principales a realizar, tales como: corte, soldadura y armado de partes, luego el montaje del sistema eléctrico para proceder a realizar la primera prueba de funcionamiento en taller, este proceso dura aproximadamente 7 días.

Al tiempo que se ha realizado el proceso de armado de partes con su respectiva prueba se procede con la preparación del terreno para realizar la correspondiente cimentación, para continuar con el montaje y prueba del equipo para luego dar a su fin con la entrega del mismo.

Se debe de indicar que estos procesos tienen una variación de tiempo y costos debido a la facilidad que se tenga los productos correspondientes en almacenamiento y listos para entregar.

3.2 Presupuesto Detallado

Para desarrollar un presupuesto de implementación se debe de analizar qué factores deben ser considerados en este análisis, ya que este tiene costos directos y costos indirectos.

Como costos directos se deben de considerar básicamente los costos de la materia prima, los costos por mano de obra y los costos por uso de máquinas-herramientas.

Entre los costos indirectos se tienen los costos por administración, por transporte, servicios básicos, imprevistos, utilidades y entre otros. Se procede a continuación a establecer algunos costos por

uso de Máquinas-Herramientas que se estarán usando en este proceso:

TABLA 3.1 COSTOS POR MANO DE OBRA

MANO DE OBRA	COSTO/HORA
Tornero - Fresador	7.50
Soldador	8.45
Armador	7.50
Eléctrico	7.50
Dibujante	10.00
Ingeniero	15.00
Costos Administrativo	1.00
Varios	4.00

Con el uso del Diagrama de Gantt se puede completar una nueva tabla en donde se indica en resumen la cantidad aproximada de horas laboradas en cada máquina.

TABLA 3.2 RESUMEN DE HORAS A LABORAR POR MÁQUINA

MAQUINA/HERRAMIENTA	HORAS
Torno	16
Taladro	8
Fresadora	8
Soldadora TIG	6
Soldadora MIG	6
Soldadura por Electrodo	4
Corte por Plasma	16
Herramientas Varias	15

Con esta cantidad de horas laboradas y el precio de cada hora se presenta una nueva tabla en donde se indica el costo total por el uso de máquinas/herramientas en un taller.

TABLA 3.3 RESUMEN DE COSTOS POR MANO DE OBRA

MANO DE OBRA	COSTO TOTAL (\$)
Guillotina	99.00
Plasma CNC	76.00
Plegado	22.00
Armado	513.00
Soldadura GMAW/FCAW	175.00
Torno	285.00
Fresa	170.00
Limpieza Mecánica	100.00
TOTAL	1440.00

Se debe de indicar que este costo solo representa un estimado del costo del uso de máquinas/herramientas y mano de obra.

De acuerdo a los planos mostrados se requieren los siguientes materiales:

TABLA 3.4 RESUMEN Y COSTOS DE MATERIALES A USAR

DESCRIPCION / MEDIDAS GENERALES	CANT.	COSTO TOTAL
PLANCHA2440x1220x2mm	2	328.17
PLANCHA2440x1220x3mm	1	246.85
PLANCHA2440x1220x12mm	1	984.41
PLETINA50x3 x L=6000mm	1	24.78
PLETINA50x6 x L=6000mm	1	49.55
TUBO NPS-3, SCH.40 x L=6000mm	1	267.08
TUBO NPS-1 1/2, SCH.4040 x L=6000mm	1	89.54
TUBO Φ 25mm x e=2mm L=6000mm	1	55.35
ANGULO L 50x3 x L=6000mm	1	49.55

BARRA Φ 120mm x L=1000mm	1	126.29
BARRA Φ 50mm x L=3000mm	1	464.29
BARRA Φ 75mm x L=50mm	1	17.39
RODAMIENTO AXIAL SKF-51110, DIAMETRO DE EJE 50mm	1	58.80
CHUMACERA DE PISO FY25, DIAMETRO DE EJE 25mm	1	28.35
PIÑON No.35 - 18 DIENTES	1	16.80
PIÑON No.35 - 45 DIENTES	1	27.30
CADENA No. 35 - 3 METROS	1	10.50
Motor 900RPM, torque nominal de 25 lb-pie, 220V/440V, de arranque directo, TIPO VERTICALVERTICAL	1	945.00
		3790.00

TABLA 3.5 RESUMEN DE COSTOS

RESUMEN	
MATERIALES	3,790.00
INGENIERIA	330.00
COSTO POR FABRICACION	1,440.00
OTROS + IMPREVISTOS (5%)	280.00
SUB TOTAL	5,840.00
NETO	5,840.00
COSTO /KG TOTAL	8.94
DIFERENCIAL TOTAL	1,130.00
MARGEN TOTAL	33.16%

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al culminar el presente proyecto de graduación se ha cumplido con el objetivo de diseñar un equipo elevador volteador de carros contenedores para productos cárnicos.

Se han realizado los cálculos teóricos y estos se los ha comparado con herramientas modernas como MATLAB, AUTOCAD y SOLIDWORKS empleando cada una de ellas de manera distinta y la variación entre los cálculos teóricos es aproximadamente de un 10%.

Para el desarrollo de este proyecto de graduación se ha utilizado diferentes tipos de normas ecuatorianas de la INEM tanto para

determinar las condiciones de diseño [02] [03] [04] y la elaboración de los planos de construcción [13].

En el diseño del elevador-volteador se definió una velocidad determinada, pero se recomienda el uso de un variador de frecuencia de manera que permita una variación de la velocidad en el caso que las condiciones laborales lo requieran.

El equipo diseñado puede ser utilizado no solo para el transporte de producto cárnico sino también para una gran variedad de productos y dependiendo el tipo de materia prima a transportar puede variar los materiales de construcción.

Se ha diseñado este equipo con partes en acero inoxidable, se puede variar el diseño para usar en sistemas que no exijan las condiciones en las que pueda haber contaminación cruzada.

APÉNDICES

APENDICE A

PROGRAMA DE MATLAB PARA ELABORACION DE DIAGRAMA DE FALLAS

```
%Diseño Bajo Carga Variable
Sut=input('Ingrese la Resistencia a la Tensión, Sut (MPa): ');
Sy=input('Ingrese Esfuerzo de Fluencia, Sy (MPa): ');
Se=input('Ingrese la Resistencia a la Fatiga, Se (MPa): ');
Sig_a=input('Ingrese Esfuerzo Alternante, Sigma_a (MPa): ');
Sig_m=input('Ingrese Esfuerzo Medio, Sigma_m (MPa): ');

%%Coordenas de la Amplitud y Constante de la Resistencia, e
intersecciones
%%importantes en el primer cuadrante para lugares Geométricos de falla
de
%%la Energía de Distorsión de Gerber y de Langer

%%%Gerber
r_Sig=Sig_a/Sig_m; %Linea de Carga Inicial
Sm_G=0:Sut/1000:Sut;
Sa_G=Se * ( 1 - ((Sm_G/Sut).^2));
N_Gerber=(1/2)*((Sut/Sig_m)^2)*(Sig_a/Se)*(-
1+sqrt(1+(2*Sig_m*Se/(Sut*Sig_a))^2));
disp('Factor de Seguridad por Gerber es:');
disp(N_Gerber);
SAgb= (((r_Sig*Sut)^2)/(2*Se)) * (-1 + sqrt(1 +
(((2*Se)/(r_Sig*Sut))^2)));
SMgb= SAgb/r_Sig;
SAgc= r_Sig*Sy/(1+r_Sig);
SMgc= Sy/(1+r_Sig);
Xgerber= [0 Sig_a SMgb SMgc];
Ygerber= [0 Sig_m SAgb SAgc];

%%%Soderberg
Sm_S=0:Sy/1000:Sy;
Sa_S=Sy * ( 1 - (Sm_S/Sy));
N_Soderberg=1/((Sig_a/Se)+(Sig_m/Sy));

plot(Sm_G,Sa_G,'r',Sm_S,Sa_S,'g', Xgerber, Ygerber,'-xk'), grid on
title('Diagrama Fatiga (Gerber-Langer)')
xlabel('Esfuerzo Medio (MPa)')
ylabel('Esfuerzo Alternante (MPa)')
legend('Lugar Geométrico de la Fatiga de Gerber','Recta de Langer',
'Recta de Carga')
```

APENDICE B

PROGRAMA DE MATLAB PARA DISEÑO DE TORNILLO DE POTENCIA

```
%Calculo de Tornillo de Potencia
clear, clc
d=input('Ingrese diámetro de tornillo, mm: ');
dc=input('Ingrese diámetro de collarín, mm: ');
n=input('Ingrese Cantidad de Hilos del Tornillo: ');
p=input('Ingrese paso de tornillo, mm: ');
F=input('Ingrese Carga de Trabajo, kN: ');
ft=input('Ingrese Coeficiente de Fricción entre tornillo y tuerca: ');
fc=input('Ingrese Coeficiente de Fricción del Collarín: ');
RPM=input('Ingrese Velocidad del Tornillo, RPM: ')

%%Calculo de Diámetro de Paso y Diámetro Menor
dm= d - p/2;
disp('Diámetro de Paso, mm: ')
disp(dm)
disp('Diámetro Menor, mm: ')
dr= d - p;
disp(dr)
disp('Avance del Tornillo, mm: ')
l=n*p;
disp(l)

%%Calculo de Par de Torsión Necesario Para Elevar la Carga
T1=(F*dm / 2)*(1 + pi()*ft*dm)/(pi()*dm - ft*l);
T2=F*fc*dc/2;
Ts=T1+T2;
disp('El Par de Torsión Necesario Para Elevar la Carga, N-m: ')
disp(Ts)

%%Calculo de Par de Torsión Necesario Para Bajar la Carga
T3=(-F*dm/2)*(pi()*ft*dm-l)/(pi()*dm + ft*l);
Tb=T3-T2;
disp('El Par de Torsión Necesario Para Bajar la Carga, N-m: ')
disp(Tb)

%%Eficiencia Durante el Levantamiento de la Carga
e=F*l/(2*pi()*Ts);
disp('La Eficiencia Global al Elevar la Carga es: ')
disp(e)

%%Esfuerzos de Torsión y Compresión en el Cuerpo

%%Esfuerzo Cortante en el Cuerpo
Tao=1000*16*Ts/(pi*(dr^3));
disp('Esfuerzo Cortante en el Cuerpo del Tornillo, MPa: ')
disp(Tao)

%%Esfuerzo Axial Normal Nominal
Sigma = -4 * 1000 * F / (pi() * (dr^2));
```

```

disp('Esfuerzo Axial Normal Nominal, MPa: ')
disp(Sigma)

%%Esfuerzo Flexionante en la Raíz del Hilo
nt=input('Ingrese Cantidad de Hilos en Contacto (Se recomienda 1 para
Análisis): ');

switch nt
    case 1,
        hilo = 0.38;
    case 2,
        hilo = 0.25;
    case 3,
        hilo = 0.18;
    otherwise
        hilo = 0;
end

Sigma_b = 1000 * 6 * hilo * F / (pi() * dr * nt * p);
disp('Esfuerzo en Hilos Analizados, MPa: ')
disp(Sigma_b)

%%Esfuerzo de Von Mises
Sx=Sigma_b;
Sy=0;
Sz=Sigma;
Txy=Tao;
Tyz=0;
Tzx=0;
Sigma1=(Sx-Sy)^2;
Sigma2=(Sy-Sz)^2;
Sigma3=(Sz-Sx)^2;
Tao1=Txy^2;
Tao2=Tyz^2;
Tao3=Tzx^2;
Tao_sum=Tao1+Tao2+Tao3;
S_von_mises = (1 / sqrt(2)) * sqrt(Sigma1 + Sigma2 + Sigma3 +
6*Tao_sum);
disp('Esfuerzo de Von Mises, MPa: ')
disp(S_von_mises)

%%Esfuerzos Principales
C1 = Sx + Sy + Sz;
C2 = Sx*Sy + Sx*Sz +Sy*Sz - (Txy^2) - (Tyz^2) - (Tzx^2);
C3 = Sx*Sy*Sz + 2*Txy*Tyz*Tzx - Sx*Tao2 - Sy*Tao3 - Sz*Tao1;
fSigma = [1 , -C1 , C2 , C3];
RS = roots(fSigma);
rs1=RS(1);
rs2=RS(2);
rs3=RS(3);

if rs1>rs2 && rs2>rs3
    Sig1=rs1;

```

```

        Sig2=rs2;
        Sig3=rs3;
    else if rs1>rs3 && rs3>rs2
        Sig1=rs1;
        Sig2=rs3;
        Sig3=rs2;
    else if rs2>rs1 && rs1>rs3
        Sig1=rs2;
        Sig2=rs1;
        Sig3=rs3;
    else if rs2>rs3 && rs3>rs1
        Sig1=rs2;
        Sig2=rs3;
        Sig3=rs1;
    else if rs3>rs2 && rs2>rs1
        Sig1=rs3;
        Sig2=rs2;
        Sig3=rs1;
    else
        Sig1=rs3;
        Sig2=rs1;
        Sig3=rs2;
    end
    disp('Esfuerzos Principales')
    disp('Sigma 1, MPa:')
    disp(Sig1)
    disp('Sigma 2, MPa:')
    disp(Sig2)
    disp('Sigma 3, MPa:')
    disp(Sig3)

%%Esfuerzo Cortante Máximo
T12=(Sig1-Sig2)/2;
T23=(Sig2-Sig3)/2;
T13=(Sig1-Sig3)/2;
if T12>T23 && T23>T13
    disp('Esfuerzo Cortante Máximo, MPa: ')
    disp(T12)
else if T23>T12 && T12>T13
    disp('Esfuerzo Cortante Máximo, MPa: ')
    disp(T23)
else
    disp('Esfuerzo Cortante Máximo, MPa: ')
    disp(T13)
end

%%Potencia Requerida para Impulsar el Tornillo
Potencia=Ts*RPM/(9.5488*1000);
disp('Potencia Requerida para Impulsar el Tornillo, kW: ')
disp(Potencia)

```

APENDICE C

PROGRAMA DE MATLAB PARA CALCULO DE FACTORES DE SEGURIDAD

```
%Diseño_bajo_fatiga
Sut=input('Ingrese la Resistencia a la Tensión, MPa: ');
Sigma_a=input('Ingrese Esfuerzo Alternante, MPa: ');
Sigma_m=input('Ingrese Esfuerzo Medio, MPa: ');
Sy=input('Ingrese Esfuerzo de Fluencia, MPa: ');

if Sut<=1400,
    Sep=0.5*Sut;
else
    Sep=700;
end

%%Especificación bajo Factor de Superficie ka
disp('Seleccione el tipo de acabado superficial (digite 1, 2, 3 o 4)');
disp('(1) Esmerilado');
disp('(2) Maquinado o Laminado en Fío');
disp('(3) Laminado en Caliente');
disp('(4) Como Sale de Forja');
C1=input('Ingrese opción: ');
switch C1
    case 1,
        a=1.58;
        b=-0.085;
    case 2,
        a=4.51;
        b=-0.265;
    case 3,
        a=57.70;
        b=-0.718;
    case 4,
        a=272;
        b=-0.995;
    otherwise
        disp('error en el ingreso de datos, recalculer toda la
función')
end

ka=a*(Sut^b);

%%Especificación bajo Factor de Tamaño y Carga kb y kc
d=input('Ingrese Diámetro Equivalente, mm: ');
if 2.79<=d && d<=51
    kb1=1.24*(d.^(-0.107));
else
    kb1=1.51*(d.^(-0.157));
end
disp('Seleccione el Tipo de Carga a Considerar (digite 1, 2, o 3)');
disp('(1) Axial');
```



```

disp('(2) Flexión');
disp('(3) Torsión');
C2=input('Ingrese opción: ');
switch C2
    case 1,
        kb=1;
        kc=0.85;
    case 2,
        kb=kb1;
        kc=1;
    case 3,
        kb=kb1;
        kc=0.59;
    otherwise
        disp('error en el ingreso de datos, recalculer toda la
función')
end

%%Especificación bajo Factor de Temperatura kd
T=input('Ingrese Temperatura de Diseño, °C: ');
TF=(9/5).*T+32;
kd=0.975+0.435*(10^(-3))*TF-0.115*(10^(-5))*(TF^2)+0.104*(10^(-
8))*(TF^3)-0.595*(10^(-12))*(TF^4);

%%Especificación bajo Factor de Confiabilidad ke
disp('Seleccione el Porcentaje de Confiabilidad (digite 1, 2, 3 o 4)');
disp('(1) 50%');
disp('(2) 90%');
disp('(3) 95%');
disp('(3) 99%');
C3=input('Ingrese opción: ');
switch C3
    case 1,
        ke=1;
    case 2,
        ke=0.897;
    case 3,
        ke=0.868;
    case 4,
        ke=0.814;
    otherwise
        disp('error en el ingreso de datos, recalculer toda la
función')
end
kf=input('Ingrese Factor por Efectos Varios: ');
Se=ka*kb*kc*kd*ke*kf*Sep;
disp('El Límite de Resistencia a la Fatiga, MPa');
disp(Se);
N_Soderberg=1/((Sigma_a/Se)+(Sigma_m/Sy));
N_Goodman_Mod=1/((Sigma_a/Se)+(Sigma_m/Sut));
N_Gerber=(1/2)*((Sut/Sigma_m)^2)*(Sigma_a/Se)*(-
1+sqrt(1+((2*Sigma_m*Se/(Sut*Sigma_a))^2)));
N_Eliptica=sqrt(1/(((Sigma_a/Se)^2)+((Sigma_m/Sy)^2)));

```

```
disp('Factor de Seguridad por Soderberg es:');  
disp(N_Soderberg);
```

```
disp('Factor de Seguridad por Goodman Modificado es:');  
disp(N_Goodman_Mod);
```

```
disp('Factor de Seguridad por Gerber es:');  
disp(N_Gerber);
```

```
disp('Factor de Seguridad por la Distorsión Elíptica es:');  
disp(N_Eliptica);
```

APENDICE D

PROGRAMA DE MATLAB PARA DISEÑO DE BRAZO DE AGARRE

```
%Cálculo numérico para Brazos de Agarre
clc, clear
%%Ingreso de Datos
esp=input('Ingrese espesor de brazo, mm: ');
ach=input('Ingrese ancho de brazo, mm: ');
L=input('Ingrese longitud de brazo, mm: ');
a=input('Ingrese distancia en donde inicia la carga, mm: ');
w=input('Ingrese carga distribuida sobre brazo, kN/mm: ');
E=input('Ingrese Módulo de Elasticidad, MPa: ');

%%Calculos Generales
Inercia=(1/12)*esp*(ach.^3); %Inercia de Brazo de Análisis (mm^4)
b= L - a ;
c= L -0.5*b;
CONST = 1 /(E*Inercia);
div=L/1000;
xi=0:div:L;
xia=xi-a;

%%Calculo de Reacciones
R1=w*b; %Reacción en kN
M1=w*b*c; %Reacción de Momento en kN-mm

%%Graficación del Cortante
Vx= R1 - (xi>a).*(xi-a).*w;
subplot(1,3,1), plot(xi,Vx,'r'), grid on
title('Diagrama de Cortante')
xlabel('Distancia (mm)')
ylabel('Cortante (kN)')

%%Graficación del Momento Flector
Mx= -M1 + R1*xi - 0.5*(xi>a).*((xi-a).^2).*w;
subplot(1,3,2), plot(xi,Mx,'r'), grid on
title('Diagrama de Momento Flector')
xlabel('Distancia (mm)')
ylabel('Momento Flector (kN-mm)')

%%Graficación de la Deflexión
y=CONST * 1000 *( (-1/2)*M1*(xi.^2) + (1/6)*R1*(xi.^3) -
(1/24)*(xi>a).*((xi-a).^4).*w);
subplot(1,3,3), plot(xi,y,'r'), grid on
title('Diagrama de Deflexión')
xlabel('Distancia (mm)')
ylabel('Deflexión (mm)')
```

APENDICE E

PROGRAMA DE MATLAB PARA DISEÑO DE EJE DE BRAZOS DE AGARRE

```
%Cálculo numérico para Eje de Brazos
```

```
%%Ingreso de Datos
```

```
d=input('Ingrese diámetro de Eje, mm: ');  
L=input('Ingrese longitud de Eje, mm: ');  
a=input('Ingrese distancia del apoyo, mm: ');  
b=input('Ingrese distancia en donde inicia el segundo apoyo, mm: ');  
w1=input('Ingrese carga distribuida sobre el primer apoyo, kN/mm: ');  
w2=input('Ingrese carga distribuida sobre el segundo apoyo, kN/mm: ');  
E=206000; %Valor del Módulo de Elasticidad
```

```
%%Calculos Generales
```

```
Inercia=(pi/64)*(d.^4); %Inercia del Eje (mm^4)  
c= b +0.5*(L-b);  
CONST = 1 / (E*Inercia);  
div=L/1000;  
x=0:div:L;  
xa=x-a;  
xb=x-b;
```

```
%%Calculo de Reacciones
```

```
R1=w1*a + w2*(L-b); %Reacción en kN  
M1=w1*(a^2)/2 + w2*(L-c)*b; %Reacción de Momento en kN-mm
```

```
%%Graficación del Cortante
```

```
Vx= R1 - w1*x + w1*(x>a).*(x-a) - w2*(x>b).*(x-b);  
subplot(1,3,1), plot(x,Vx,'r'), grid on  
title('Diagrama de Cortante')  
xlabel('Distancia (mm)')  
ylabel('Cortante (kN)')
```

```
%%Graficación del Momento Flector
```

```
Mx= -M1 + (R1)*(x.^1) - (w1/2)*(x.^2) + (w1/2)*(x>a).*(xa.^2) -  
(w2/2)*(x>b).*(xb.^2);  
subplot(1,3,2), plot(x,Mx,'r'), grid on  
title('Diagrama de Momento Flector')  
xlabel('Distancia (mm)')  
ylabel('Momento Flector (kN-mm)')
```

```
%%Graficación de la Deflexión
```

```
y= 1000*CONST * (-M1*(x.^2) + (R1/6)*(x.^3) - (w1/24)*(x.^3) +  
(w1/24)*(x>a).*(xa.^3) - (w2/24)*(x>b).*(xb.^3));  
subplot(1,3,3), plot(x,y,'r'), grid on  
title('Diagrama de Deflexión')  
xlabel('Distancia (mm)')  
ylabel('Deflexión (mm)')
```

APENDICE F
DENSIDADES Y PROPIEDADES ESPECIALES DE MATERIALES
CARACTERISTICOS

Material	Weight lb. per cu. ft.	International Material Code	Bearing Selection	Component Series	Marl Factor Fm	Trough Loading
Maize (See Milo)	—	—	—	—	—	—
Malt, Dry, Ground	20-30	B6-35NP	L-S-B	1	.5	30A
Malt, Meal	36-40	B6-25P	L-S-B	1	.4	45
Malt, Dry Whole	20-30	C1-35N	L-S-B	1	.5	30A
Malt, Sprouts	13-15	C1-35P	L-S-B	1	.4	30A
Magnesium Chloride (Magnesite)	33	C1-45	L-S	1	1.0	30A
Manganese Dioxide*	70-85	A100-35NRT	L-S	2	1.5	30A
Manganese Ore	125-140	DX-37	H	3	2.0	15
Manganese Oxide	120	A100-36	H	2	2.0	30B
Manganese Sulfate	70	C1-37	H	3	2.4	15
Marble, Crushed	80-95	B6-37	H	3	2.0	15
Marl (Clay)	80	DX-36	H	2	1.6	30B
Meat, Ground	50-55	E-45HDTX	L-S	2	1.5	30A
Meat, Scrap (Wbone)	40	E-46H	H	2	1.5	30B
Mica, Flakes	17-22	B6-16MY	H	2	1.0	30B
Mica, Ground	13-15	B6-36	H	2	.9	30B
Mica, Pulverized	13-15	A100-39M	H	2	1.0	30B
Milk, Dried, Flake	5-6	B6-35PUY	S	1	.4	30A
Milk, Malted	27-30	A40-45PX	S	1	.9	30A
Milk, Powdered	20-45	B6-25PM	S	1	.5	45
Milk Sugar	32	A100-35PX	S	1	.6	30A
Milk, Whole, Powdered	20-36	B6-35PUX	S	1	.5	30A
Mill Scale (Steel)	120-125	E-46T	H	3	3.0	30B
Milo, Ground	32-36	B6-25	L-S-B	1	.5	45
Milo/Maize (Kaffir)	40-45	B6-15N	L-S-B	1	.4	45
Molybdenite Powder	107	B6-26	H	2	1.5	30B
Monosodium Phosphate	50	B6-36	H	2	.6	30B
Mortar, Wet	150	E-46T	H	3	3.0	30B
Mustard Seed	45	B6-15N	L-S-B	1	.4	45
Naphthalene Flakes	45	B6-35	L-S-B	1	.7	30A
Niacin (Nicotinic Acid)	35	A40-35P	H	2	2.5	30A
Oats	26	C1-25MN	L-S-B	1	.4	45
Oats, Crimped	19-26	C1-25	L-S-B	1	.5	30A
Oats, Crushed	22	B6-45NY	L-S-B	1	.6	30A
Oats, Flour	35	A100-35	L-S-B	1	.5	30A
Oat Hulls	8-12	B6-35NY	L-S-B	1	.5	30A
Oats, Rolled	19-24	C1-35NY	L-S-B	1	.6	30A
Oleo Margarine (Margarine)	59	E-45HKPWX	L-S	2	.4	30A
Orange Peel, Dry	15	E-45	L-S	2	1.5	30A
Oxalic Acid Crystals — Ethane Diacid Crystals	60	B6-35QS	L-S	1	1.0	30A
Oyster Shells, Ground	50-60	C1-36T	H	3	1.6-2.0	30B
Oyster Shells, Whole	80	D3-36TV	H	3	2.1-2.5	30B
Paper Pulp (4% or less)	62	E-45	L-S	2	1.5	30A
Paper Pulp (8% to 15%)	60-62	E-45	L-S	2	1.5	30A
Paraffin Cake — 1"	45	C1-45K	L-S	1	.6	30A
Peanuts, Clean, in shell	15-20	D3-36Q	L-S	2	.6	30A
Peanut Meal	30	B6-35P	S	1	.6	30A
Peanuts, Raw, Uncleaned (unshelled)	15-20	D3-36Q	H	3	.7	30B
Peanuts, Shelled	35-45	C1-36Q	S	1	.4	30A
Peas, Dried	45-50	C1-15NQ	L-S-B	1	.5	45
Perlite — Expanded	8-12	C1-36	H	2	.6	30B
Phosphate Acid Fertilizer	60	B6-25T	L-S	2	1.4	45
Phosphate Disodium (See Sodium Phosphate)	—	—	—	—	—	—
Phosphate Rock, Broken	75-85	DX-36	H	2	2.1	30B
Phosphate Rock, Pulverized	60	B6-36	H	2	1.7	30B

APENDICE G TIPOS DE RODAMIENTOS Y COMPARACION DE SU DESEMPEÑO

Tipos de rodamientos	Rodamientos rígidos de bolas	Rodamientos de bolas a contacto angular	Rodamientos de doble hilera de bolas a contacto angular	Rodamientos de bolas a contacto angular apareados	Rodamientos autoalineables de bolas	Rodamientos de rodillos cilíndricos	Rodamientos de rodillos cilíndricos de una sola pestaña	Rodamientos de rodillos cilíndricos de doble pestaña	Rodamientos de doble hilera de rodillos cilíndricos	Rodamiento de agujas
Características										
Capacidad de manejo de carga										
Alta velocidad [®]	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆	☆☆☆☆	☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
Alta precisión rotacional [®]	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆	☆☆☆☆		☆☆☆☆	☆☆	☆☆	☆☆☆☆	
Bajo ruido/vibración [®]	☆☆☆☆	☆☆☆☆		☆☆		☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆
Bajo torque friccional [®]	☆☆☆☆	☆☆☆☆		☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆
Alta rigidez [®]			☆☆	☆☆		☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆
Resistencia a los choques/vibración [®]			☆☆		☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆
Desalineamiento permitido [®] para anillos int./ext.	☆☆				☆☆☆☆	☆☆				
Fijo en la dirección axial [®]	⊗	○	⊗	⊗ <small>Para anillos DE y DE</small>	⊗		○	⊗		
Movible en la dirección axial [®]	○		○	○ <small>Para anillos DE</small>	○	⊗			⊗	⊗
Anillos interior/ exterior separables [®]						○	○	○	○	○
Diámetro interior cónico [®] en el anillo interior					○	○			○	
Comentarios		Para arreglos apareados				Tipo NU, N	Tipo NJ, NF	Tipo NUP, NP, NH	Tipo NNU, NN	Tipo NA
Página de referencia	B-5	B-43	B-74	B-43	B-79	B-91	B-91	B-91	B-116	E-2

Rodamientos de rodillos cónicos	Rodamientos de 2 y 4 hileras de rodillos cónicos	Rodamientos de rodillos esféricos	Rodamientos axiales de bolas	Rodamientos aciales de doble hilera de bolas a contacto ang	Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos	Rodamientos axiales de rodillos esféricos	Página de referencia	Tipos de rodamientos
								Características
								Capacidad de manejo de carga
☆☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆☆☆	☆☆	☆☆	A-66	Alta velocidad [®]
☆☆☆	☆☆		☆☆	☆☆☆☆			A-31	Alta precisión rotacional [®]
			☆☆				—	Bajo ruido/vibración [®]
							A-67	Bajo torque friccional [®]
☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆		☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	A-54	Alta rigidez [®]
☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆		☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	A-18	Resistencia a los choques/vibración [®]
☆☆		☆☆☆☆		☆☆	☆☆	☆☆☆☆	A-79	Desalineamiento permitido [®] para anillos int./ext.
○	⊗	⊗	○	⊗	○	○	A-13	Fijo en la dirección axial [®]
	○	○	○				A-13	Movible en la dirección axial [®]
○	○		○	○	○	○	—	Anillos interior/ exterior separables [®]
		○					A-79	Diámetro interior cónico [®] en el anillo interior
					Incluye rodamientos axiales de agujas		—	Comentarios
B-133	B-133	B-233	B-269	B-269	E-48	B-269		Página de referencia

APENDICE H


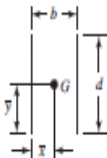
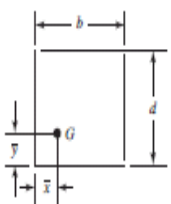
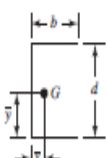
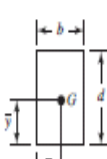

APLICACIONES EN MAQUINARIAS Y VIDA REQUERIDA

Clasificación del servicio	Aplicaciones en maquinarias y vida requerida (referencia) L_{100h} $\times 10^3 h$				
	~4	4~12	12~30	30~60	60~
Máquinas usadas por periodos cortos q utilizadas sólo ocasionalmente.	<ul style="list-style-type: none"> ● Aplicaciones domésticas ● Herramientas de mano eléctricas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Maquinaria agrícola ● Equipos de oficina 			
Utilización durante periodos cortos e intermitentemente, pero con requerimientos de alta confiabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipos médicos ● Instrumentos de medición 	<ul style="list-style-type: none"> ● Motores de acondicionadores de aire residenciales ● Equipos de construcc. ● Elevadores ● Grúas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Grúas (Poleas) 		
Máquinas que no se usan constantemente, pero se utilizan por periodos largos.	<ul style="list-style-type: none"> ● Automóviles ● Vehículos de dos ruedas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Motores pequeños ● Buses/camiones ● Transmisiones de engranes en general ● Máquinas madereras 	<ul style="list-style-type: none"> ● Husillos de máquinas ● Motores industriales ● Trituradores ● Cribas vibratorias 	<ul style="list-style-type: none"> ● Transmisiones de engranes principales ● Máquinas de caucho/plástico ● Rodillos de calandrias ● Máquinas de impresión 	
Máquinas en constante uso durante las 8 horas del día.		<ul style="list-style-type: none"> ● Laminadoras ● Escaleras eléctricas ● Transportadores ● Centrifugas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ejes de vehículos ferroviarios ● Acondicionadores de aire ● Motores grandes ● Centrifugas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ejes de locomotoras ● Motores de tracción ● Elevadores mineros ● Volantes a presión 	<ul style="list-style-type: none"> ● Máquinas de fabricación de papel ● Equipos de propulsión para barcos
24 horas de operación continua, no interrumpible.					<ul style="list-style-type: none"> ● Equipos de abastecimiento de agua ● Bombas de drenaje/ventiladores para minería ● Equipos para generación de potencia

APENDICE I PROPIEDADES TORSIONALES DE LAS SOLDADURAS DE FILETE

Table 9-1

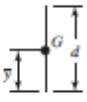
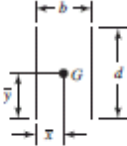
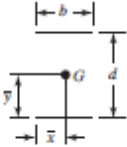
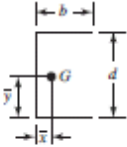
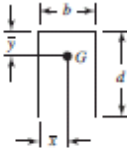
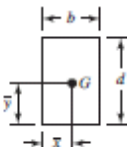
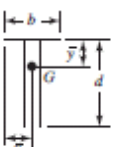
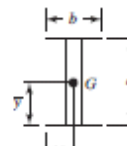

Torsional Properties of Fillet Welds*

Weld	Throat Area	Location of G	Unit Second Polar Moment of Area
	$A = 0.70 hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
	$A = 1.41 hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b+d)}$	$J_u = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{(b+d)^3}{6}$
	$A = 1.414 \pi hr$		$J_u = 2\pi r^3$

* G is centroid of weld group; h is weld size; plane of torque couple is in the plane of the paper; all welds are of unit width.

APENDICE J

PROPIEDADES FLEXIONANTES DE LAS SOLDADURAS DE FILETE

Weld	Throat Area	Location of G	Unit Second Moment of Area
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_y = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_y = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_y = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_y = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_y = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_y = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_y = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_y = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 1.414\pi hr$		$I_y = \pi r^3$

APENDICE K
DIMENSIONES DE CADENAS AMERICANAS STANDARD

ANSI Chain Number	Pitch, in (mm)	Width, in (mm)	Minimum Tensile Strength, lbf (N)	Average Weight, lbf/ft (N/m)	Roller Diameter, in (mm)	Multiple-Strand Spacing, in (mm)
25	0.250 (6.35)	0.125 (3.18)	780 (3 470)	0.09 (1.31)	0.130 (3.30)	0.252 (6.40)
35	0.375 (9.52)	0.188 (4.76)	1 760 (7 830)	0.21 (3.06)	0.200 (5.08)	0.399 (10.13)
41	0.500 (12.70)	0.25 (6.35)	1 500 (6 670)	0.25 (3.65)	0.306 (7.77)	— —
40	0.500 (12.70)	0.312 (7.94)	3 130 (13 920)	0.42 (6.13)	0.312 (7.92)	0.566 (14.38)
50	0.625 (15.88)	0.375 (9.52)	4 880 (21 700)	0.69 (10.1)	0.400 (10.16)	0.713 (18.11)
60	0.750 (19.05)	0.500 (12.7)	7 030 (31 300)	1.00 (14.6)	0.469 (11.91)	0.897 (22.78)
80	1.000 (25.40)	0.625 (15.88)	12 500 (55 600)	1.71 (25.0)	0.625 (15.87)	1.153 (29.29)
100	1.250 (31.75)	0.750 (19.05)	19 500 (86 700)	2.58 (37.7)	0.750 (19.05)	1.409 (35.76)
120	1.500 (38.10)	1.000 (25.40)	28 000 (124 500)	3.87 (56.5)	0.875 (22.22)	1.789 (45.44)
140	1.750 (44.45)	1.000 (25.40)	38 000 (169 000)	4.95 (72.2)	1.000 (25.40)	1.924 (48.87)
160	2.000 (50.80)	1.250 (31.75)	50 000 (222 000)	6.61 (96.5)	1.125 (28.57)	2.305 (58.55)
180	2.250 (57.15)	1.406 (35.71)	63 000 (280 000)	9.06 (132.2)	1.406 (35.71)	2.592 (65.84)
200	2.500 (63.50)	1.500 (38.10)	78 000 (347 000)	10.96 (159.9)	1.562 (39.67)	2.817 (71.55)
240	3.00 (76.70)	1.875 (47.63)	112 000 (498 000)	16.4 (239)	1.875 (47.62)	3.458 (87.83)

**APENDICE L
DIMENSIONES GENERALES DE CATALINAS**

No. 35
3/8" Pitch

**Stainless Steel
Stock Sprockets**

Single-Type B — Stainless

Single-Type A

No. Teeth	Catalog Number	Outside Diameter	Type	Bore (Inches)		Hub (Inches)		Weight Lbs. (Approx.)	Type	Catalog Number	Stock Bore	Weight Lbs. (Approx.)
				Stock	Fit. Max.	Diameter	Length Thru					
9	35B0SS	1.260	B	5/16	5/16	5/16+	5/16	.10				
10	35B10SS	1.380	B	5/16	5/16	5/16+	5/16	.15				
11	35B11SS	1.500	B	5/16	5/16	15/32+	5/16	.20				
12	35B12SS	1.630	B	3/8	3/8	15/32+	3/8	.22				
13	35B13SS	1.750	B	3/8	3/8	15/32+	3/8	.25				
14	35B14SS	1.870	B	3/8	3/8	15/32	3/8	.28				
15	35B15SS	1.990	B	3/8	3/8	15/32	3/8	.30				
16	35B16SS	2.110	B	3/8	3/8	15/32	3/8	.40				
17	35B17SS	2.230	B	3/8	15/16	15/32	3/8	.43				
18	35B18SS	2.350	B	3/8	15/16	15/32	3/8	.50				
19	35B19SS	2.470	B	3/8	15/16	15/32	3/8	.55				
20	35B20SS	2.590	B	3/8	15/16	15/32	3/8	.68				
21	35B21SS	2.710	B	3/8	15/16	2	3/8	.80				
22	35B22SS	2.830	B	3/8	15/16	2	3/8	.82				
23	35B23SS	2.950	B	3/8	15/16	2	3/8	.87				
24	35B24SS	3.070	B	3/8	15/16	2	3/8	.89				
25	35B25SS	3.190	B	3/8	15/16	2	3/8	.91				
26	35B26SS	3.310	B	3/8	15/16	2	3/8	.93				
28	35B28SS	3.550	B	3/8	15/16	2	3/8	1.00				
30	35B30SS	3.790	B	3/8	15/16	2	3/8	1.05				
35	35B35SS	4.390	B	3/8	15/16	2 1/2	3/8	1.55				
40	35B40SS	4.990	B	3/8	15/16	2 1/2	1	1.70	A	35A40SS	3/8	1.04
45	35B45SS	5.590	B	3/8	15/16	2 1/2	1	2.18	A	35A45SS	3/8	1.20
60	35B60SS	7.380	B	3/8	15/16	2 1/2	1	3.00	A	35A60SS	3/8	2.10

★ Has recessed groove in hub for chain clearance.

Maximum bores shown will accommodate standard keyseat and setscrew over keyseat. Slightly larger bores are possible with no keyseat, shallow keyseat, or setscrew at angle to keyseat.

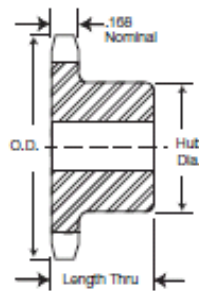
Sprockets altered at factory (rebored with keyway and setscrew added) will be supplied with stainless setscrew.

Alteration Charges

See current discount sheet for alteration charges.



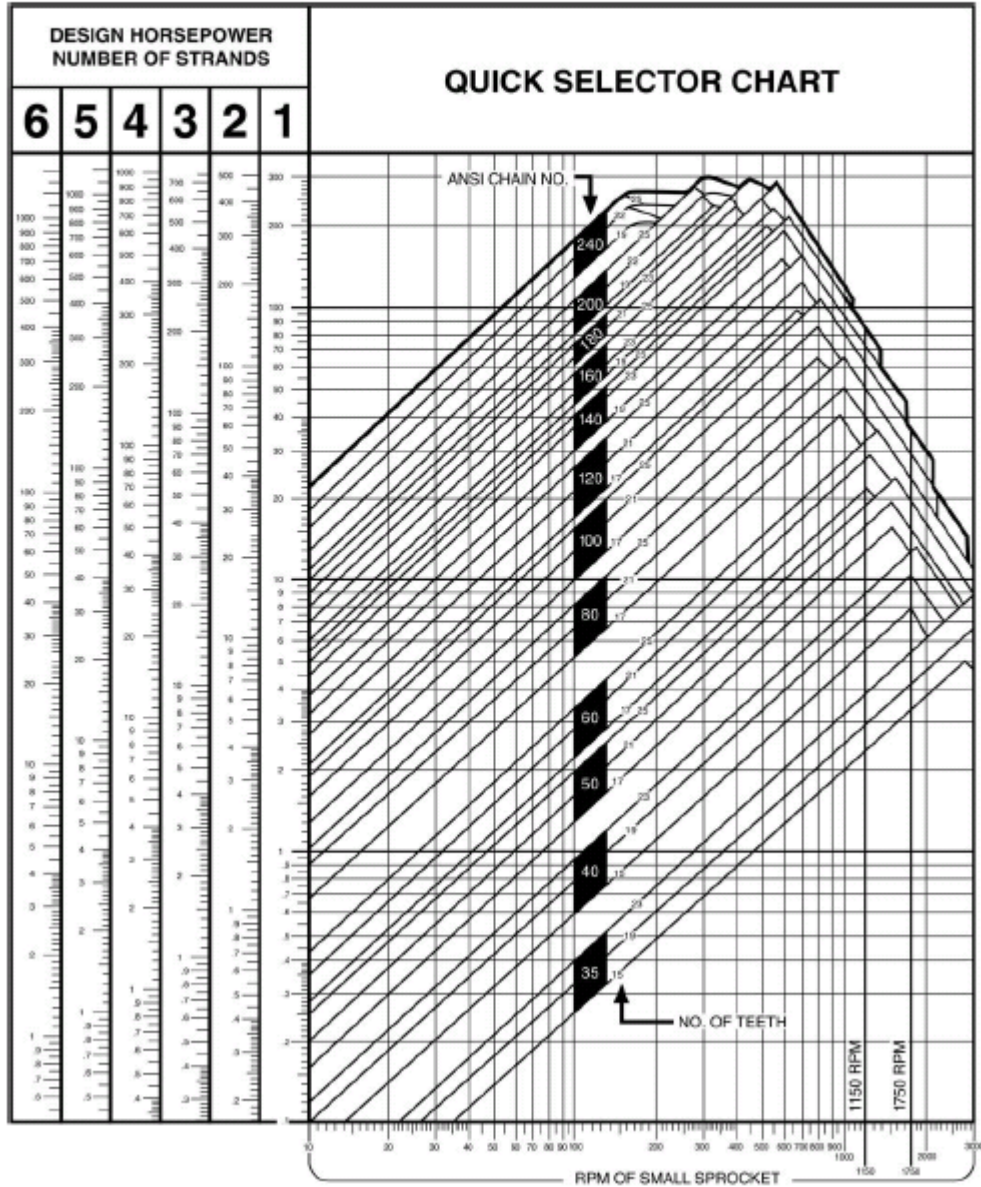
STAINLESS STEEL



TYPE B

**APENDICE M
TABLA DE SELECCIÓN DE CATALINAS**

**Horsepower
Table**



APENDICE N
CLASIFICACION DE SERVICIO PARA CATALINAS

Service Classification — Table I	
Uniform Load	
Agitators, Liquid	Generators
Blowers, Centrifugal	Line Shafts, Even Load
Conveyors, Even Load	Machines, Even Load,
Elevators, Even Load	Non-reversing
Fans, Centrifugal	Pumps, Centrifugal
Moderate Shock Load	
Beaters	Laundry - Washers
Compressors, Centrifugal	and Tumblers
Conveyors, Uneven Load	Line Shafts, Uneven Load
Elevators, Uneven Load	Machines, Pulsating
Grinders, Pulp	Load, Non-reversing
Kilns and Dryers	Pumps, Reciprocating, Triplex
	Screens, Rotary, Even Load
	Woodworking Machinery
Heavy Shock Load	
Brick Machines	Mills, Hammer, Rolling
Compressors Reciprocating	or Drawing
Crushers	Presses
Machines, Reversing or Impact Loads	Pumps, Reciprocating, Simplex or Duplex

APENDICE O
FACTOR DE SERVICIO PARA CATALINAS

Service Factor – Table II			
SERVICE CLASSIFICATION	TYPE OF INPUT POWER		
	Internal Combustion Engine with Hydraulic Drive	Electric Motor or Turbine	Internal Combustion Engine with Mechanical Drive
Uniform Load	1.0	1.0	1.2
Moderate Shock Load	1.2	1.3	1.4
Heavy Shock Load	1.4	1.5	1.7

Unfavorable Operating Conditions which may be present should be compensated for by adding .2 to the Service Factor for each unfavorable condition. Some of these conditions are listed below:

1. Multiple Shafts — add .2 for each additional shaft.
2. Excessive speed ratios — exceeding 7 to 1.
3. Heavy starting loads with frequent starts and stops.
4. Conditions of high temperatures, unusually abrasive conditions, or circumstances decreasing lubrication effectiveness or not allowing the use of recommended lubrication procedures.

APENDICE F

DENSIDADES Y PROPIEDADES ESPECIALES DE MATERIALES

CARACTERISTICOS

Material	Weight lbs. per cu. ft.	Intermediate Material Code	Seating Selection	Component Series	Marl Factor Fm	Trough Loading
Maize (See Milo)	--	--	--	--	--	--
Malt, Dry, Ground	20-30	B6-35NP	L-S-B	1	.5	30A
Malt, Meal	36-40	B6-25P	L-S-B	1	.4	45
Malt, Dry Whole	20-30	CV-36N	L-S-B	1	.5	30A
Malt, Sprouts	13-15	CV-36P	L-S-B	1	.4	30A
Magnesium Chloride (Magnesite)	33	CV-45	L-S	1	1.0	30A
Manganese Dioxide*	70-85	A100-35NRT	L-S	2	1.5	30A
Manganese Ore	125-140	DX-37	H	3	2.0	15
Manganese Oxide	120	A100-36	H	2	2.0	30B
Manganese Sulfate	70	CV-37	H	3	2.4	15
Marble, Crushed	80-95	B6-37	H	3	2.0	15
Marl, (Clay)	80	DX-36	H	2	1.6	30B
Meat, Ground	50-55	E-45HQTJ	L-S	2	1.5	30A
Meat, Scrap (Wbone)	40	E-46H	H	2	1.5	30B
Mica, Flakes	17-22	B6-16MY	H	2	1.0	30B
Mica, Ground	13-15	B6-36	H	2	.9	30B
Mica, Pulverized	13-15	A100-36M	H	2	1.0	30B
Milk, Dried, Flake	5-6	B6-35PUY	S	1	.4	30A
Milk, Malted	27-30	A40-45PX	S	1	.9	30A
Milk, Powdered	20-45	B6-25PM	S	1	.5	45
Milk Sugar	32	A100-35PX	S	1	.6	30A
Milk, Whole, Powdered	20-36	B6-35PUX	S	1	.5	30A
Mil Scale (Steel)	120-125	E-46T	H	3	3.0	30B
Milo, Ground	32-36	B6-25	L-S-B	1	.5	45
Milo/Maize (Kaffir)	40-45	B6-15N	L-S-B	1	.4	45
Molybdenite Powder	107	B6-26	H	2	1.5	30B
Monosodium Phosphate	50	B6-36	H	2	.6	30B
Mortar, Wet	150	E-46T	H	3	3.0	30B
Mustard Seed	45	B6-15N	L-S-B	1	.4	45
Naphthalene Flakes	45	B6-35	L-S-B	1	.7	30A
Niacin (Nicotinic Acid)	35	A40-35P	H	2	2.5	30A
Oats	26	CV-25MN	L-S-B	1	.4	45
Oats, Crimped	19-26	CV-35	L-S-B	1	.5	30A
Oats, Crushed	22	B6-45NY	L-S-B	1	.6	30A
Oats, Flour	35	A100-35	L-S-B	1	.5	30A
Oat Hulls	8-12	B6-35NY	L-S-B	1	.5	30A
Oats, Rolled	19-24	CV-35NY	L-S-B	1	.6	30A
Oil/Margarine (Margarine)	59	E-45HKRWX	L-S	2	.4	30A
Orange Peel, Dry	15	E-45	L-S	2	1.5	30A
Oxalic Acid Crystals -- Ethane Diacid Crystals	60	B6-35QS	L-S	1	1.0	30A
Oyster Shells, Ground	50-60	CV-36T	H	3	1.6-2.0	30B
Oyster Shells, Whole	80	DX-36TV	H	3	2.1-2.5	30B
Paper Pulp (4% or less)	62	E-45	L-S	2	1.5	30A
Paper Pulp (8% to 15%)	60-62	E-45	L-S	2	1.5	30A
Paraffin Cane -- 5"	45	CV-46K	L-S	1	.6	30A
Peanuts, Clean, In shell	15-20	DX-36Q	L-S	2	.6	30A
Peanut Meal	30	B6-35P	S	1	.6	30A
Peanuts, Raw, Undressed (unshelled)	15-20	DX-36Q	H	3	.7	30B
Peanuts, Shelled	35-45	CV-36Q	S	1	.4	30A
Peanut, Dried	45-50	CV-15NQ	L-S-B	1	.5	45
Perlite -- Expanded	8-12	CV-36	H	2	.6	30B
Phosphate Acid Fertilizer	60	B6-25T	L-S	2	1.4	45
Phosphate Disodium (See Sodium Phosphate)	--	--	--	--	--	--
Phosphate Rock, Broken	75-85	DX-36	H	2	2.1	30B
Phosphate Rock, Pulverized	60	B6-36	H	2	1.7	30B

APENDICE G

TIPOS DE RODAMIENTOS Y COMPARACION DE SU DESEMPEÑO

Tipos de rodamientos	Rodamientos rígidos de bolas	Rodamientos de bolas a contacto angular	Rodamientos de doble hilera de bolas a contacto angular	Rodamientos de bolas a contacto angular apareados	Rodamientos autoalineables de bolas	Rodamientos de rodillos cilíndricos	Rodamientos de rodillos cilíndricos de una sola pestaña	Rodamientos de rodillos cilíndricos de doble pestaña	Rodamientos de doble hilera de rodillos cilíndricos	Rodamiento de agujas
Características										
Capacidad de manejo de carga										
Alta velocidad [•]	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
Alta precisión rotacional [•]	☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆		☆☆☆	☆☆	☆	☆☆☆	
Bajo ruido/vibración [•]	☆☆☆☆	☆☆☆		☆		☆	☆	☆	☆	☆
Bajo torque friccional [•]	☆☆☆☆	☆☆☆		☆☆	☆	☆				
Alta rigidez [•]			☆☆	☆☆		☆☆	☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆
Resistencia a los choques/vibración [•]			☆		★	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆
Desalineamiento permitido [•] para anillos int./ext.	☆				☆☆☆	☆				
Fijo en la dirección axial [•]	⊙	○	⊙	⊙ <small>Para arreglos DE y DF</small>	⊙		○	⊙		
Movible en la dirección axial [•]	○		○	○ <small>Para arreglos DE</small>	○	⊙			⊙	⊙
Anillos int./exterior separables [•]						○	○	○	○	○
Díametro interior cónico [•] en el anillo interior					○	○			○	
Comentarios		Para arreglos apareados				Tipo NU, N	Tipo NJ, NF	Tipo NUP, NP, NH	Tipo NNU, NN	Tipo NA
Página de referencia	B-5	B-43	B-74	B-43	B-79	B-91	B-91	B-91	B-116	E-2

Rodamientos de rodillos cónicos	Rodamientos de 2 y 4 hileras de rodillos cónicos	Rodamientos de rodillos esféricos	Rodamientos axiales de bolas	Rodamientos axiales de doble hilera de bolas a contacto ang	Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos	Rodamientos axiales de rodillos esféricos	Página de referencia	Tipos de rodamientos
								Características
☆☆☆	☆☆	☆☆	☆	☆☆☆	☆	☆	A-66	Alta velocidad [•]
☆☆☆	☆		☆	☆☆☆			A-31	Alta precisión rotacional [•]
			☆				—	Bajo ruido/vibración [•]
							A-67	Bajo torque friccional [•]
☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆		☆☆	☆☆☆	☆☆☆	A-54	Alta rigidez [•]
☆☆	☆☆☆	☆☆☆		★	☆☆☆	☆☆☆	A-18	Resistencia a los choques/vibración [•]
☆		☆☆☆		★	★	☆☆☆	A-79	Desalineamiento permitido [•] para anillos int./ext.
○	⊙	⊙	○	⊙	○	○	A-13	Fijo en la dirección axial [•]
	○	○	○	○			A-13	Movible en la dirección axial [•]
○	○		○	○	○	○	—	Anillos interior/exterior separables [•]
		○					A-79	Díametro interior cónico [•] en el anillo interior
Para arreglos apareados					Indice rodamientos axiales de agujas		—	Comentarios
B-133	B-133	B-233	B-269	B-269	E-48	B-269		Página de referencia

APENDICE H

APLICACIONES EN MAQUINARIAS Y VIDA REQUERIDA


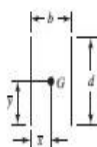
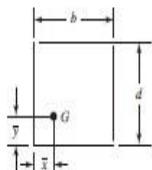
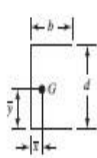
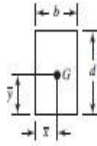

Clasificación del servicio	Aplicaciones en maquinarias y vida requerida (referencia) L_{100h} $\times 10^3 h$				
	~4	4~12	12~30	30~60	60~
Máquinas usadas por períodos cortos q utilizadas sólo ocasionalmente.	<ul style="list-style-type: none"> ● Aplicaciones domésticas ● Herramientas de mano eléctricas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Maquinaria agrícola ● Equipos de oficina 			
Utilización durante períodos cortos o intermitentemente, pero con requerimientos de alta confiabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipos médicos ● Instrumentos de medición 	<ul style="list-style-type: none"> ● Motores de acondicionadores de aire residenciales ● Equipos de construcc. ● Elevadores ● Grúas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Grúas (Poleas) 		
Máquinas que no se usan constantemente, pero se utilizan por períodos largos.	<ul style="list-style-type: none"> ● Automóviles ● Vehículos de dos ruedas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Motores pequeños ● Buses/camiones ● Transmisiones de engranes en general ● Máquinas madereras 	<ul style="list-style-type: none"> ● Husillos de máquinas ● Motores industriales ● Trituradores ● Cribas vibratorias 	<ul style="list-style-type: none"> ● Transmisiones de engranes principales ● Máquinas de caucho/plástico ● Rodillos de calendrias ● Máquinas de impresión 	
Máquinas en constante uso durante las 8 horas del día.		<ul style="list-style-type: none"> ● Laminadores ● Escaleras eléctricas ● Transportadores ● Centrifugas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ejes de vehículos ferroviarios ● Acondicionadores de aire ● Motores grandes ● Centrifugas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ejes de locomotoras ● Motores de tracción ● Elevadores mineros ● Volantes a presión 	<ul style="list-style-type: none"> ● Máquinas de fabricación de papel ● Equipos de propulsión para barcos
24 horas de operación continua, no interrumpible.					<ul style="list-style-type: none"> ● Equipos de abastecimiento de agua ● Bombas de drenaje/ventiladores para minería ● Equipos para generación de potencia

APENDICE I

PROPIEDADES TORSIONALES DE LAS SOLDADURAS DE FILETE

Table 9-1


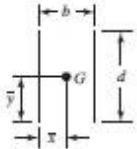
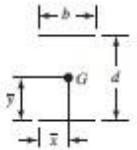
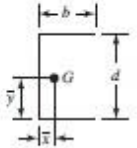
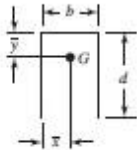
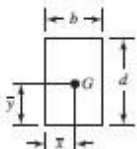
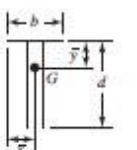
Torsional Properties of Fillet Welds*

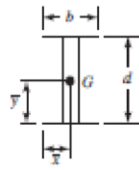
Weld	Throat Area	Location of G	Unit Second Polar Moment of Area
	$A = 0.707 hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
	$A = 1.41 hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b+d)}$	$J_u = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{(b+d)^3}{6}$
	$A = 1.414 \pi r$		$J_u = 2\pi r^3$

*G is centroid of weld group; h is weld size; plane of torque couple is in the plane of the paper; all welds are of unit width.

APENDICE J

PROPIEDADES FLEXIONANTES DE LAS SOLDADURAS DE FILETE

Weld	Throat Area	Location of G	Unit Second Moment of Area
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$



$$A = 1.414h(b + d)$$

$$\bar{x} = b/2$$
$$\bar{y} = d/2$$

$$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$$



$$A = 1.414\pi hr$$

$$I_u = \pi r^3$$

APENDICE K
DIMENSIONES DE CADENAS AMERICANAS STANDARD

ANSI Chain Number	Pitch, in (mm)	Width, in (mm)	Minimum Tensile Strength, lbf (N)	Average Weight, lbf/ft (N/m)	Roller Diameter, in (mm)	Multiple-Strand Spacing, in (mm)
25	0.250 (6.35)	0.125 (3.18)	780 (3 470)	0.09 (1.31)	0.130 (3.30)	0.252 (6.40)
35	0.375 (9.52)	0.188 (4.76)	1 760 (7 830)	0.21 (3.06)	0.200 (5.08)	0.399 (10.13)
41	0.500 (12.70)	0.25 (6.35)	1 500 (6 670)	0.25 (3.65)	0.306 (7.77)	— —
40	0.500 (12.70)	0.312 (7.94)	3 130 (13 920)	0.42 (6.13)	0.312 (7.92)	0.566 (14.38)
50	0.625 (15.88)	0.375 (9.52)	4 880 (21 700)	0.69 (10.1)	0.400 (10.16)	0.713 (18.11)
60	0.750 (19.05)	0.500 (12.7)	7 030 (31 300)	1.00 (14.6)	0.469 (11.91)	0.897 (22.78)
80	1.000 (25.40)	0.625 (15.88)	12 500 (55 600)	1.71 (25.0)	0.625 (15.87)	1.153 (29.29)
100	1.250 (31.75)	0.750 (19.05)	19 500 (86 700)	2.58 (37.7)	0.750 (19.05)	1.409 (35.76)
120	1.500 (38.10)	1.000 (25.40)	28 000 (124 500)	3.87 (56.5)	0.875 (22.22)	1.789 (45.44)
140	1.750 (44.45)	1.000 (25.40)	38 000 (169 000)	4.95 (72.2)	1.000 (25.40)	1.924 (48.87)
160	2.000 (50.80)	1.250 (31.75)	50 000 (222 000)	6.61 (96.5)	1.125 (28.57)	2.305 (58.55)
180	2.250 (57.15)	1.406 (35.71)	63 000 (280 000)	9.06 (132.2)	1.406 (35.71)	2.592 (65.84)
200	2.500 (63.50)	1.500 (38.10)	78 000 (347 000)	10.96 (159.9)	1.562 (39.67)	2.817 (71.55)
240	3.00 (76.70)	1.875 (47.63)	112 000 (498 000)	16.4 (239)	1.875 (47.62)	3.458 (87.83)

APENDICE L DIMENSIONES GENERALES DE CATALINAS

<h1 style="margin: 0;">No. 35</h1> <h2 style="margin: 0;">3/8" Pitch</h2>	<h1 style="margin: 0;">Stainless Steel Stock Sprockets</h1>	
---	---	--

Single-Type B — Stainless

Single-Type A

No. Teeth	Cabling Number	Outside Diameter	Type	Bore (Inches)		Hub (Inches)		Weight Lbs. (Approx.)	Type	Cabling Number	Stock Bore	Weight Lbs. (Approx.)
				Stock	Fac. Max.	Diameter	Length Thru					
9	35B05SS	1.200	B	3/8	3/8	3/8+	3/8	.10				
10	35B10SS	1.380	B	3/8	3/8	3/8+	3/8	.15				
11	35B11SS	1.500	B	3/8	3/8	1/2+	3/8	.20				
12	35B12SS	1.630	B	3/8	3/8	1/2+	3/8	.22				
13	35B13SS	1.750	B	3/8	3/8	1/2+	3/8	.25				
14	35B14SS	1.870	B	3/8	3/8	1/2	3/8	.25				
15	35B15SS	1.990	B	3/8	3/8	1/2	3/8	.30				
16	35B16SS	2.110	B	3/8	3/8	1/2	3/8	.40				
17	35B17SS	2.230	B	3/8	3/8	1/2	3/8	.43				
18	35B18SS	2.350	B	3/8	1/2	1/2	3/8	.50				
19	35B19SS	2.470	B	3/8	1/2	1/2	3/8	.55				
20	35B20SS	2.590	B	3/8	1/2	1/2	3/8	.68				
21	35B21SS	2.710	B	3/8	1/2	2	3/8	.80				
22	35B22SS	2.830	B	3/8	1/2	2	3/8	.82				
23	35B23SS	2.950	B	3/8	1/2	2	3/8	.87				
24	35B24SS	3.070	B	3/8	1/2	2	3/8	.89				
25	35B25SS	3.190	B	3/8	1/2	2	3/8	.91				
26	35B26SS	3.310	B	3/8	1/2	2	3/8	.93				
28	35B28SS	3.550	B	3/8	1/2	2	3/8	1.00				
30	35B30SS	3.790	B	3/8	1/2	2	3/8	1.06				
35	35B35SS	4.390	B	3/8	1/2	2 1/2	3/8	1.55				
40	35B40SS	4.990	B	3/8	1/2	2 1/2	1	1.70	A	35A40SS	3/8	1.04
45	35B45SS	5.590	B	3/8	1/2	2 1/2	1	2.18	A	35A45SS	3/8	1.25
60	35B60SS	7.380	B	3/8	1/2	2 1/2	1	3.00	A	35A60SS	3/8	2.10

* Has recessed groove in hub for chain clearance.

Maximum bores shown will accommodate standard keyseat and setscrew over keyseat. Slightly larger bores are possible with no keyseat, shallow keyseat, or setscrew at angle to keyseat.

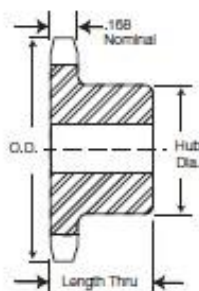
Sprockets altered at factory (rebored with keyway and setscrew added) will be supplied with stainless setscrew.

Alteration Charges

See current discount sheet for alteration charges.



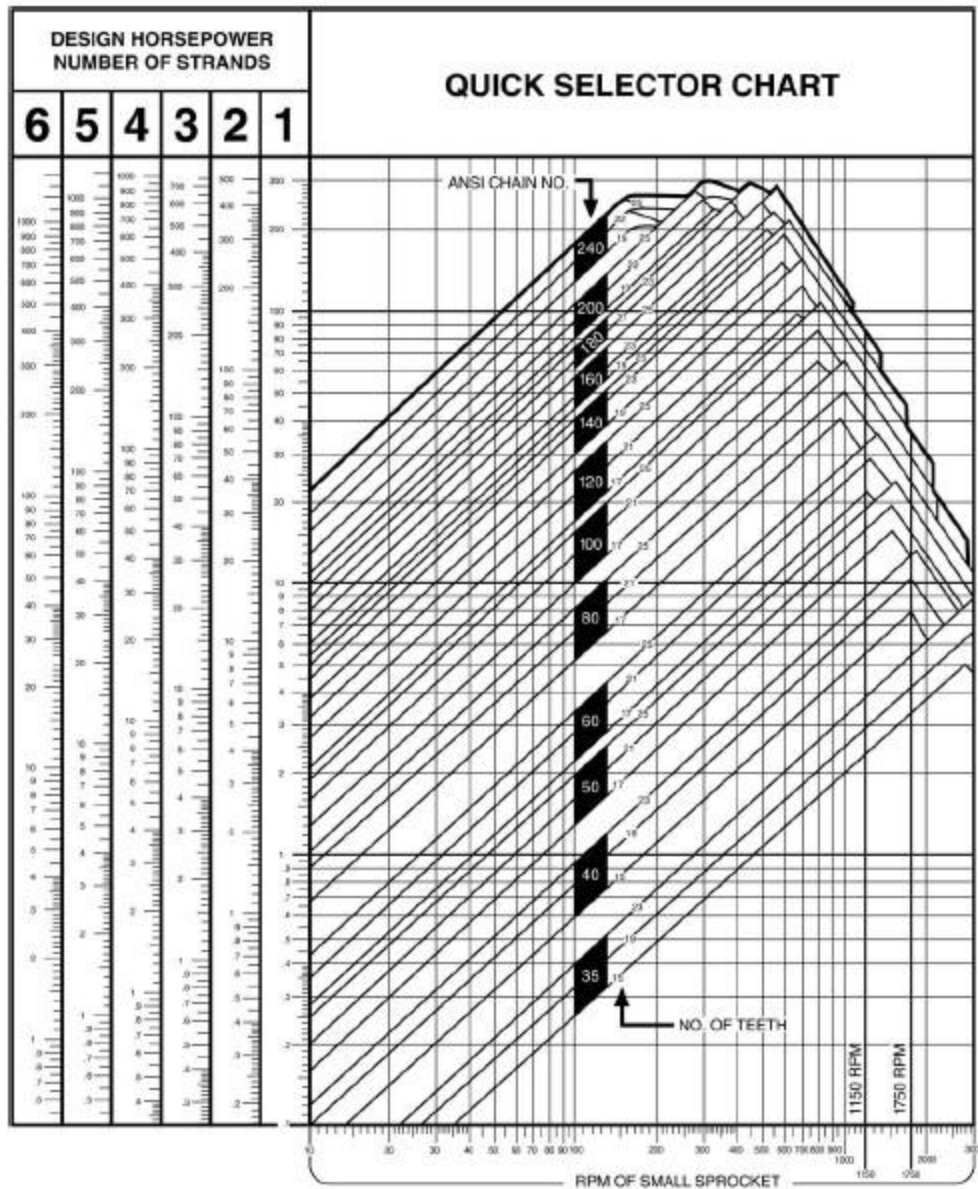
STAINLESS STEEL



TYPE B

APENDICE M TABLA DE SELECCIÓN DE CATALINAS

<h3 style="margin: 0;">Horsepower Table</h3>	
--	--



APENDICE N
CLASIFICACION DE SERVICIO PARA CATALINAS

Service Classification – Table I	
Uniform Load	
Agitators, Liquid	Generators
Blowers, Centrifugal	Line Shafts, Even Load
Conveyors, Even Load	Machines, Even Load,
Elevators, Even Load	Non-reversing
Fans, Centrifugal	Pumps, Centrifugal
Moderate Shock Load	
Beaters	Laundry - Washers
Compressors,	and Tumblers
Centrifugal	Line Shafts, Uneven Load
Conveyors, Uneven	Machines, Pulsating
Load	Load, Non-reversing
Elevators, Uneven Load	Pumps, Reciprocating, Triplex
Grinders, Pulp	Screens, Rotary, Even Load
Kilns and Dryers	Woodworking Machinery
Heavy Shock Load	
Brick Machines	Mills, Hammer, Rolling
Compressors	or Drawing
Reciprocating	Presses
Crushers	Pumps, Reciprocating,
Machines, Reversing	Simplex or Duplex
or Impact Loads	

FACTOR DE SERVICIO PARA CATALINAS

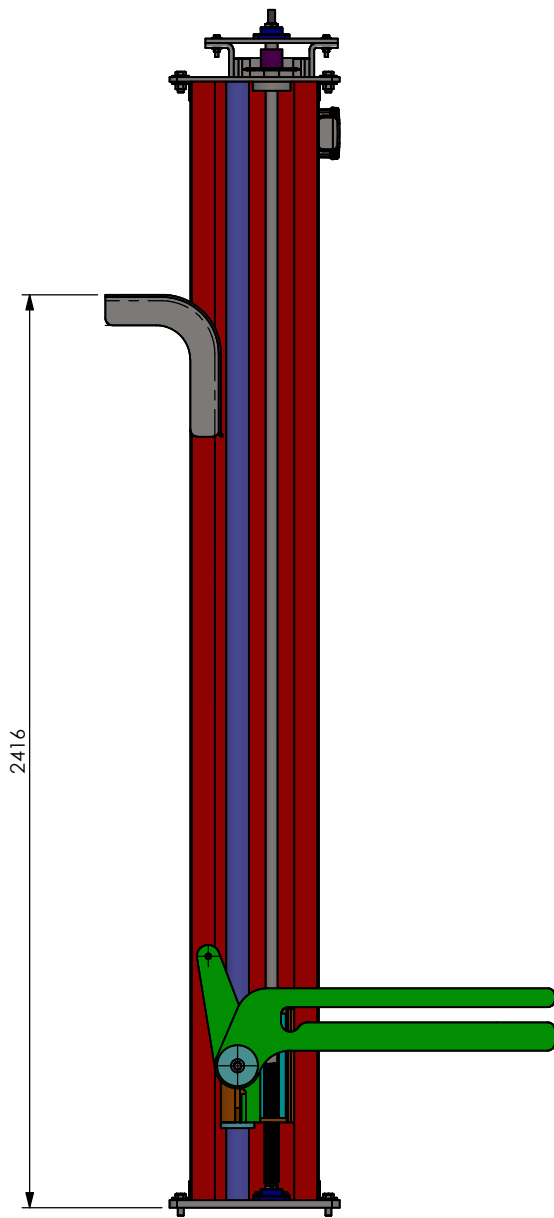
APENDICE O

Service Factor – Table II			
SERVICE CLASSIFICATION	TYPE OF INPUT POWER		
	Internal Combustion Engine with Hydraulic Drive	Electric Motor or Turbine	Internal Combustion Engine with Mechanical Drive
Uniform Load	1.0	1.0	1.2
Moderate Shock Load	1.2	1.3	1.4
Heavy Shock Load	1.4	1.5	1.7

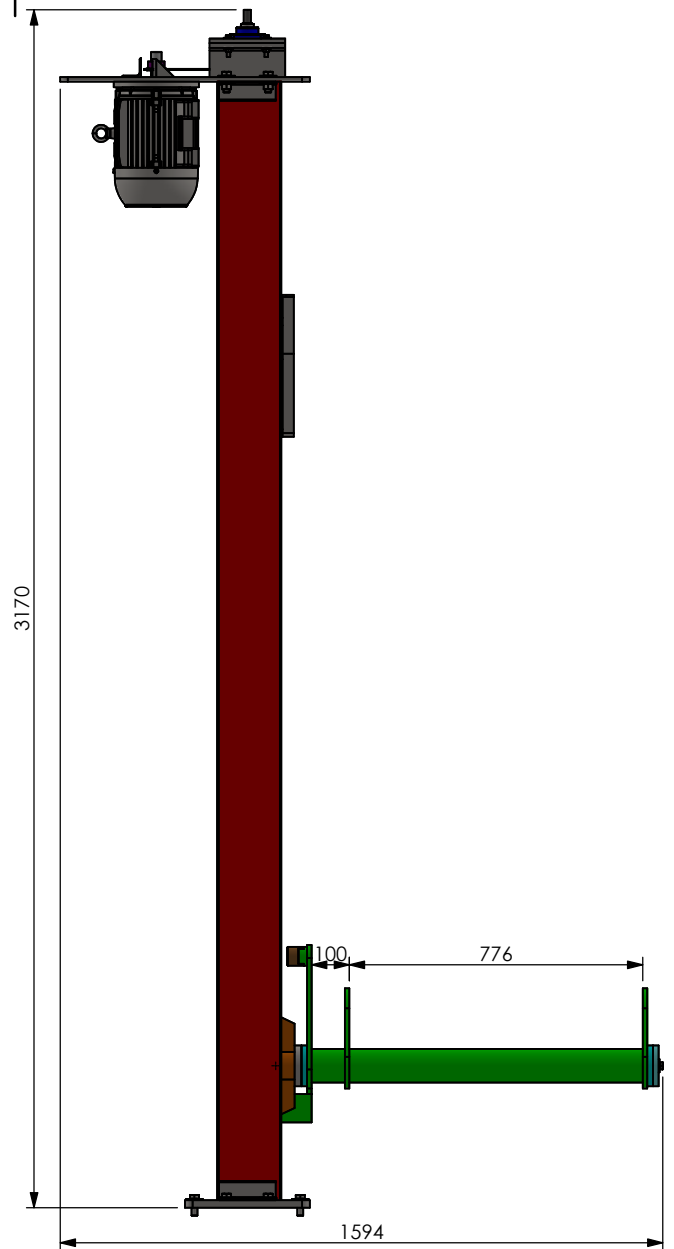
Unfavorable Operating Conditions which may be present should be compensated for by adding .2 to the Service Factor for each unfavorable condition. Some of these conditions are listed below:

1. Multiple Shafts — add .2 for each additional shaft.
2. Excessive speed ratios — exceeding 7 to 1.
3. Heavy starting loads with frequent starts and stops.
4. Conditions of high temperatures, unusually abrasive conditions, or circumstances decreasing lubrication effectiveness or not allowing the use of recommended lubrication procedures.

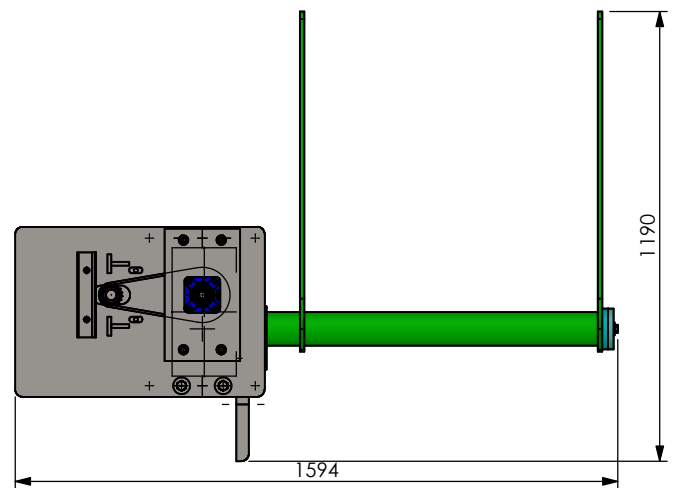
PLANOS



VISTA LATERAL
ESCALA 1 : 20



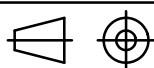
VISTA FRONTAL
ESCALA 1 : 20



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1 : 20

FIMCP-ESPOL

PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



CONTIENE:

MEDIDAS GENERALES

	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-PG-001	
ESCALA:	S/E	
MATERIAL:		
PESO (KG):	331 kg	

A

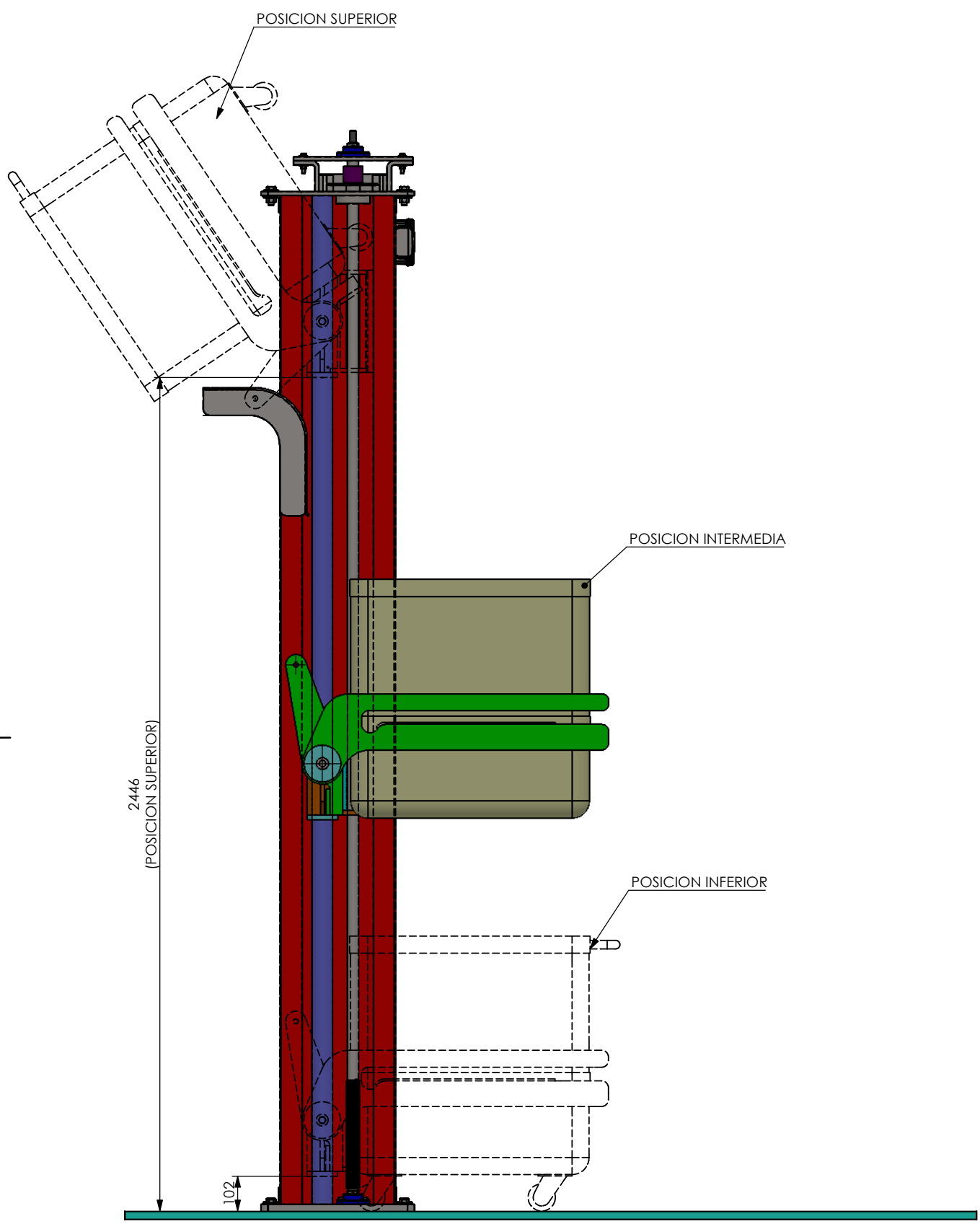
B

C

D

E

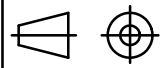
F



FIMCP-ESPOL

PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA

CONTIENE:
POSICIONES DE TRABAJO



	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-PG-002	
ESCALA:	S/E	
MATERIAL:		
PESO (KG):	331 kg	

1

2

3

4

A

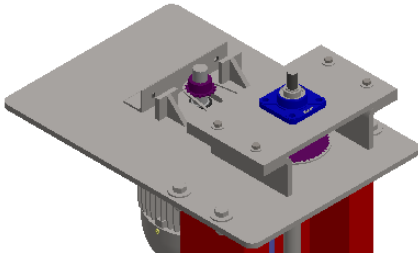
B

C

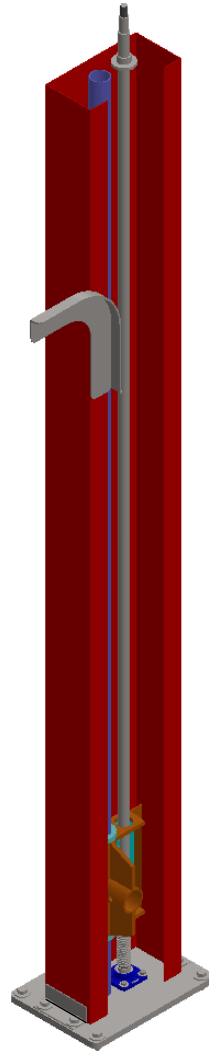
D

E

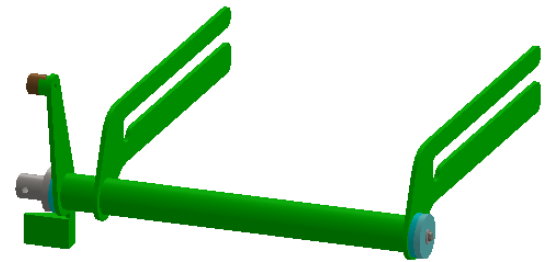
F



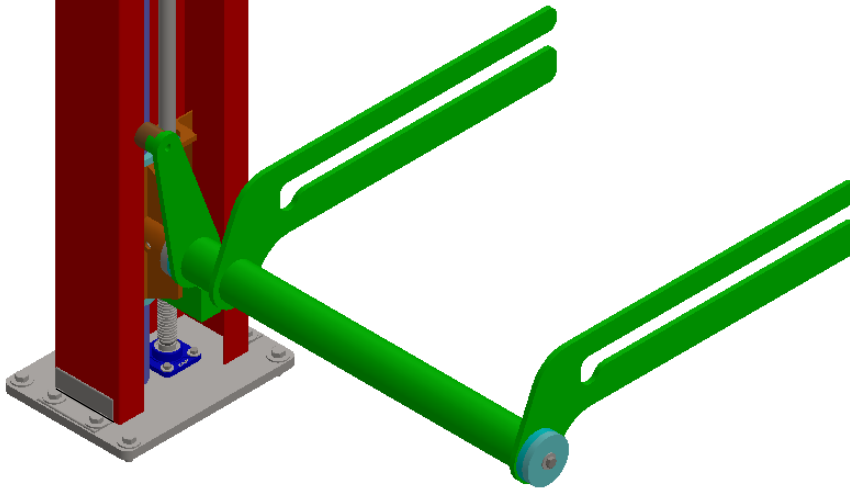
SISTEMA MOTRIZ



SISTEMA DE ELEVACION



SISTEMA DE VOLTEO



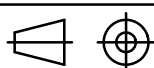
ESCALA 1 : 14

CONJ.	DESCRIPCION	PLANO DE REFERENCIA	PESO (kg)
SE	SISTEMA DE ELEVACION	VCP-EV-SE-001	130
SV	SISTEMA DE VOLTEO	VCP-EV-SV-001	58
SM	SISTEMA MOTRIZ	VCP-EV-SM-001	143

FIMCP-ESPOL

PROYECTO:

ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



CONTIENE:

CONJUNTOS PRINCIPALES

NOMBRE

FECHA

DIB.: V. CHICAIZA NOV/2014

REV.: ING. CAMACHO NOV/2014

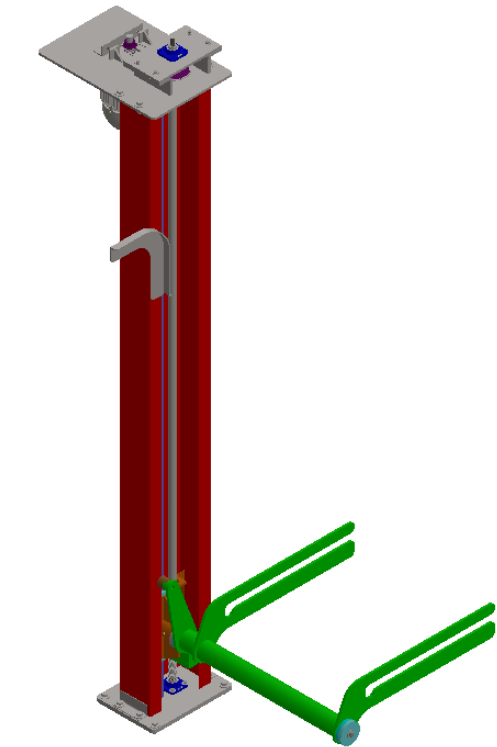
APR.: ING. CAMACHO NOV/2014

No. PLANO VCP-EV-PG-003

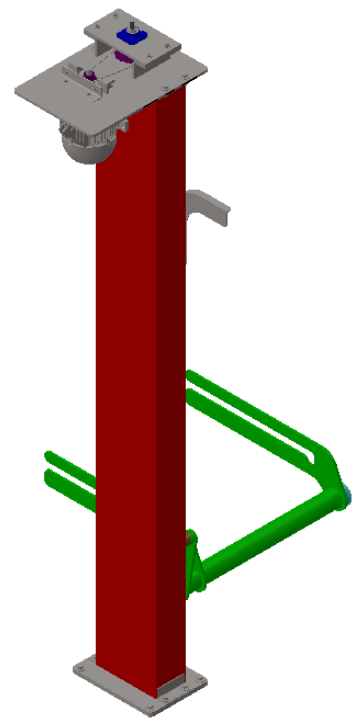
ESCALA: S/E

MATERIAL:

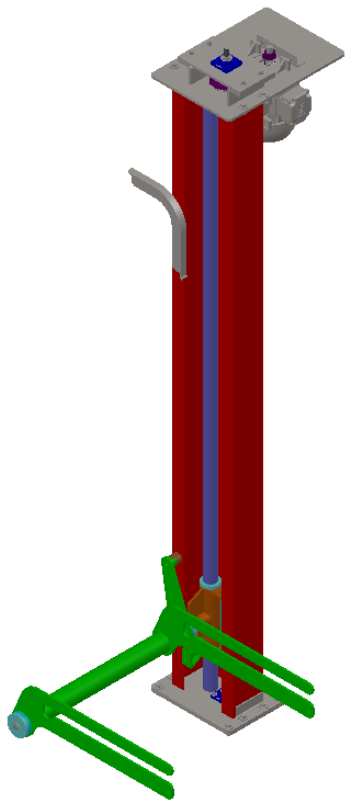
PESO (KG): 331 kg



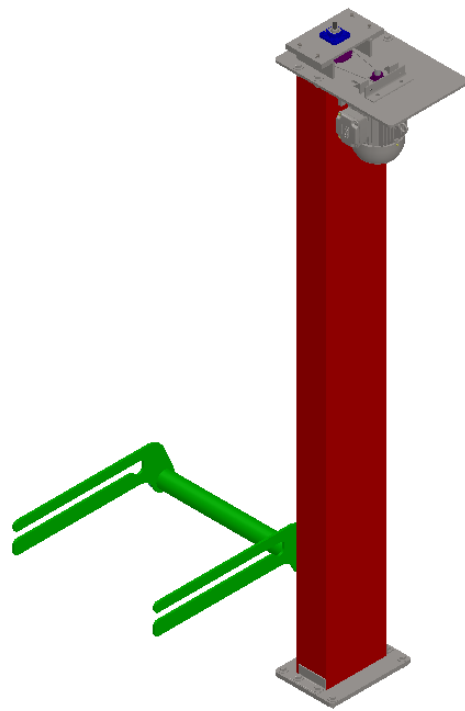
ESCALA 1 : 30



ESCALA 1 : 30



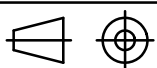
ESCALA 1 : 30



ESCALA 1 : 30

FIMCP-ESPOL

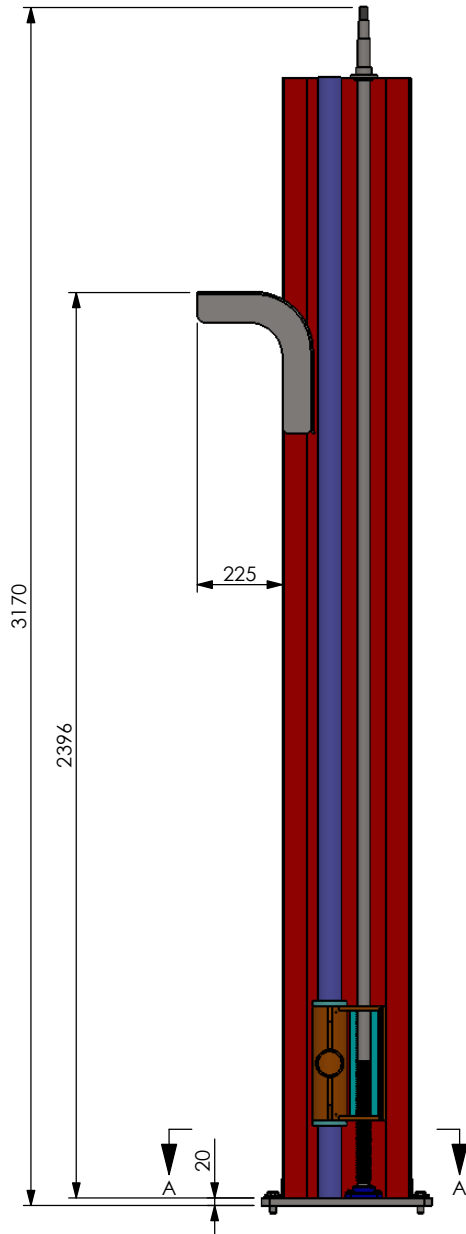
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



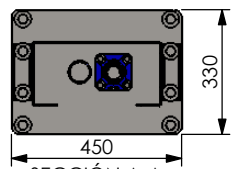
CONTIENE:

VISTAS PRINCIPALES

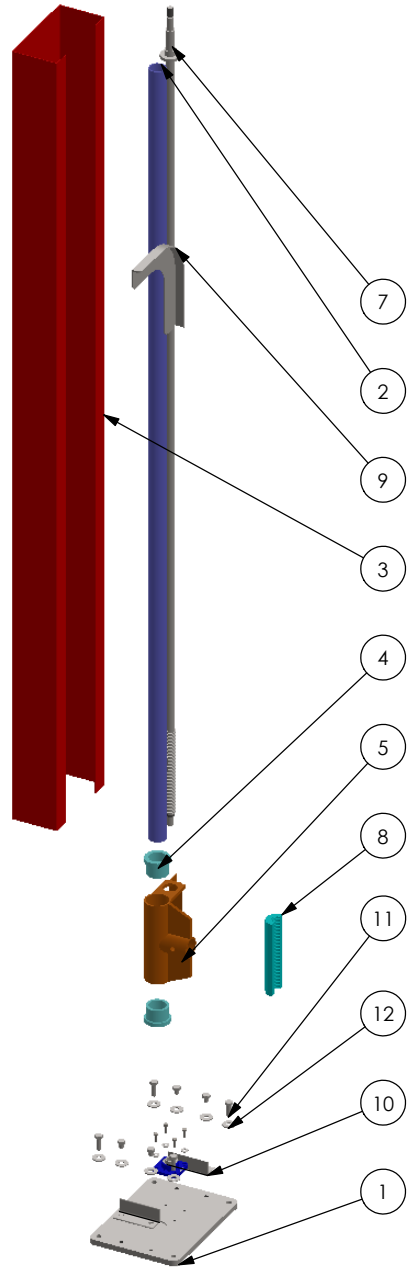
	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-PG-004	
ESCALA:	S/E	
MATERIAL:		
PESO (KG):	331 kg	



ESCALA 1 : 20



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 20



ESCALA 1 : 25

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PLANO DE REFERENCIA
1	1	BASE INFERIOR	VCP-EV-SE-005
2	1	RIEL GUIA	VCP-EV-SE-008
3	1	CUBIERTA DE PROTECCION	VCP-EV-SE-006
4	2	BOCIN GUÍA	VCP-EV-SV-004
5	1	BOCIN RIEL	VCP-EV-SE-003
6	1	CHUMACERA DE PARED FY_25_TF_VA201	VCP-EV-SM-009
7	1	TORNILLO DE POTENCIA	VCP-EV-SE-002
8	1	TUERCA DE TORNILLO	VCP-EV-SE-004
9	1	GUIA DE PIVOTE	VCP-EV-SV-005
10	2	ANGULO DE UNION	VCP-EV-SE-009
11	4	PERNO $\Phi 3/4"$ x 1-3/4"	-
12	8	ARANDELA $\Phi 3/4"$	-
13	4	PERNO $\Phi 3/4"$ x 1-3/4"	-
14	4	ARANDELA $\Phi 3/4"$	-
15	4	PERNO $\Phi 3/4"$ x 1"	-

FIMCP-ESPOL		NOMBRE	FECHA
		DIB.:	V. CHICAIZA
		REV.:	ING. CAMACHO
		APR.:	ING. CAMACHO
PROYECTO: ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA		No. PLANO	VCP-EV-SE-001
		ESCALA:	1:20
		MATERIAL:	
		PESO (KG):	130 kg
	CONTIENE: SISTEMA DE ELEVACION		

A
B
C
D
E
F

1
2
3
4

1

2

3

4

A

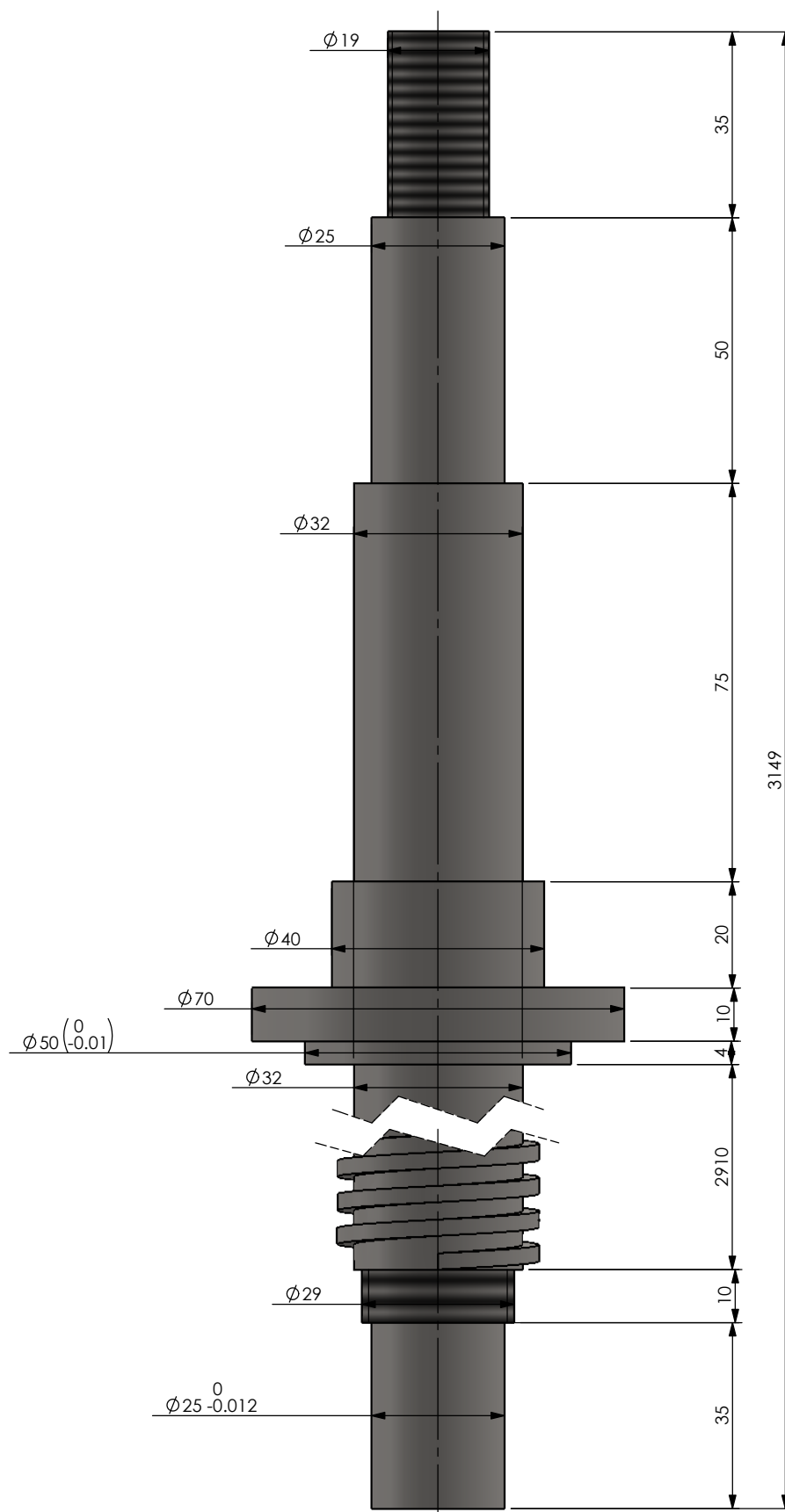
B

C

D

E

F

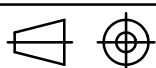


ESCALA 1 : 1.25

FIMCP-ESPOL

PROYECTO:

ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



CONTIENE:

TORNILLO DE POTENCIA

NOMBRE

FECHA

DIB.:

V. CHICAIZA

NOV/2014

REV.:

ING. CAMACHO

NOV/2014

APR.:

ING. CAMACHO

NOV/2014

No. PLANO

VCP-EV-SE-002

ESCALA:

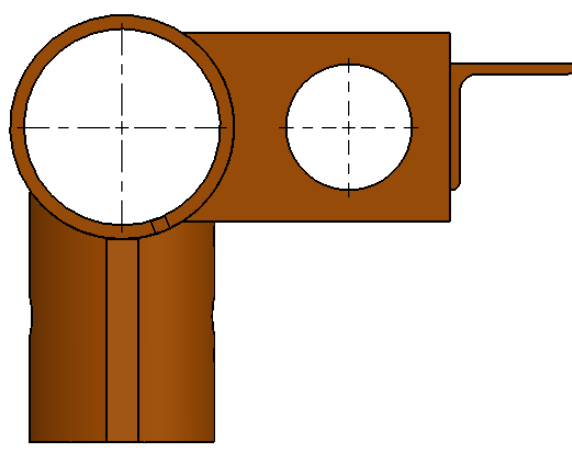
1:1.25

MATERIAL:

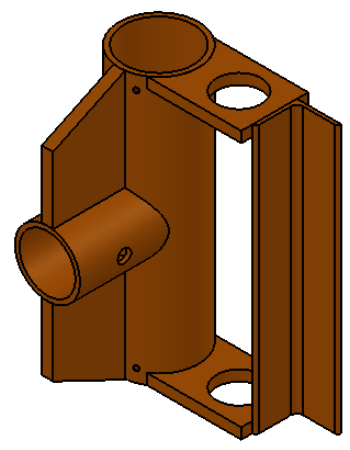
ASTM A240/A480

PESO (KG):

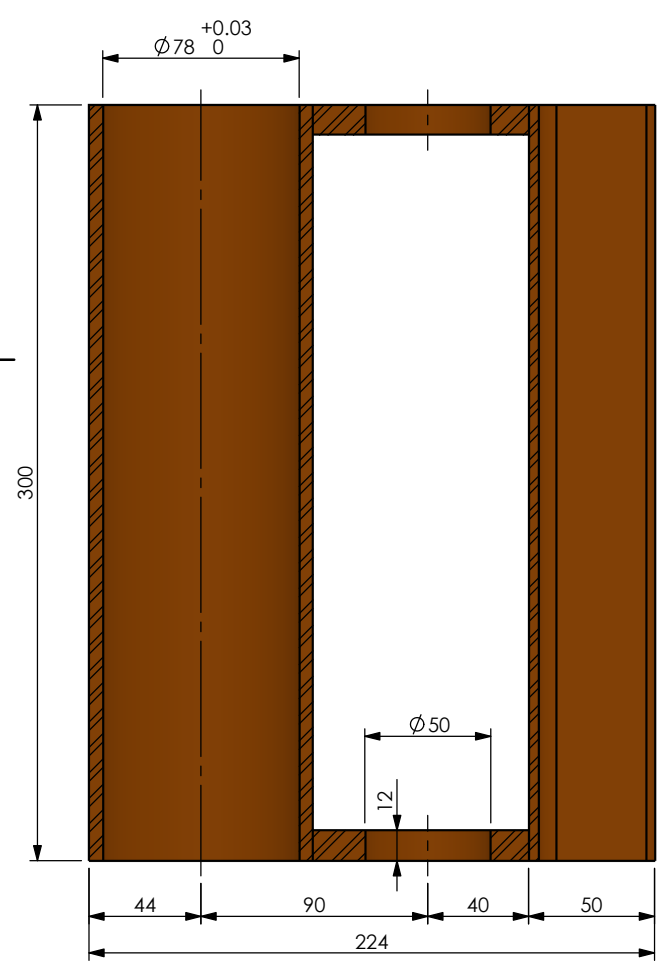
21 kg



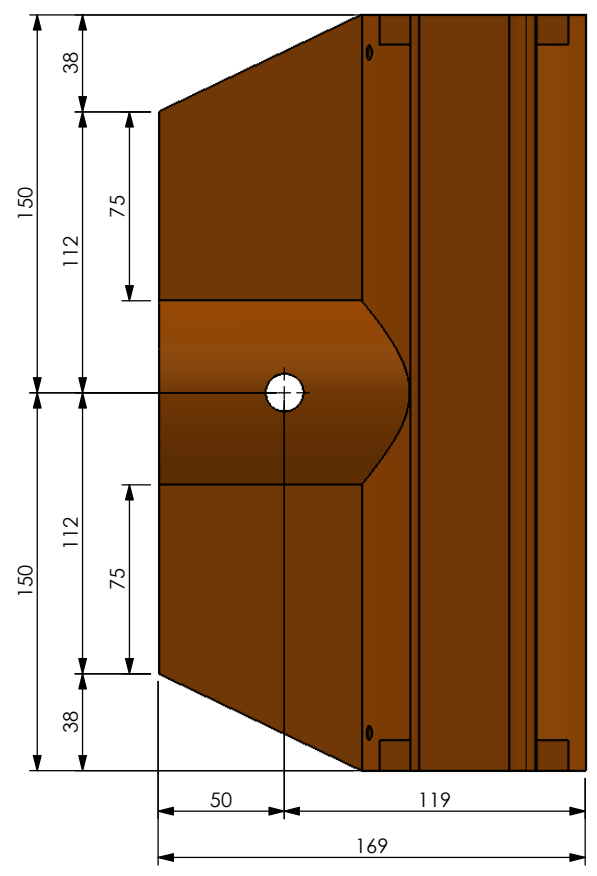
ESCALA 1 : 3



ESCALA 1 : 6



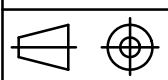
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3



ESCALA 1 : 3

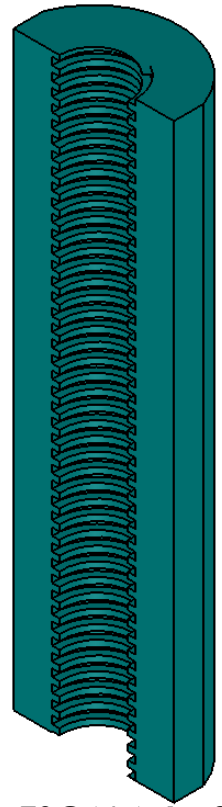
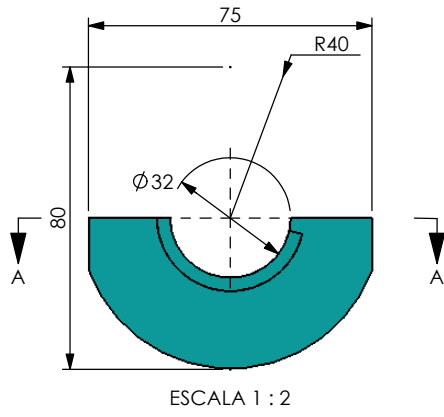
FIMCP-ESPOL

PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA

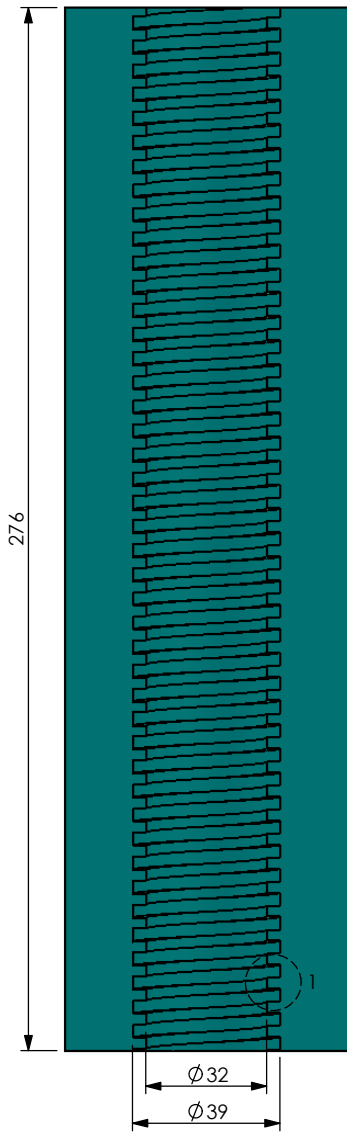


CONTIENE:
BOCIN RIEL

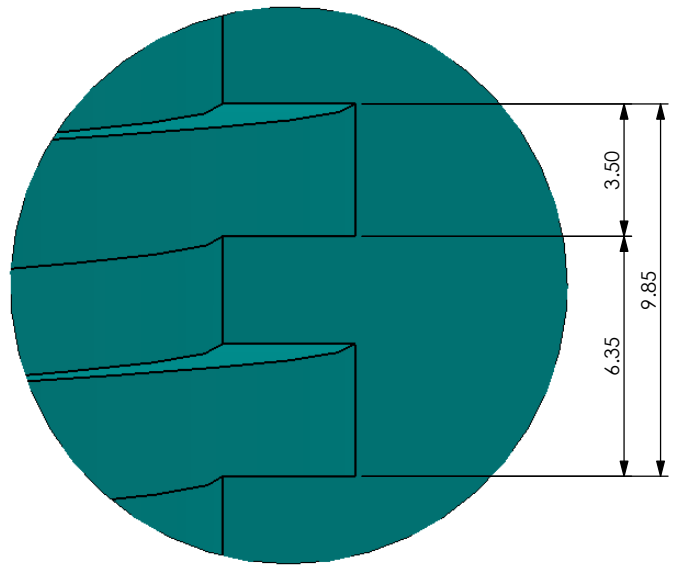
	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SE-003	
ESCALA:	1:3	
MATERIAL:	AISI 304	
PESO (KG):	24 kg	



ESCALA 1 : 2.5



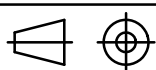
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



DETALLE 1
ESCALA 5 : 1

FIMCP-ESPOL

PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



CONTIENE:

TUERCA DE TORNILLO

NOMBRE FECHA

DIB.: V. CHICAIZA NOV/2014

REV.: ING. CAMACHO NOV/2014

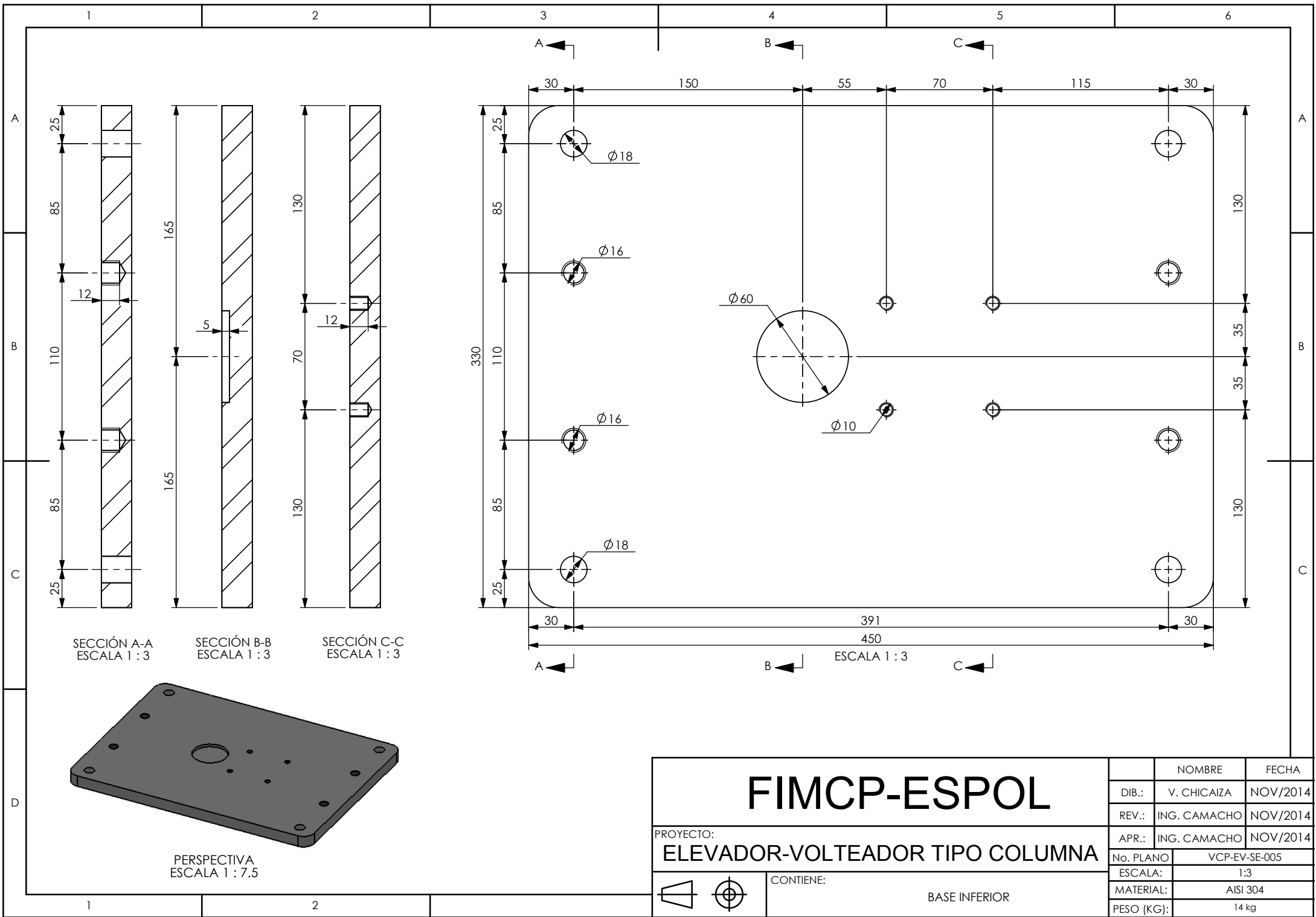
APR.: ING. CAMACHO NOV/2014

No. PLANO VCP-EV-SE-004

ESCALA: INDICADA

MATERIAL: NYLON 6A

PESO (KG): 1.5 kg



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3

SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 3

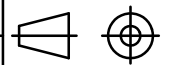
SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 3

PERSPECTIVA
ESCALA 1 : 7.5

ESCALA 1 : 3

FIMCP-ESPOL

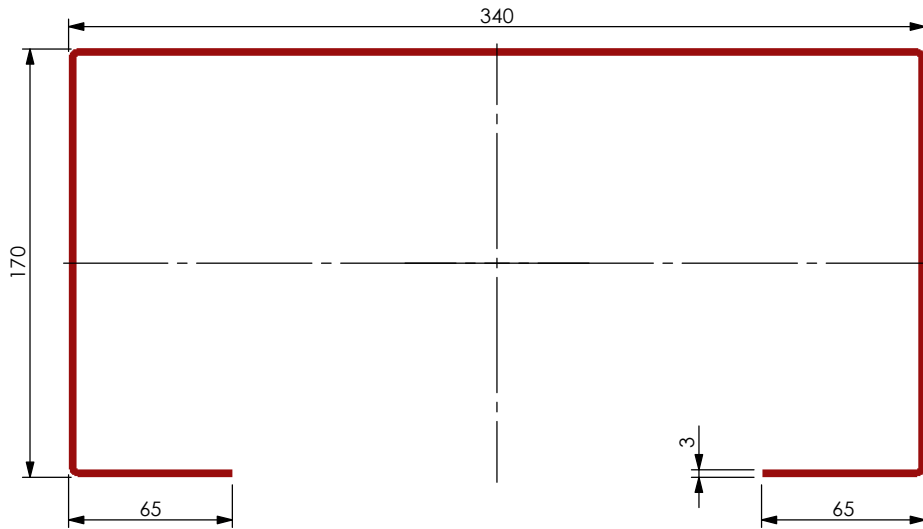
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNNA



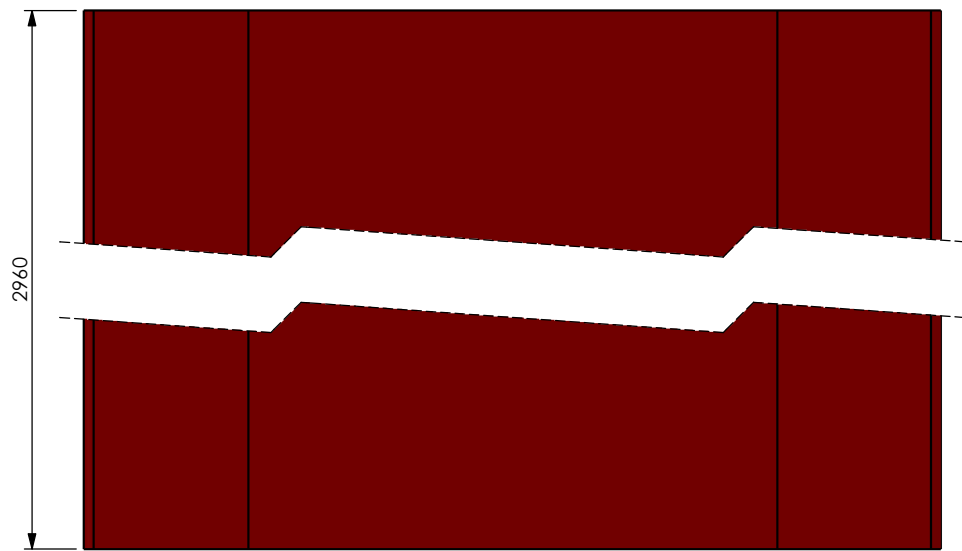
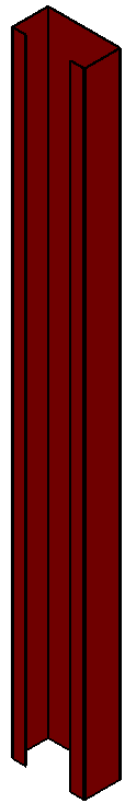
CONTIENE:

BASE INFERIOR

		NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014	
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
No. PLANO	VCP-EV-SE-005		
ESCALA:	1:3		
MATERIAL:	AISI 304		
PESO (KG):	14 kg		

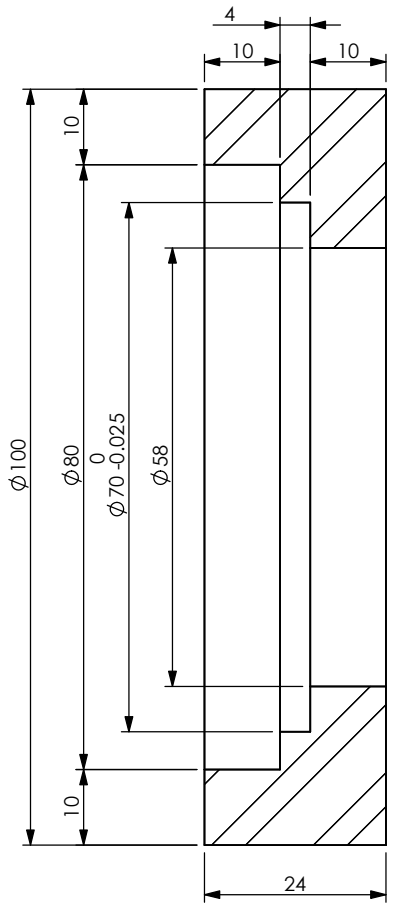


ESCALA 1 : 3

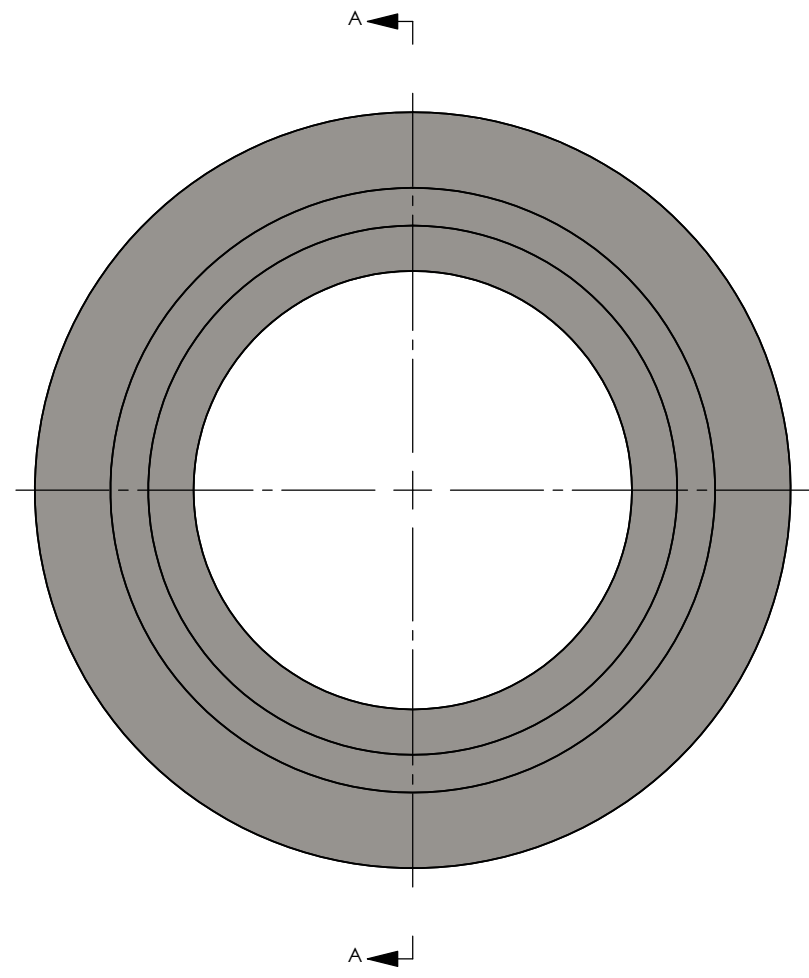


ESCALA 1 : 3

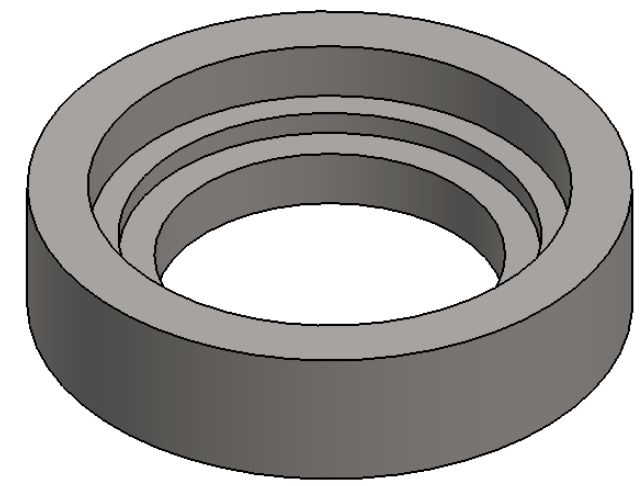
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		NOMBRE	FECHA
		DIB.:	V. CHICAIZA NOV/2014
PROYECTO: ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA		REV.:	ING. CAMACHO NOV/2014
		APR.:	ING. CAMACHO NOV/2014
  CONTIENE: CUBIERTA DE PROTECCION		No. PLANO	VCP-EV-SE-006
		ESCALA:	1:3
		MATERIAL:	ASTM A240/A480
		PESO (KG):	57 kg



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



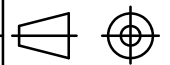
ESCALA 1 : 1



PERSPECTIVA

FIMCP-ESPOL

PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



CONTIENE:
CAJONERA

		NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014	
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
No. PLANO	VCP-EV-SE-007		
ESCALA:	1:1		
MATERIAL:	ASTM A240/A480		
PESO (KG):	1 kg		

A

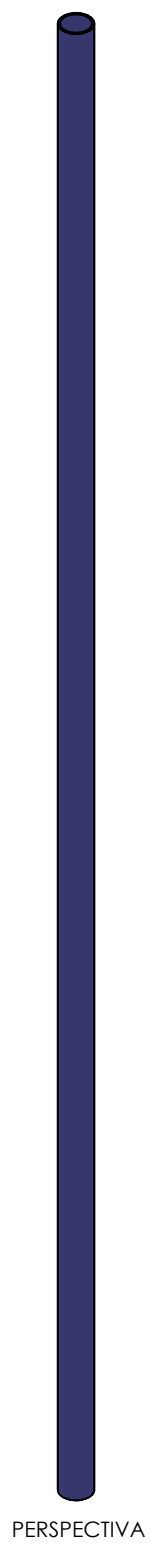
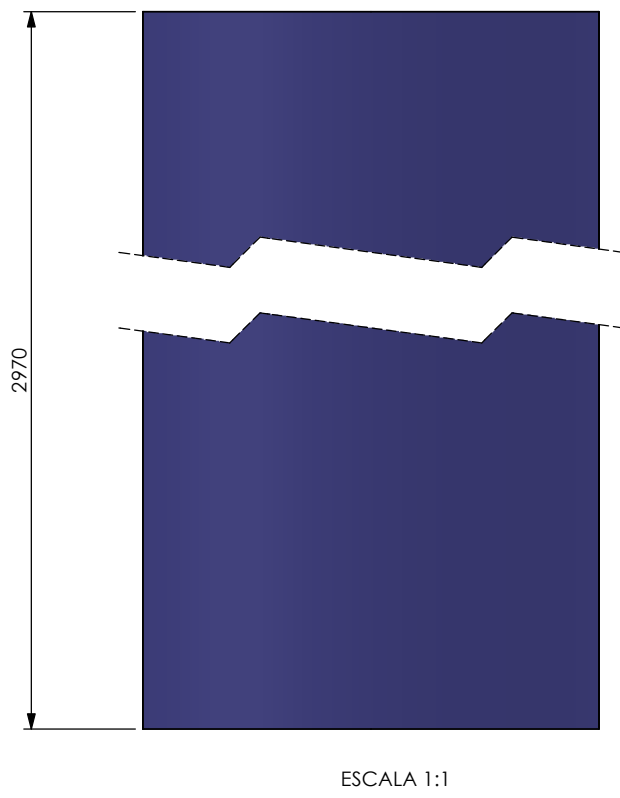
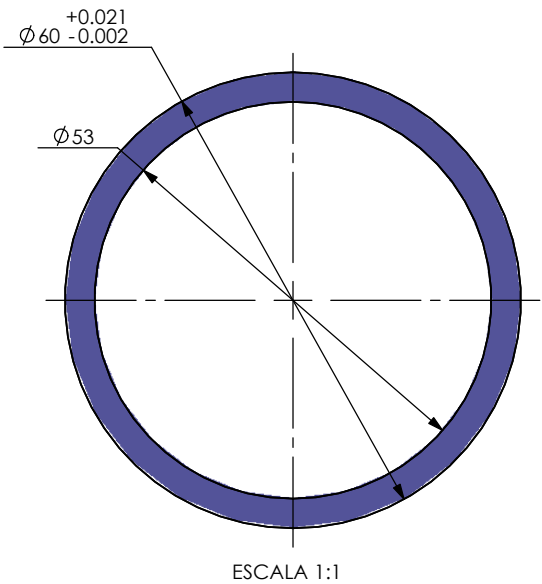
B

C

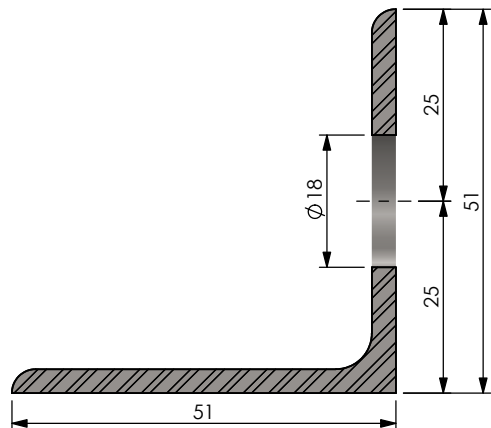
D

E

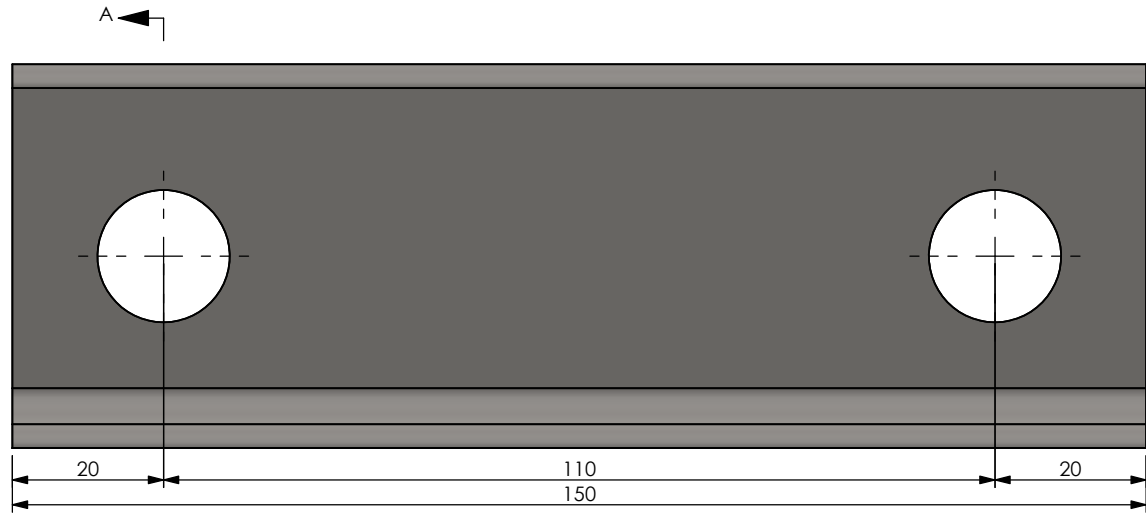
F



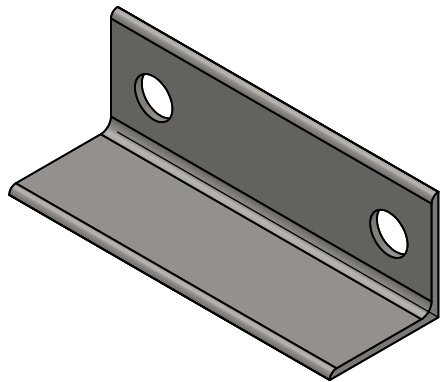
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		NOMBRE	FECHA
		DIB.: V. CHICAIZA	NOV/2014
PROYECTO: ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA		REV.: ING. CAMACHO	NOV/2014
		APR.: ING. CAMACHO	NOV/2014
 CONTIENE: TUBO RIEL		No. PLANO	VCP-EV-SE-008
		ESCALA:	1:1
		MATERIAL:	AISI/SAE 304
		PESO (KG):	17 kg



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



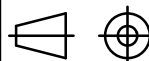
ESCALA 1 : 1



ESCALA 1 : 2.5

FIMCP-ESPOL

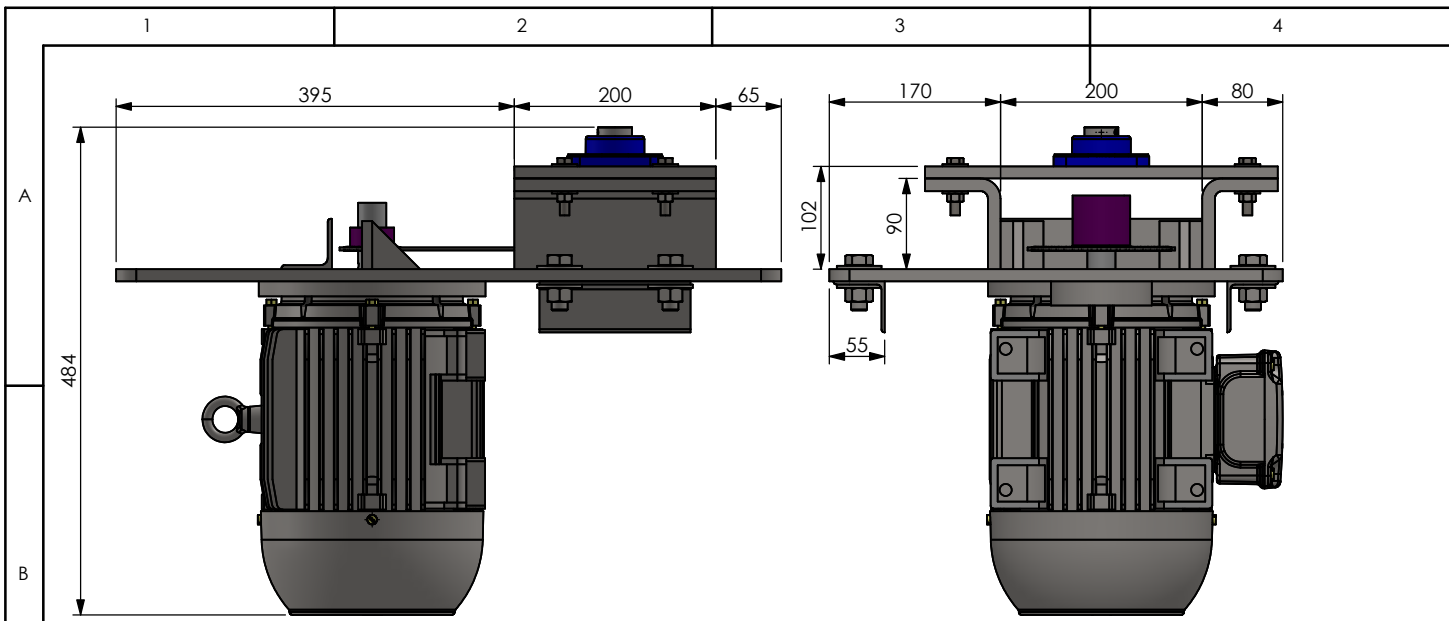
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



CONTIENE:

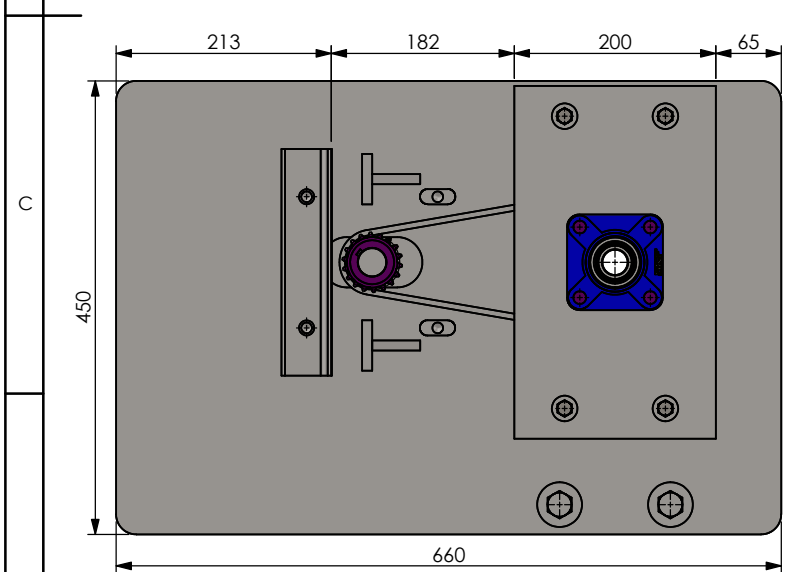
ANGULO DE UNION

		NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014	
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
No. PLANO	VCP-EV-SE-009		
ESCALA:	1:1		
MATERIAL:	ASTM A240/A480		
PESO (KG):	0.5 kg		



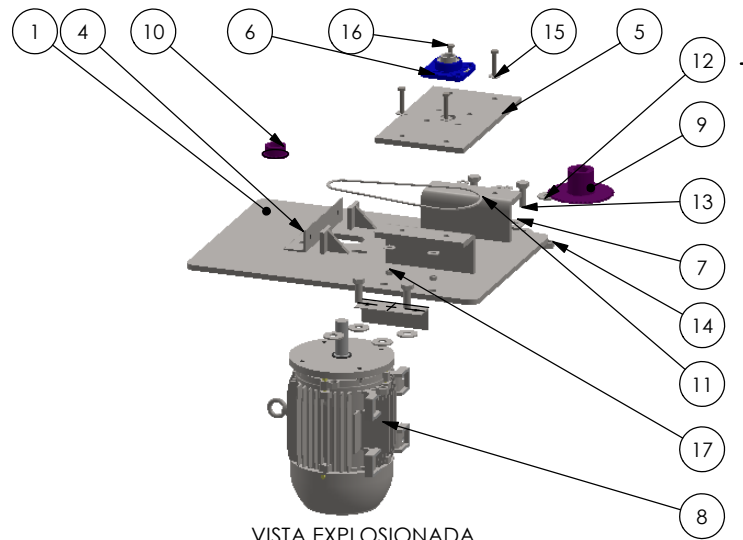
ESCALA 1 : 7.5

ESCALA 1 : 7.5



ESCALA 1 : 7.5

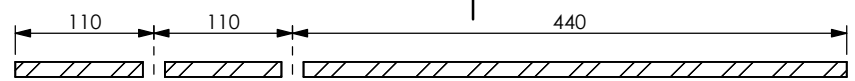
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PLANO DE REFERENCIA
1	1	BASE SUPERIOR	VCP-EV-SM-002
2	1	CAJONERA	VCP-EV-SE-007
3	1	RODAMIENTO SKF-51110	VCP-EV-SM-007
4	1	ANGULO TEMPLADOR	VCP-EV-SM-006
5	1	PLACA DE SOPORTE DE CHUMACERA	VCP-EV-SM-005
6	1	CHUMACERA FY25-TF-VA201	VCP-EV-SM-008
7	2	ANGULO DE UNION	VCP-EV-SE-009
8	1	MOTOR ELECTRICO	VCP-EV-SM-009
9	1	PIÑON 01	VCP-EV-SM-003
10	1	PIÑON 02	VCP-EV-SM-004
11	1	CADENA	-
12	8	ARANDELA ϕ 5/8"	-
13	4	PERNO ϕ 5/8"	-
14	4	TUERCA ϕ 5/8"	-
15	8	ARANDELA ϕ 5/8"	-
16	4	PERNO ϕ 5/8"	-
17	4	TUERCA ϕ 5/8"	-



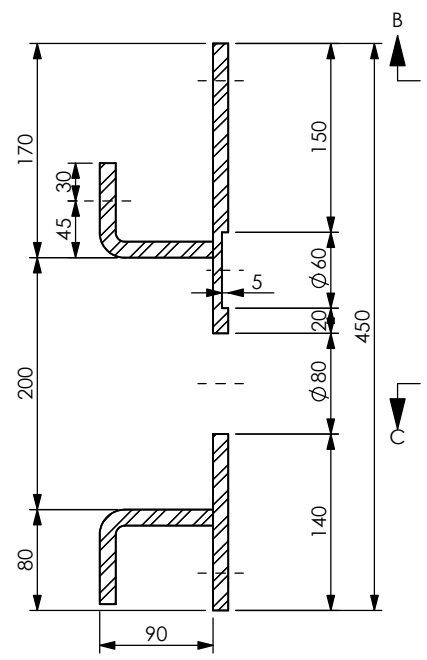
VISTA EXPLOSIONADA

<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		NOMBRE	FECHA
		DIB.:	V. CHICAIZA NOV/2014
PROYECTO: <h2 style="text-align: center;">ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA</h2>		REV.:	ING. CAMACHO NOV/2014
		APR.:	ING. CAMACHO NOV/2014
CONTIENE: <h3 style="text-align: center;">SISTEMA MOTRIZ</h3>		No. PLANO	VCP-EV-SM-001
		ESCALA:	1:7.5
		MATERIAL:	
		PESO (KG):	143 kg

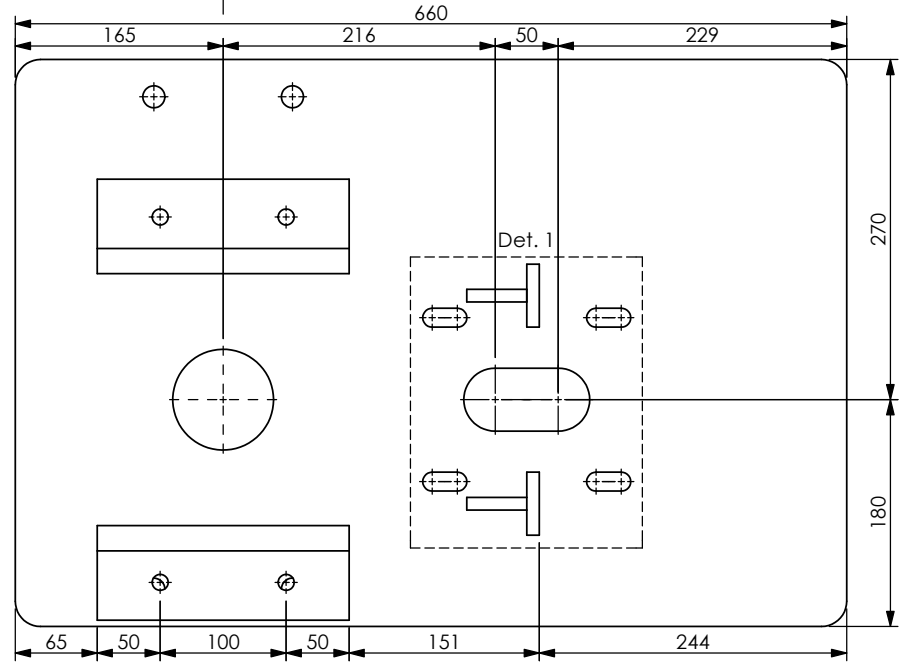
1 2 3 4 5 6



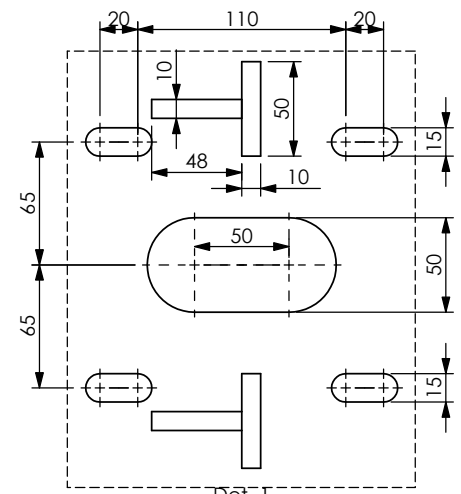
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 6



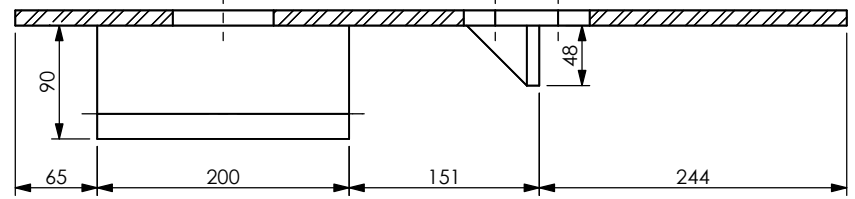
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 6



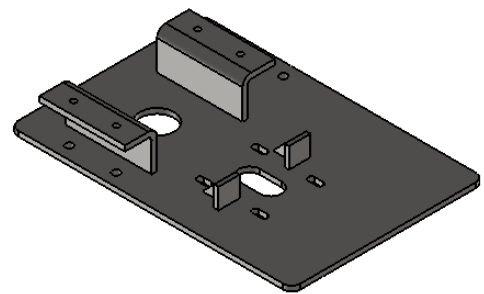
ESCALA 1 : 6



Det. 1
ESCALA 1 : 4



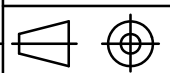
SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 6



ESCALA 1 : 12.5

FIMCP-ESPOL

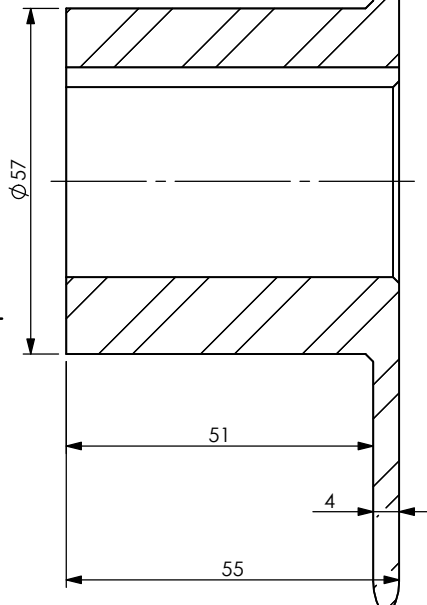
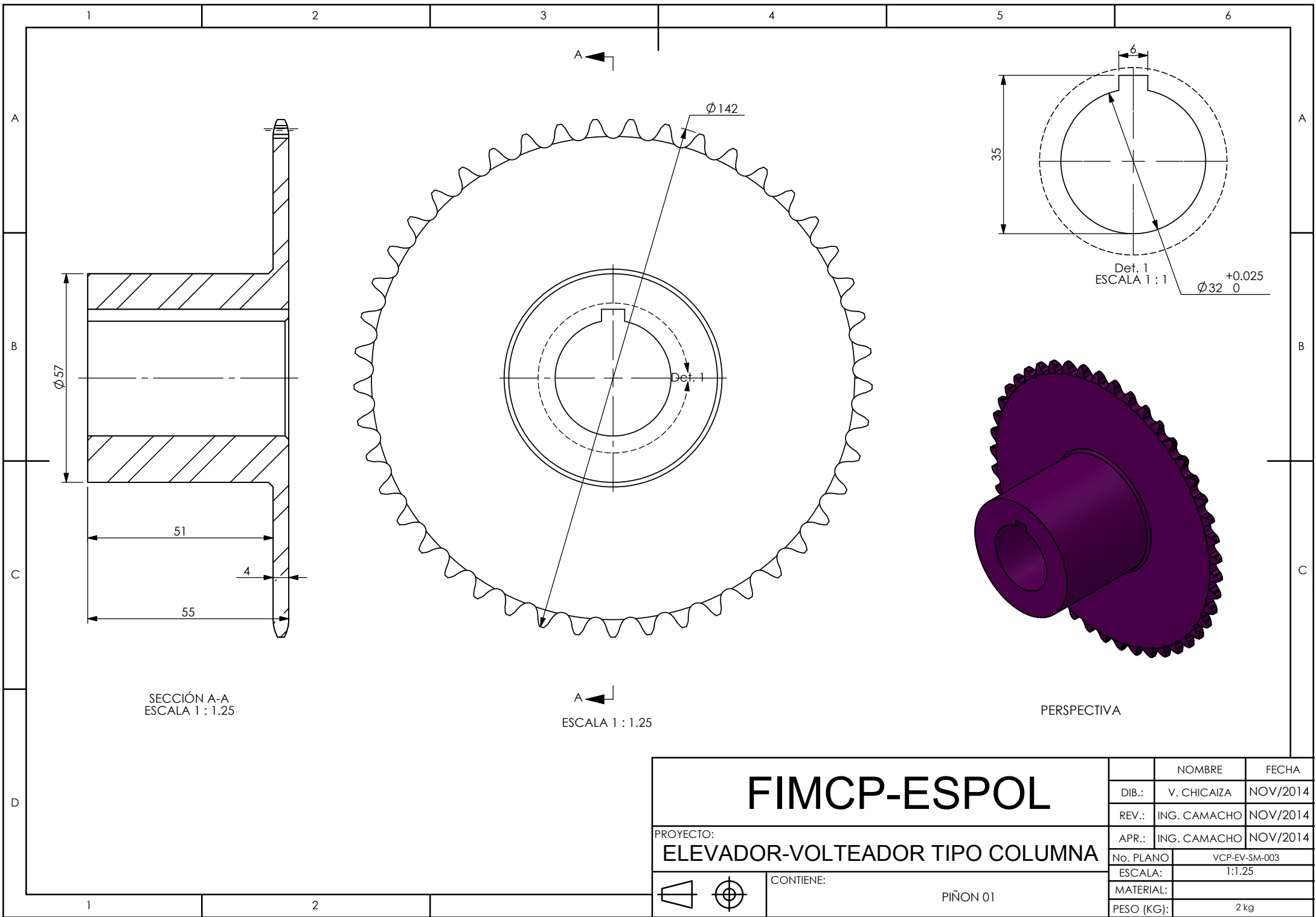
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



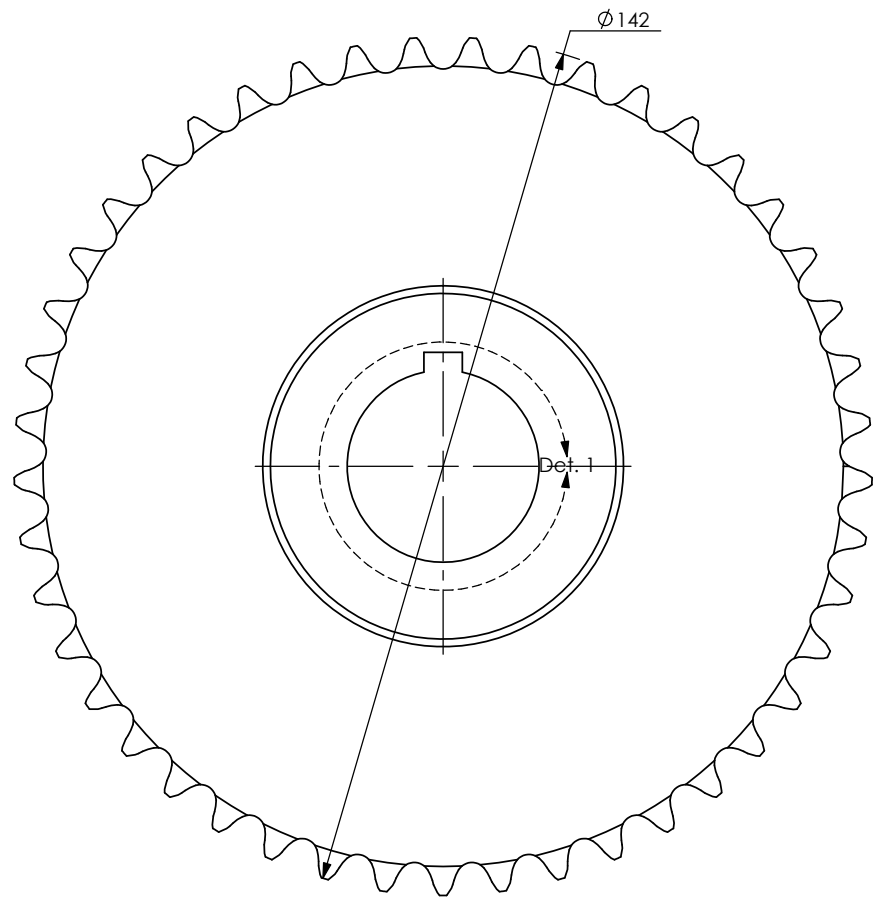
CONTIENE:
BASE SUPERIOR

	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SM-002	
ESCALA:	1:10	
MATERIAL:	ASTM A240/A480	
PESO (KG):	34 kg	

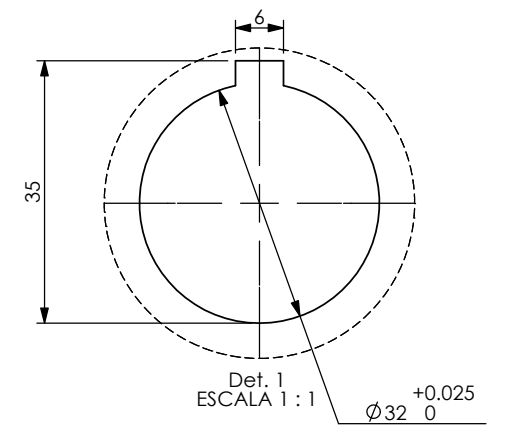
1 2



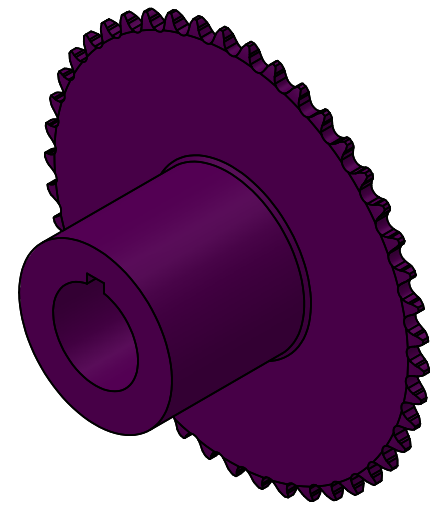
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1.25



ESCALA 1 : 1.25



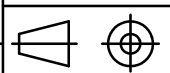
Def. 1
ESCALA 1 : 1
Ø32 $\begin{matrix} +0.025 \\ 0 \end{matrix}$



PERSPECTIVA

FIMCP-ESPOL

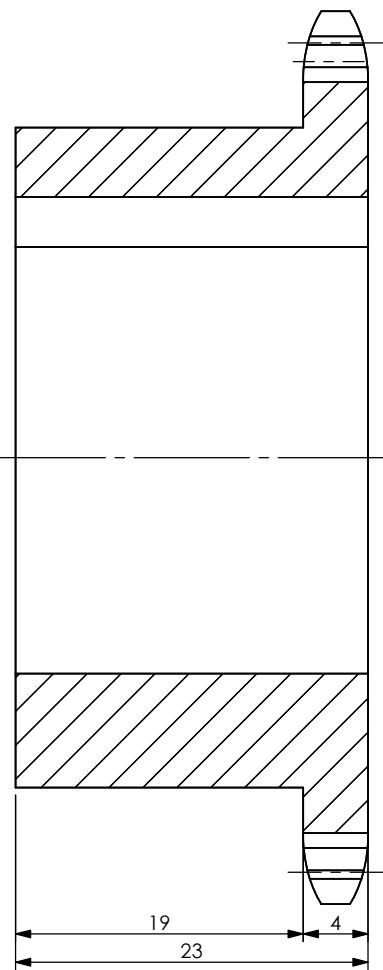
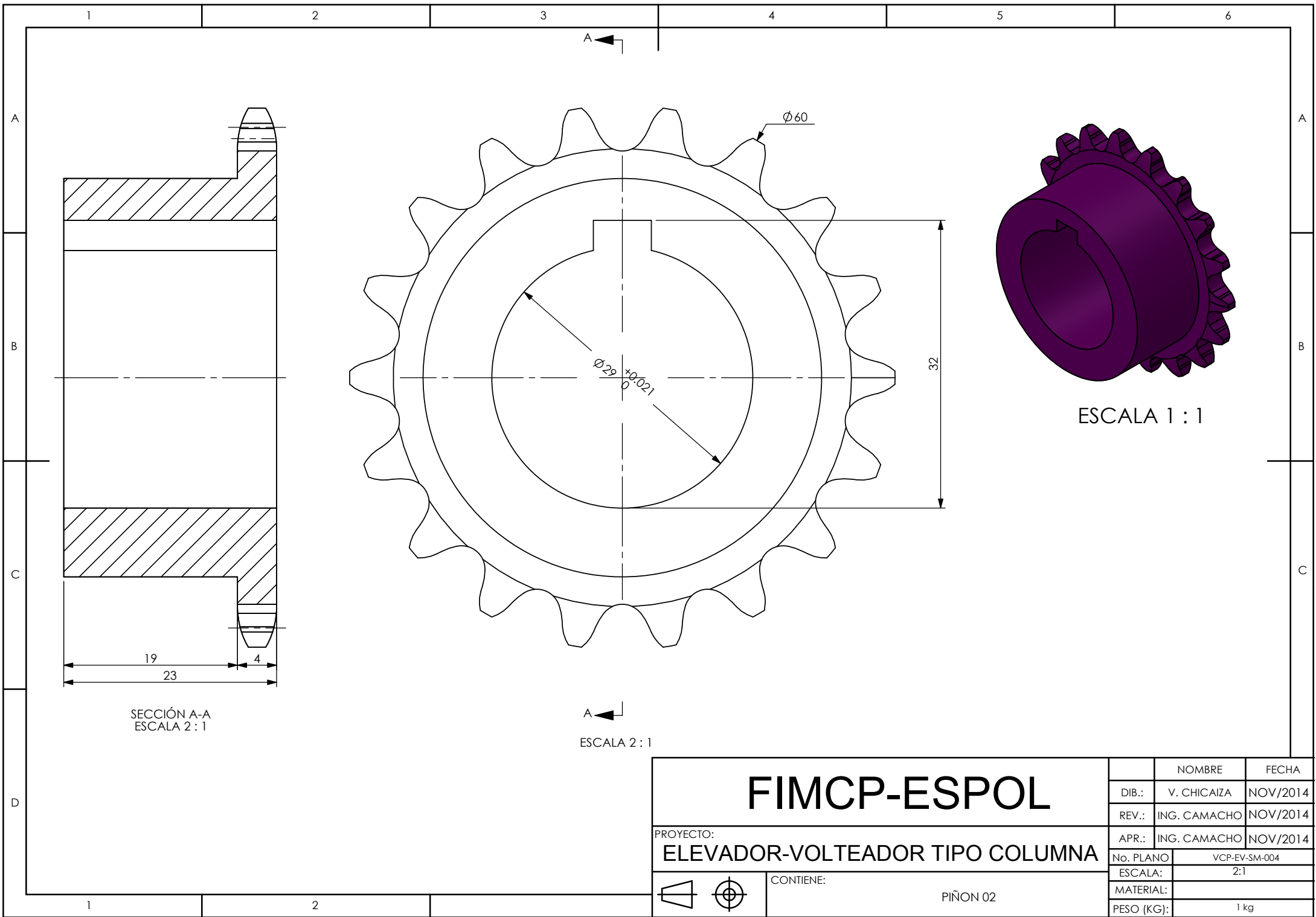
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



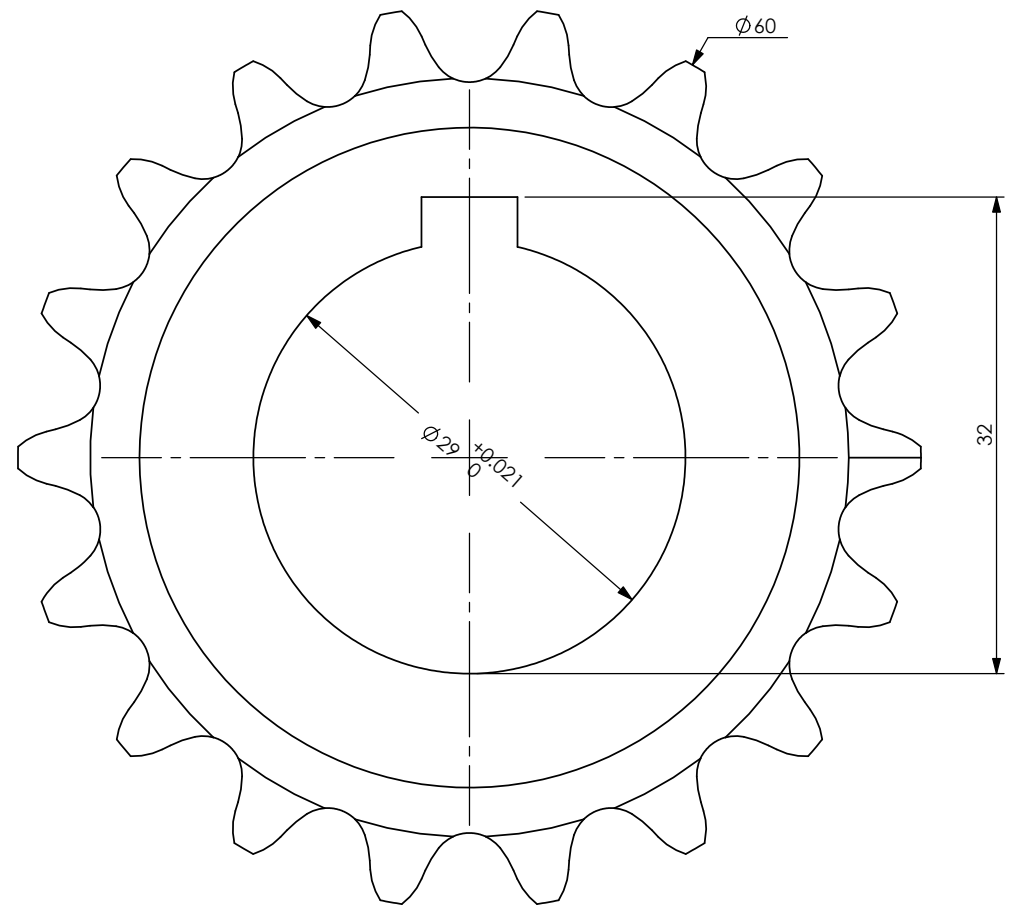
CONTIENE:

PIÑON 01

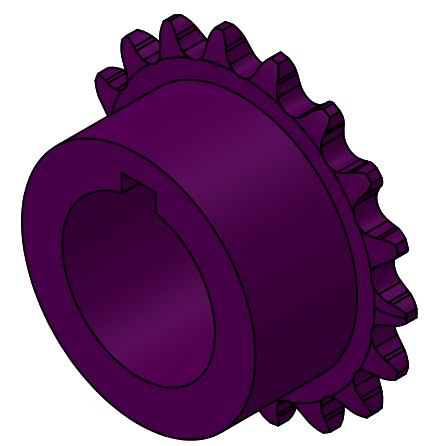
		NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014	
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
No. PLANO	VCP-EV-SM-003		
ESCALA:	1:1.25		
MATERIAL:			
PESO (KG):	2 kg		



SECCIÓN A-A
ESCALA 2 : 1

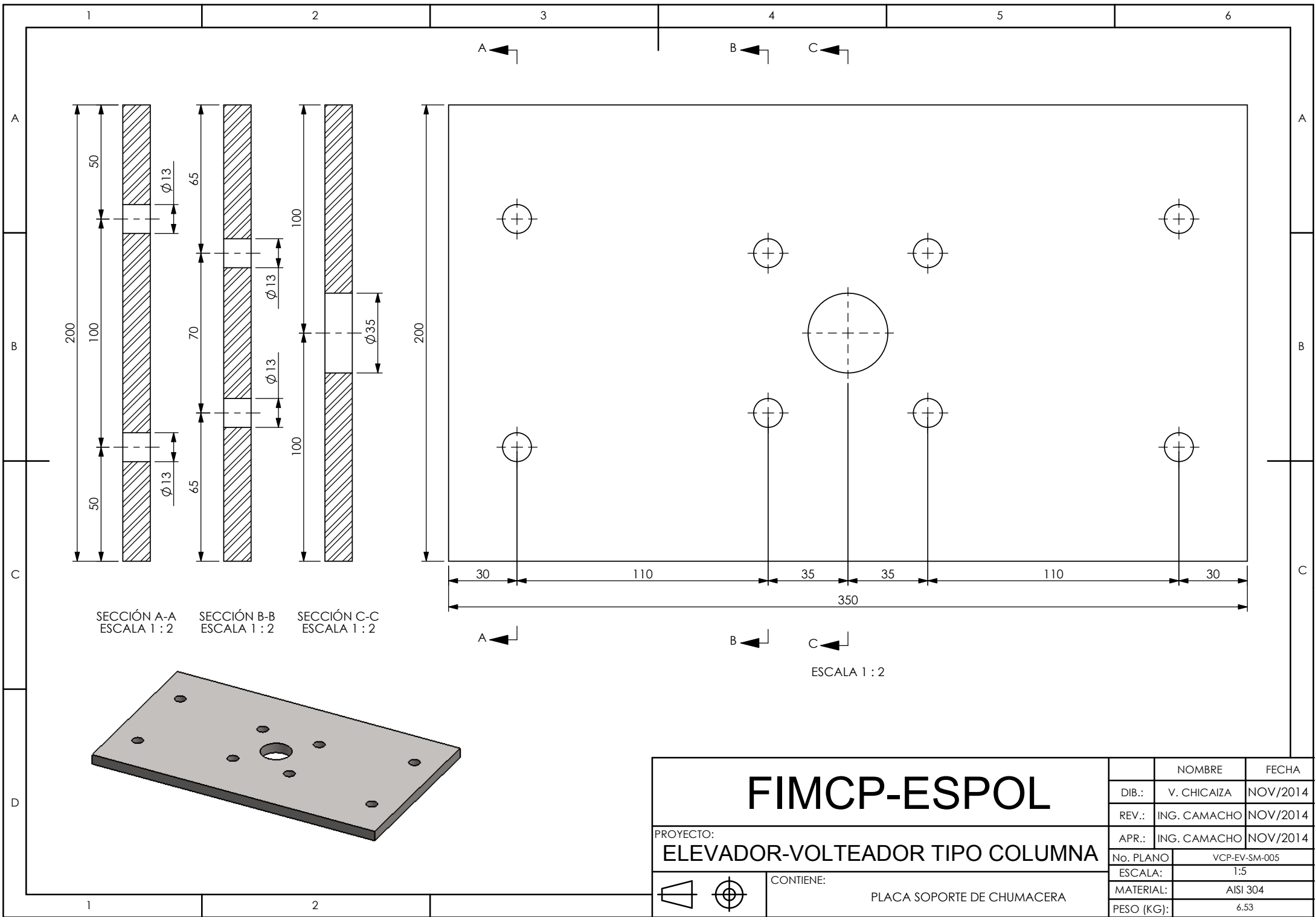


A
ESCALA 2 : 1



ESCALA 1 : 1

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		NOMBRE	FECHA
		DIB.: V. CHICAIZA	NOV/2014
PROYECTO: ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA		REV.: ING. CAMACHO	NOV/2014
		APR.: ING. CAMACHO	NOV/2014
 		No. PLANO	VCP-EV-SM-004
		ESCALA:	2:1
CONTIENE: PIÑON 02		MATERIAL:	
		PESO (KG):	1 kg

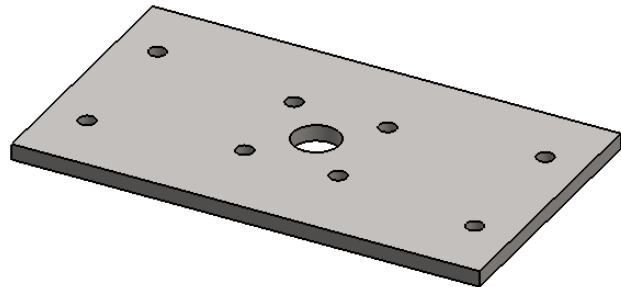


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2

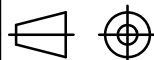
SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 2

ESCALA 1 : 2



FIMCP-ESPOL

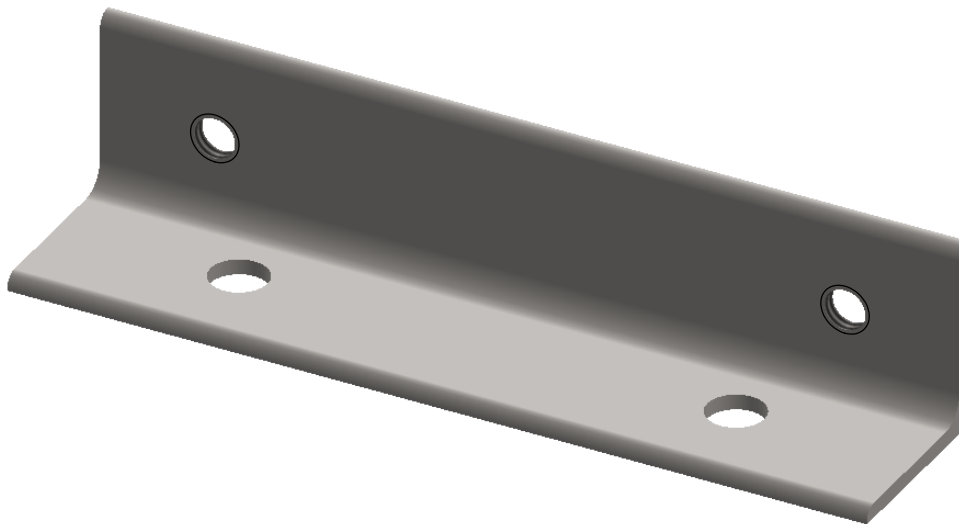
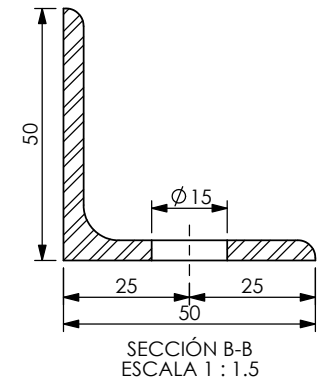
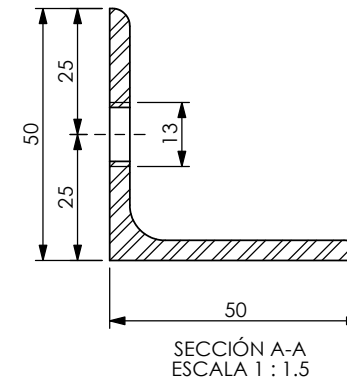
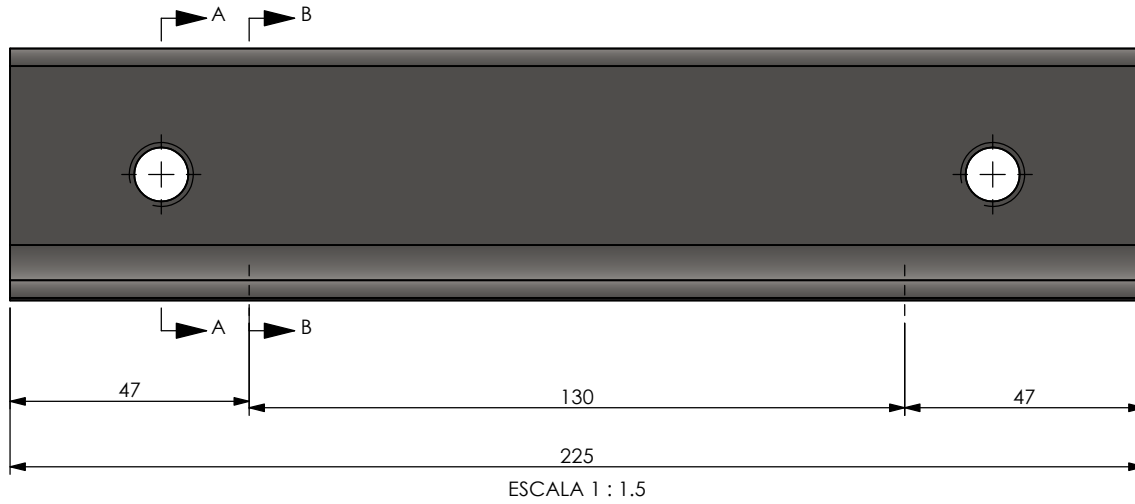
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



CONTIENE:

PLACA SOPORTE DE CHUMACERA

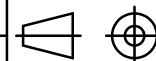
	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SM-005	
ESCALA:	1:5	
MATERIAL:	AISI 304	
PESO (KG):	6.53	



PERSPECTIVA

FIMCP-ESPOL

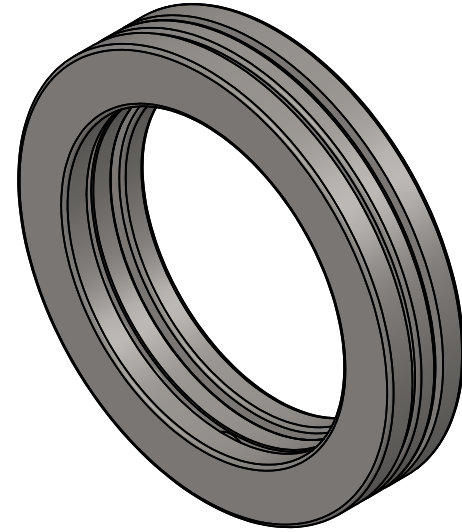
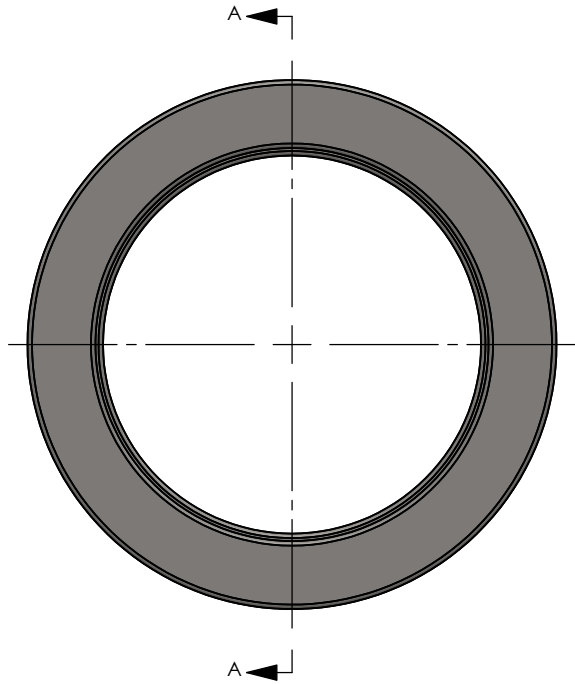
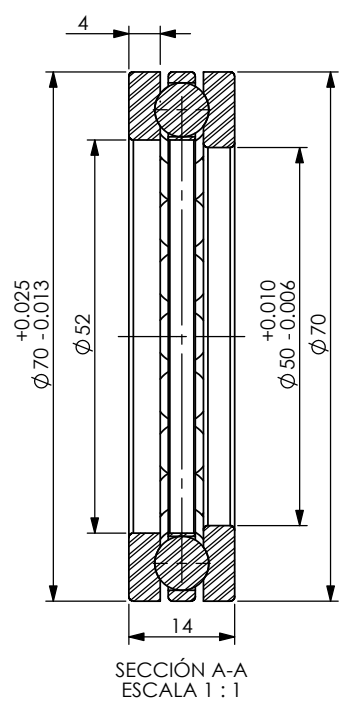
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



CONTIENE:

ANGULO TEMPLADOR

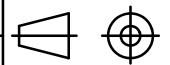
	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SM-006	
ESCALA:	1:1.5	
MATERIAL:	ASTM A240/A480	
PESO (KG):	1 kg	



PERSPECTIVA

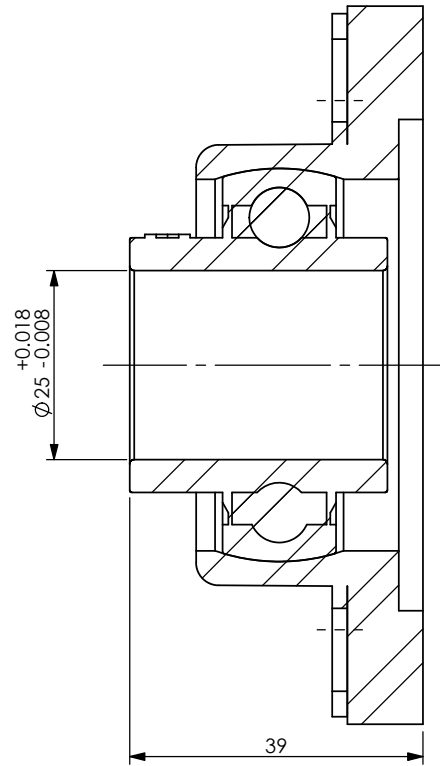
FIMCP-ESPOL

PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA

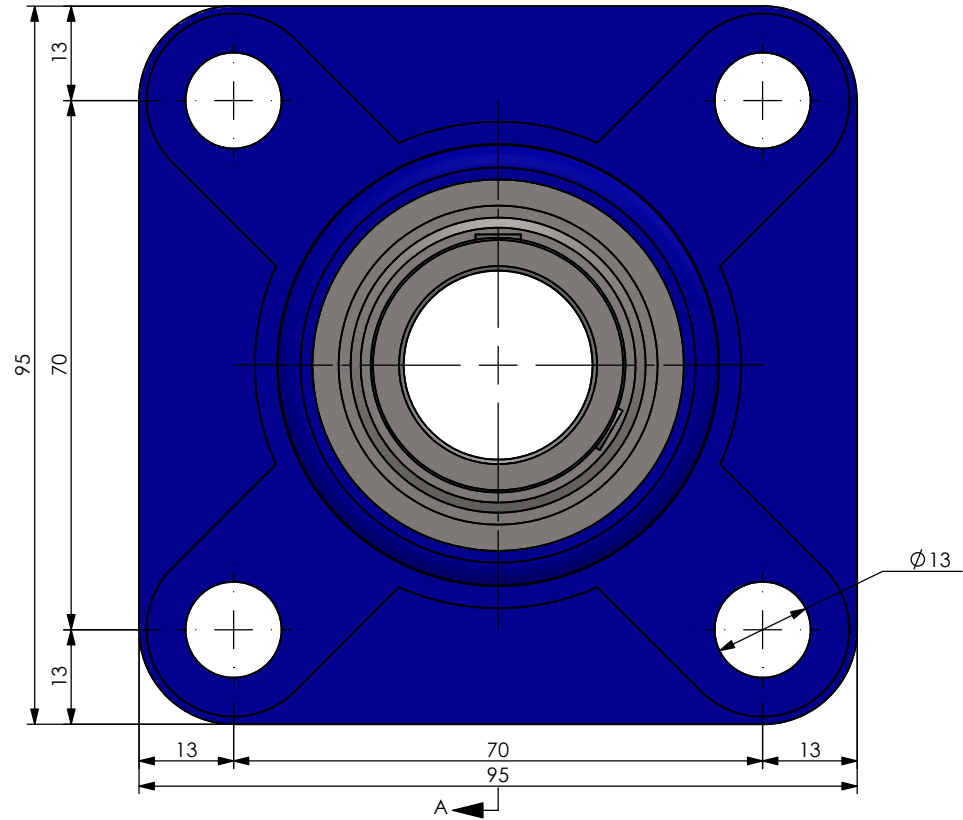


CONTIENE:
RODAMIENTO SKF-51110

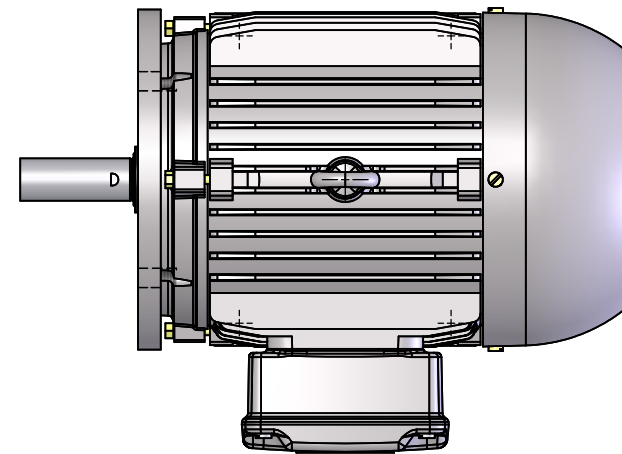
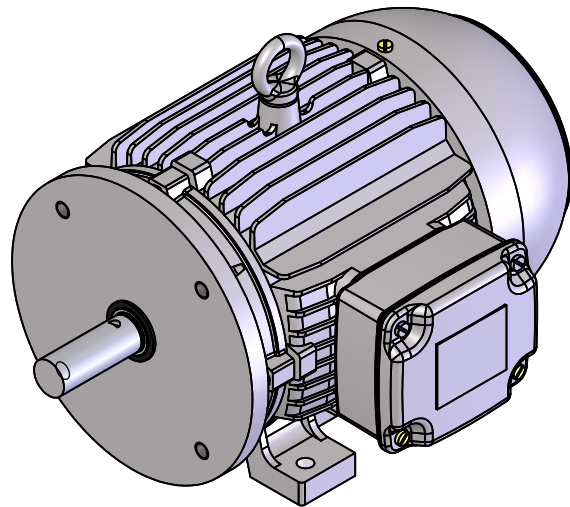
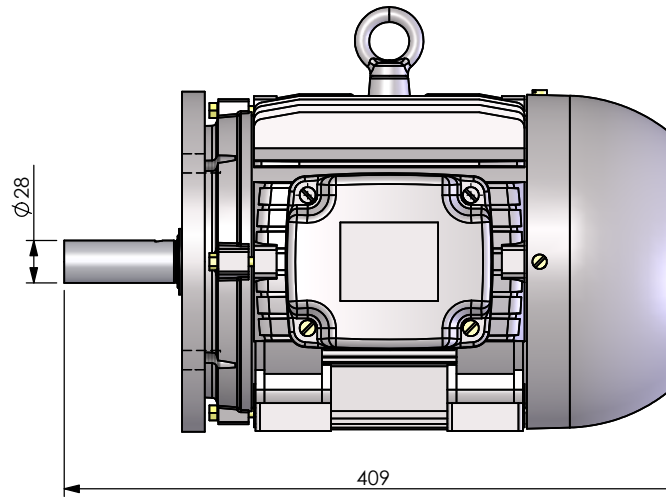
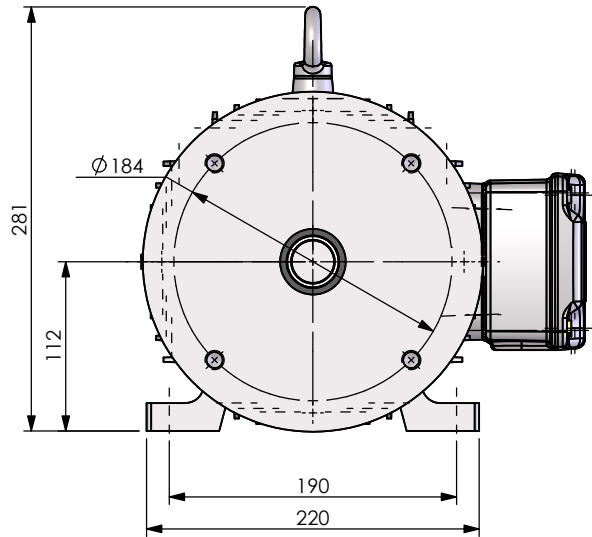
	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SM-007	
ESCALA:	1:1	
MATERIAL:		
PESO (KG):	0.5 kg	



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1

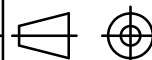


<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		NOMBRE	FECHA
		DIB.: V. CHICAIZA	NOV/2014
		REV.: ING. CAMACHO	NOV/2014
PROYECTO: ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA		APR.: ING. CAMACHO	NOV/2014
		No. PLANO	VCP-EV-SM-008
CONTIENE: CHUMACERA FY25-TF-VA201		ESCALA:	1:1
		MATERIAL:	
		PESO (KG):	1 kg



FIMCP-ESPOL

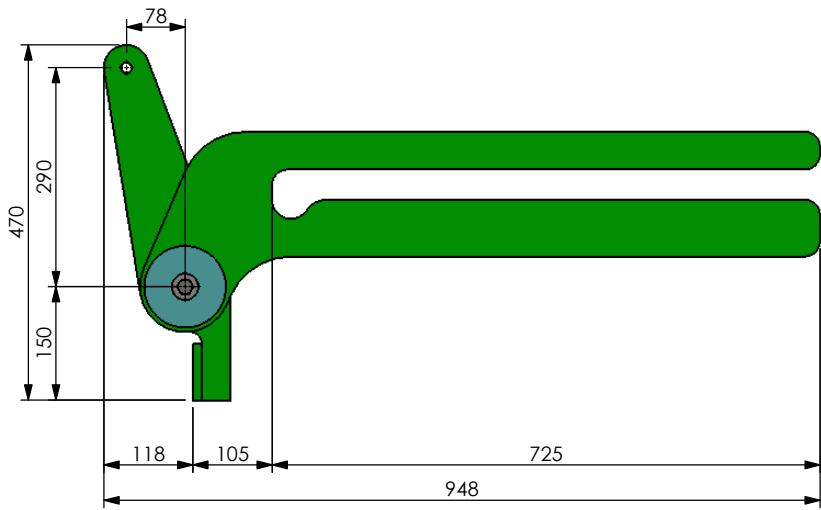
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



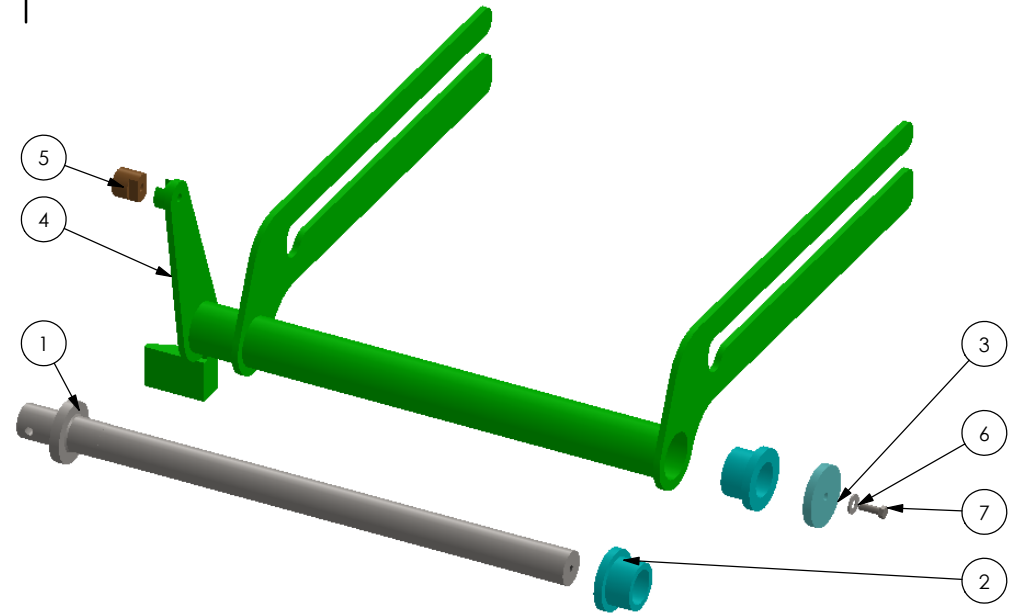
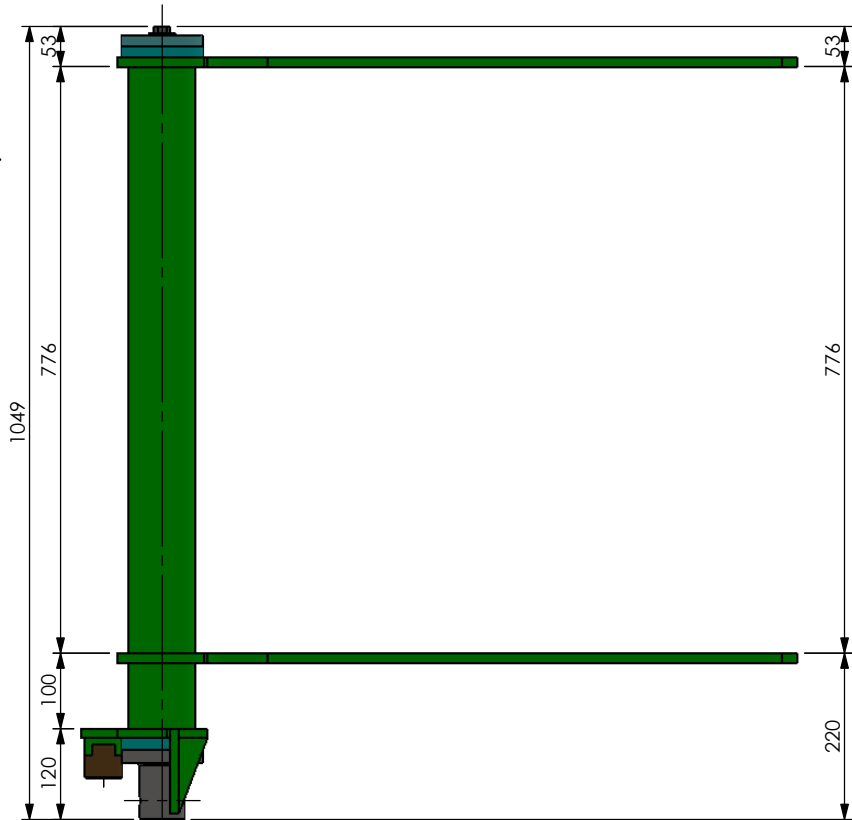
CONTIENE:

MOTOR ELECTRICO

	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SM-009	
ESCALA:	1:5	
MATERIAL:		
PESO (KG):	97 kg	



ESCALA 1 : 10

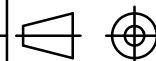


PERSPECTIVA

ITEM	CANT	DESCRIPCION	PLANO DE REFERENCIA
1	1	EJE	VCP-EV-SV-006
2	2	BOCIN DE EJE	VCP-EV-SV-004
3	1	TAPA DE CIERRE	VCP-EV-SV-007
4	1	BRAZOS DE AGARRE	VCP-EV-SV-003
5	1	BOCIN DE PIVOTE	VCP-EV-SV-008
6	1	ARANDELA $\phi 1/2"$	-
7	1	PERNO $\phi 1/2"$	-

FIMCP-ESPOL

PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



CONTIENE:

SISTEMA DE VOLTEO

NOMBRE FECHA

DIB.: V. CHICAIZA NOV/2014

REV.: ING. CAMACHO NOV/2014

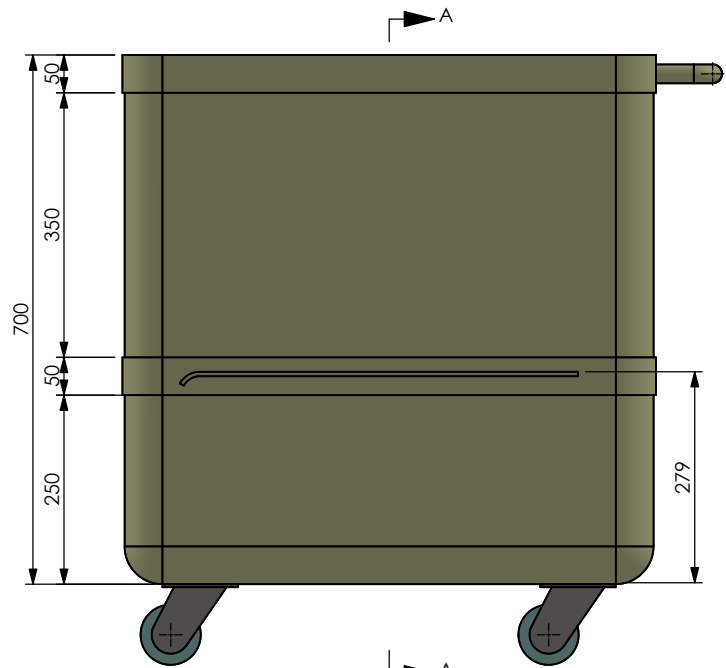
APR.: ING. CAMACHO NOV/2014

No. PLANO VCP-EV-SV-001

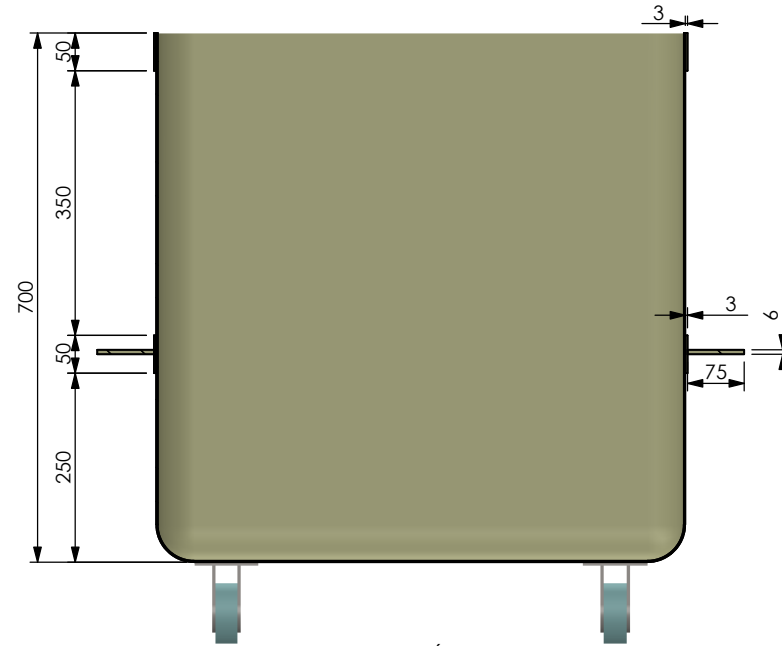
ESCALA: 1:10

MATERIAL:

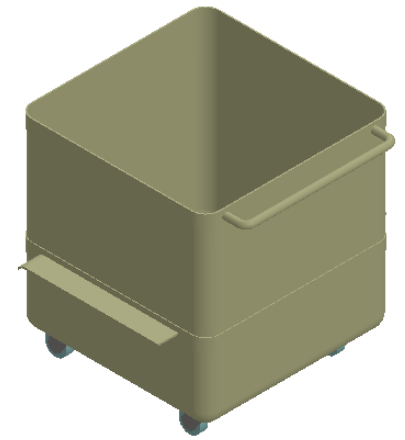
PESO (KG): 58 kg



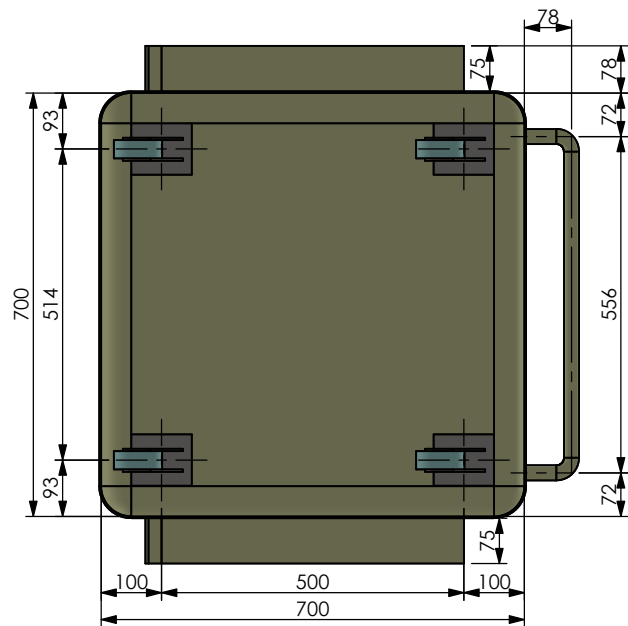
ESCALA 1 : 10



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

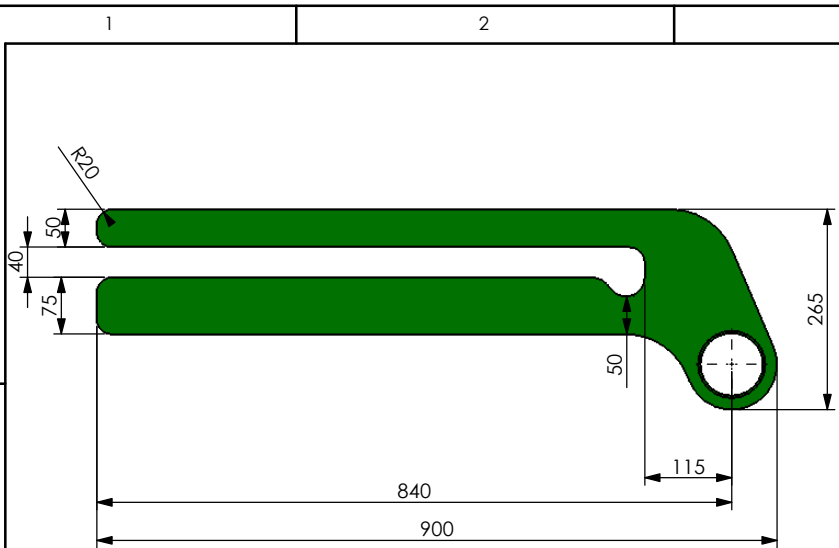


ESCALA 1:20

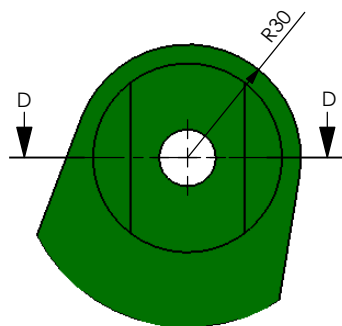


ESCALA 1 : 12.5

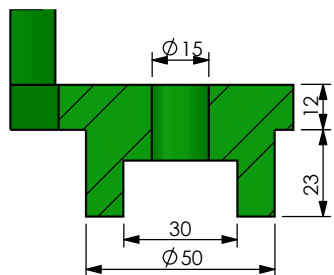
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		NOMBRE	FECHA
		DIB.: V. CHICAIZA	NOV/2014
PROYECTO: ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA		REV.: ING. CAMACHO	NOV/2014
		APR.: ING. CAMACHO	NOV/2014
CONTIENE: CARRO CONTENEDOR		No. PLANO	VCP-EV-SV-002
		ESCALA:	1:10
 		MATERIAL:	ASTM A240/A480
		PESO (KG):	55 kg



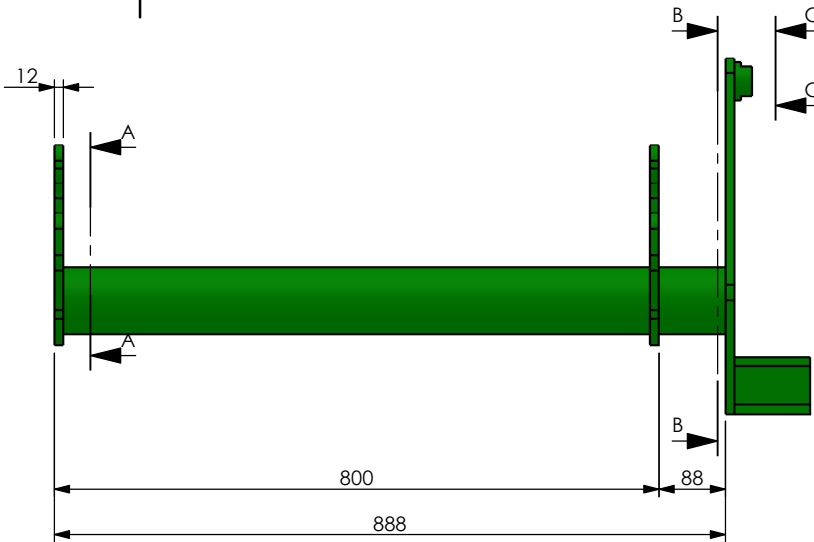
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10



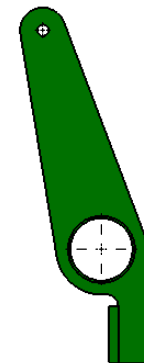
DETALLE C
ESCALA 1 : 2



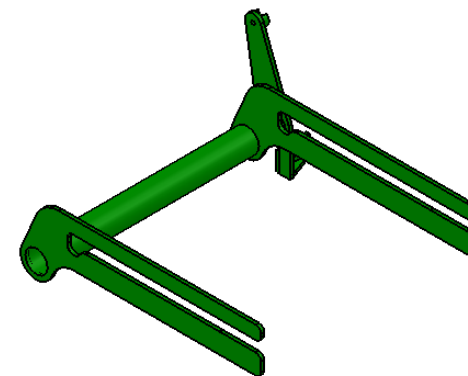
SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 2



ESCALA 1 : 10



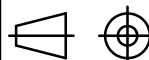
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 10



ESCALA 1 : 20

FIMCP-ESPOL

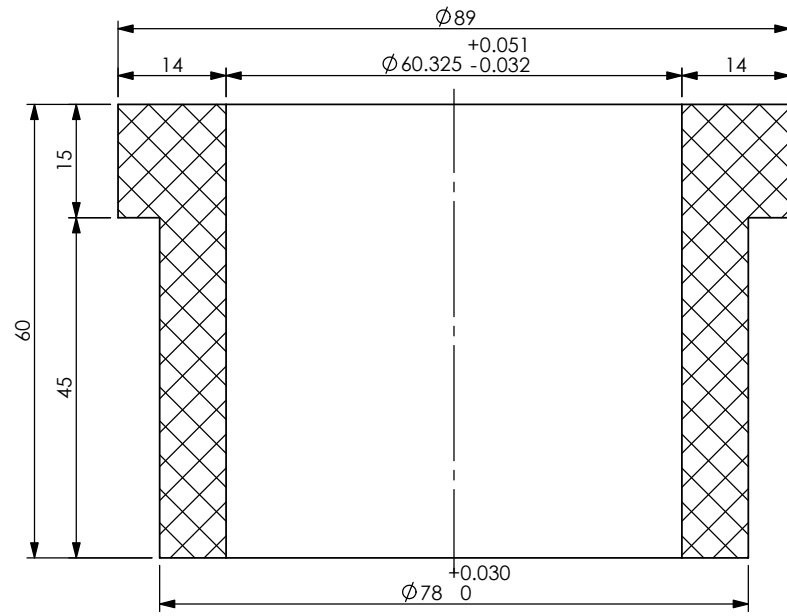
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



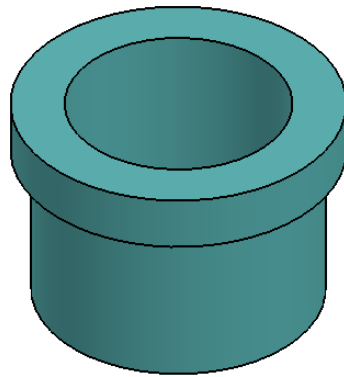
CONTIENE:

BRAZOS DE AGARRE

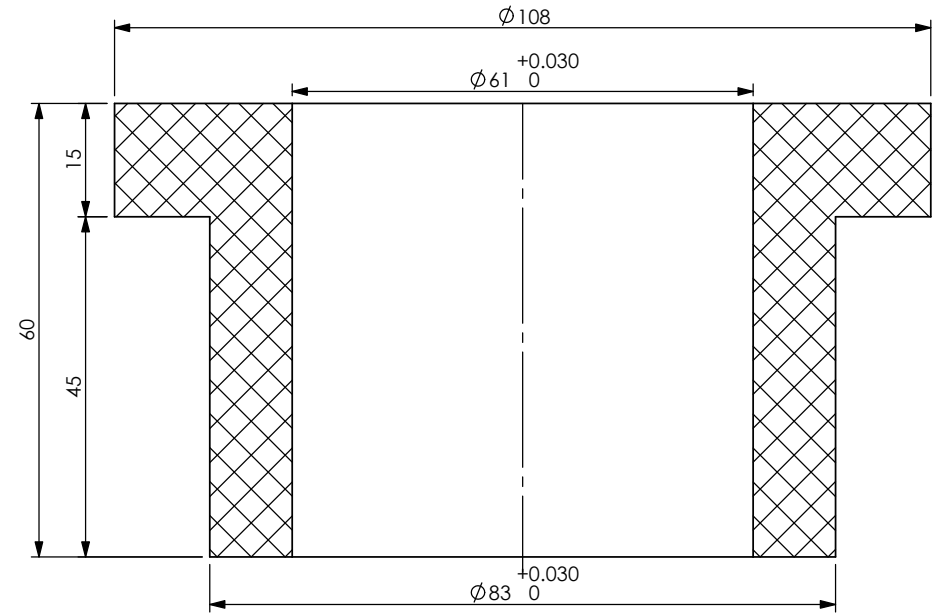
	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SV-003	
ESCALA:	1:1	
MATERIAL:	ASTM A240/A480	
PESO (KG):	33 kg	



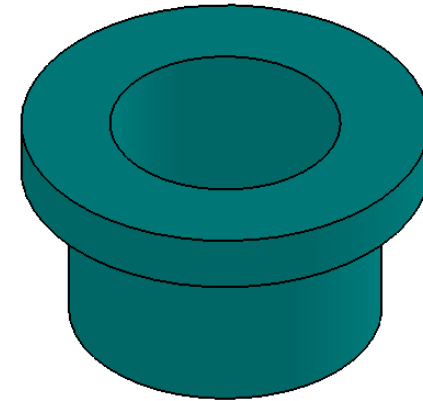
BOCIN GUÍA
ESCALA 1 : 1



BOCIN GUÍA



BOCIN DE EJE
ESCALA 1 : 1

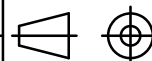


BOCIN DE EJE

FIMCP-ESPOL

PROYECTO:

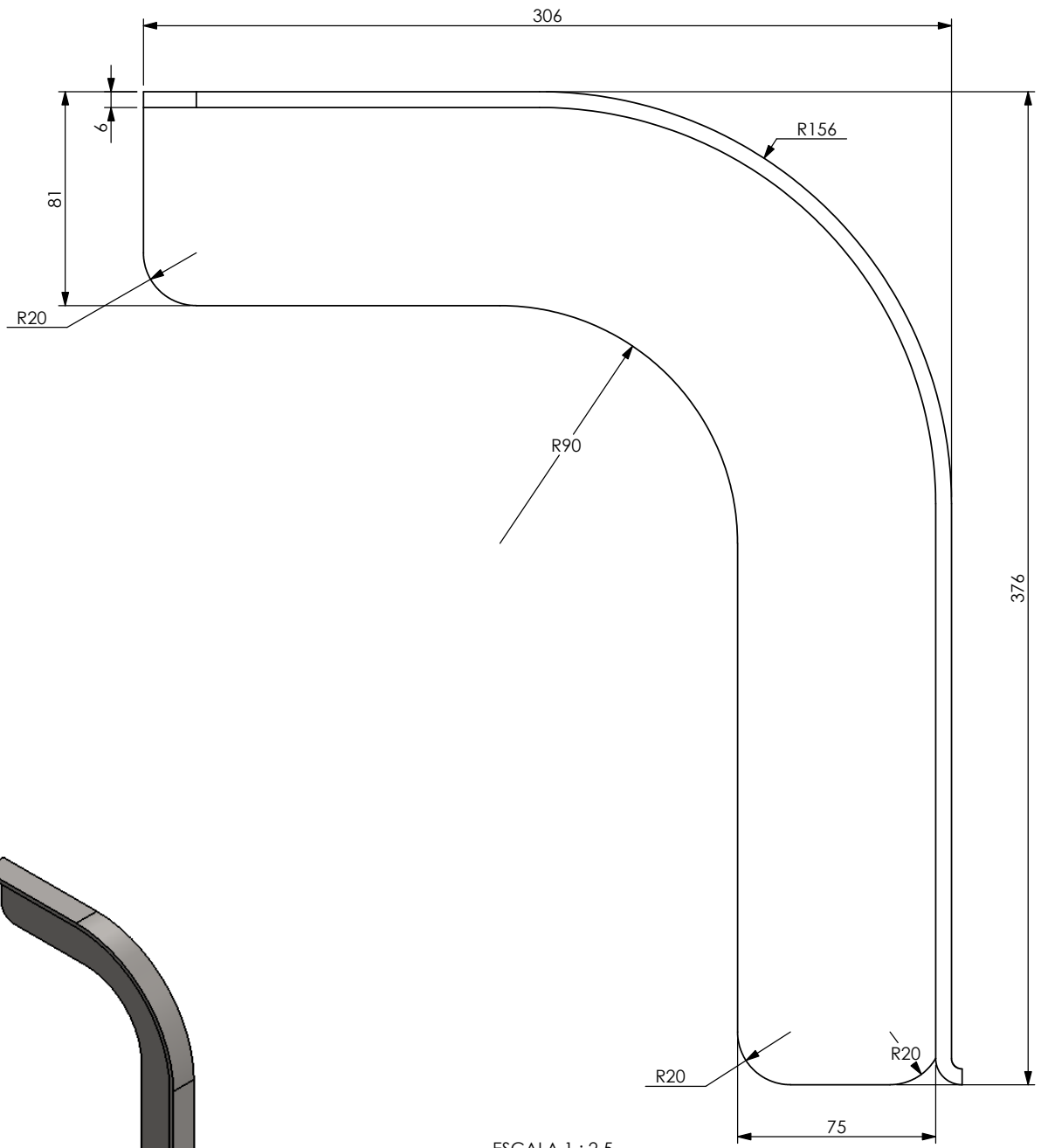
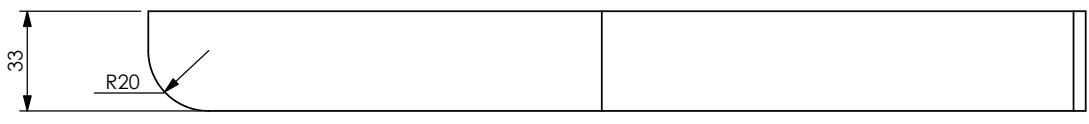
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



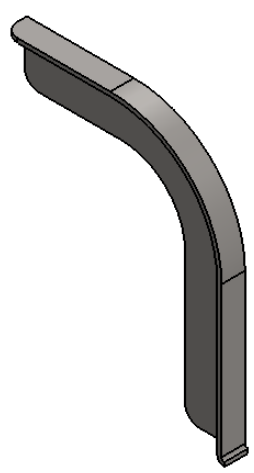
CONTIENE:

BOCINES

	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SV-004	
ESCALA:	INDICADA	
MATERIAL:	NYLON 6A	
PESO (KG):	1 kg	



ESCALA 1 : 2.5

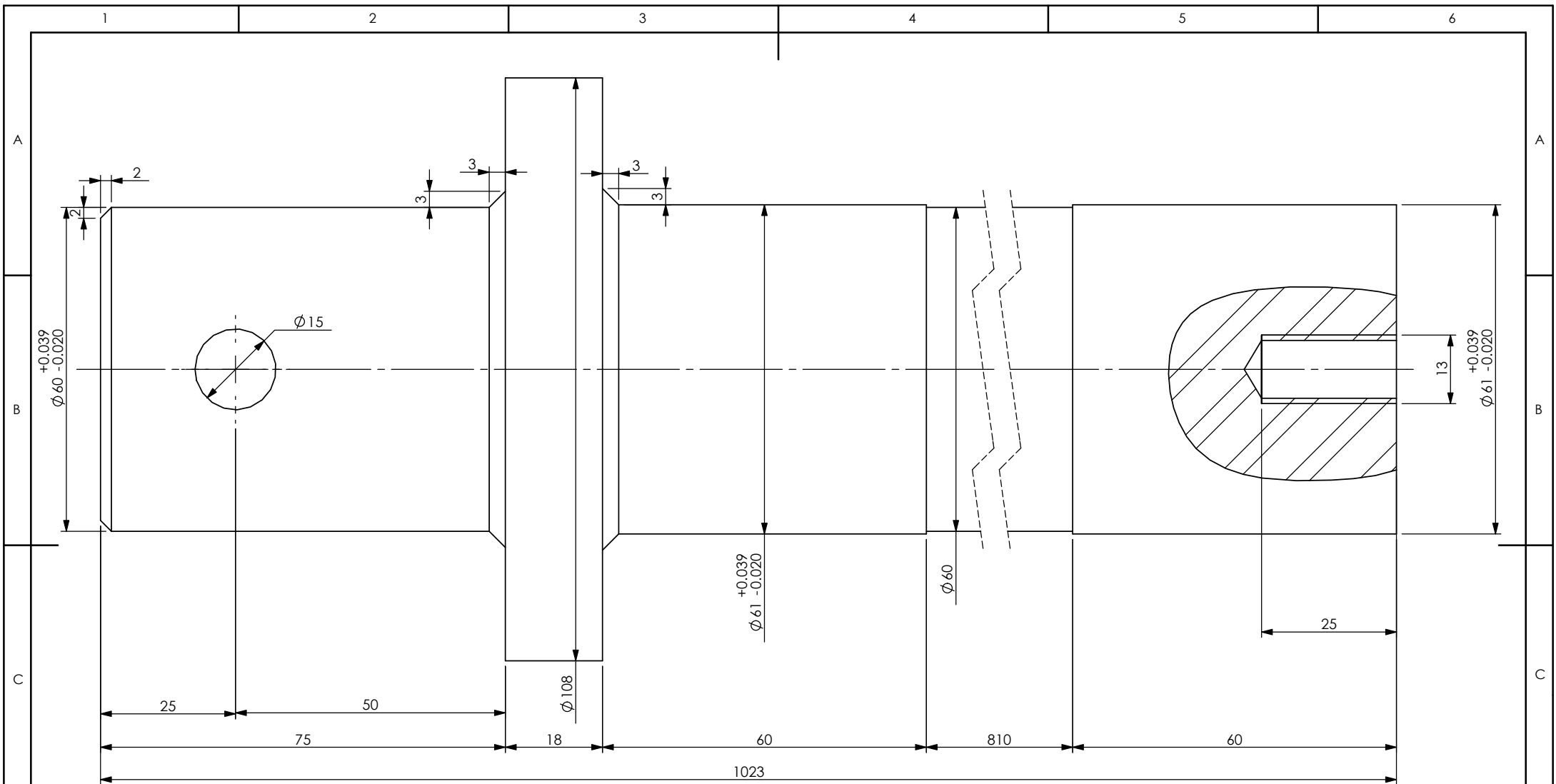


PERSPECTIVA

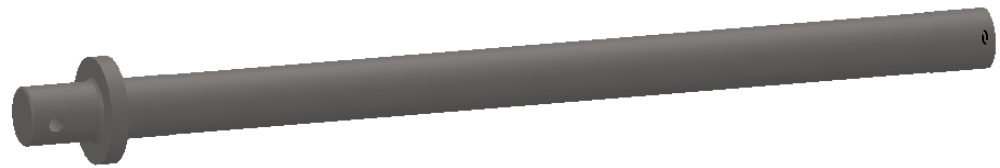
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		NOMBRE	FECHA
		DIB.:	V. CHICAIZA NOV/2014
PROYECTO: ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA		REV.:	ING. CAMACHO NOV/2014
		APR.:	ING. CAMACHO NOV/2014
 CONTIENE: GUIA DE PIVOTE		No. PLANO	VCP-EV-SV-005
		ESCALA:	1:2.5
		MATERIAL:	ASTM A240/A480
		PESO (KG):	2 kg

A
B
C
D
E
F

1 2 3 4



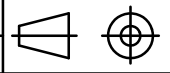
ESCALA 1 : 1



PERSPECTIVA
ESCALA 1 : 7.5

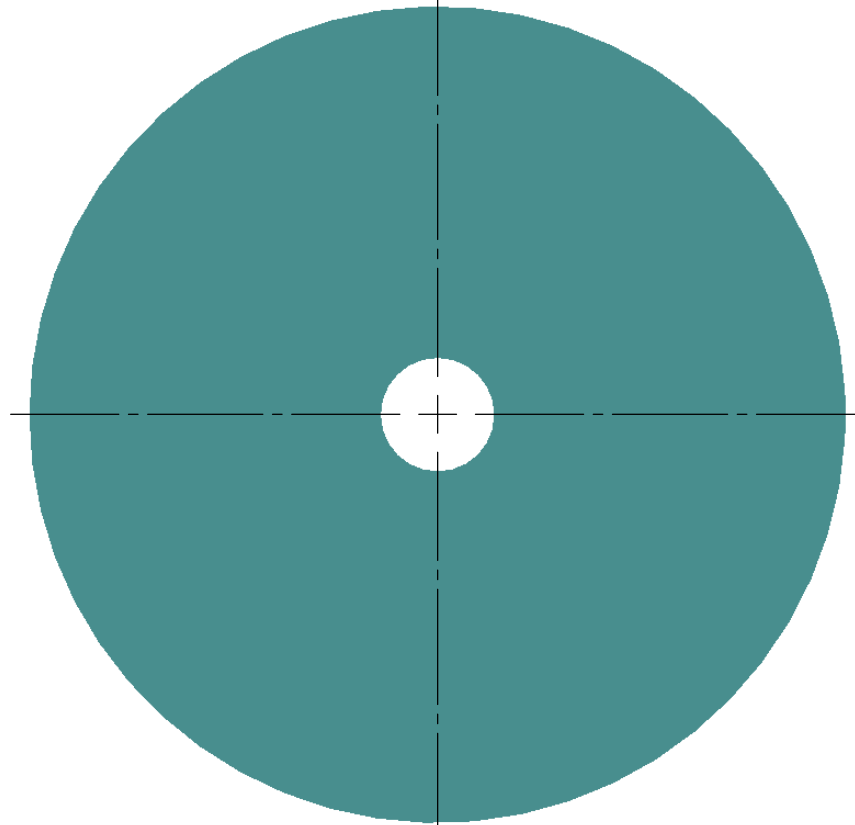
FIMCP-ESPOL

PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNNA

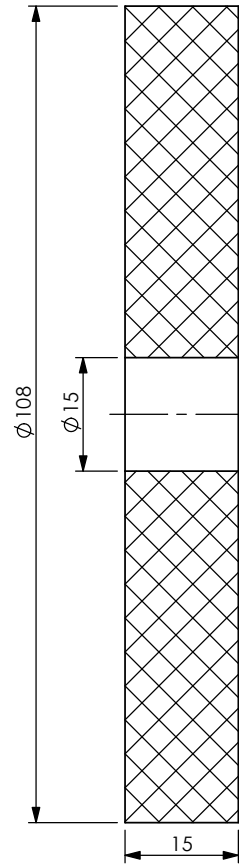


CONTIENE:
EJE

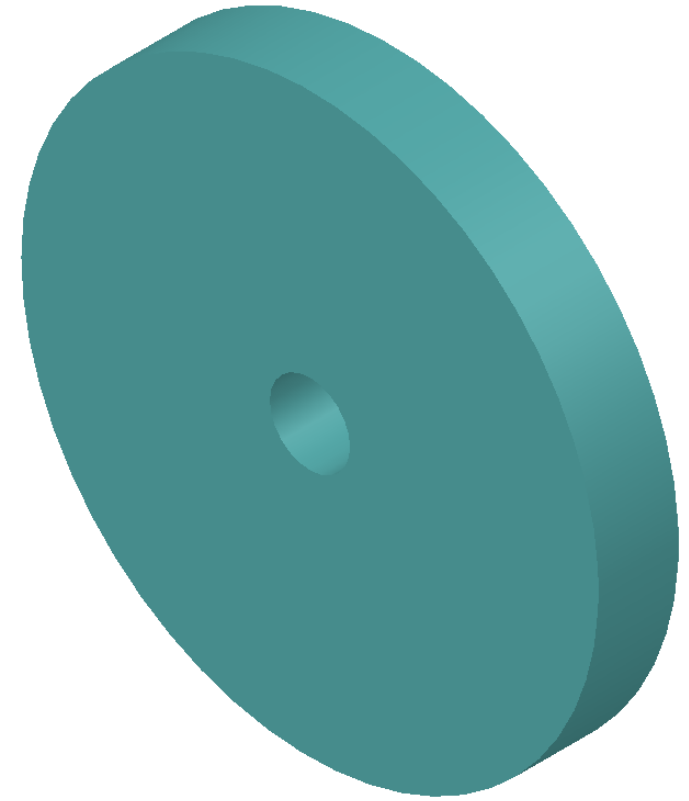
	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SV-006	
ESCALA:	1:1	
MATERIAL:	AISI 304	
PESO (KG):	24 kg	



ESCALA 1 : 1



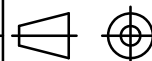
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



PERSPECTIVA

FIMCP-ESPOL

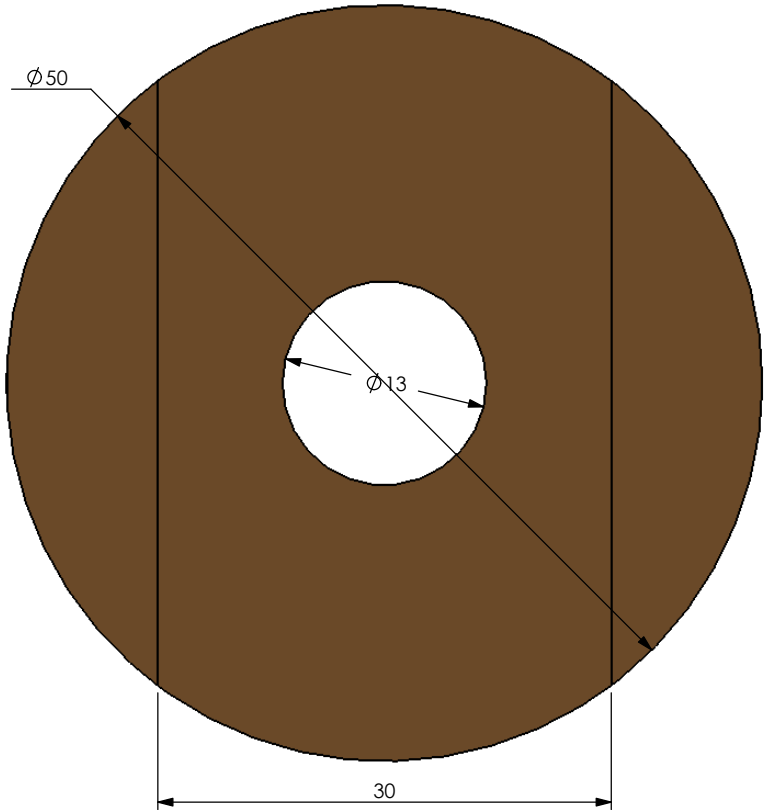
PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNA



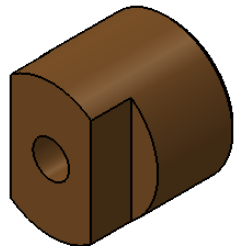
CONTIENE:

TAPA DE CIERRE

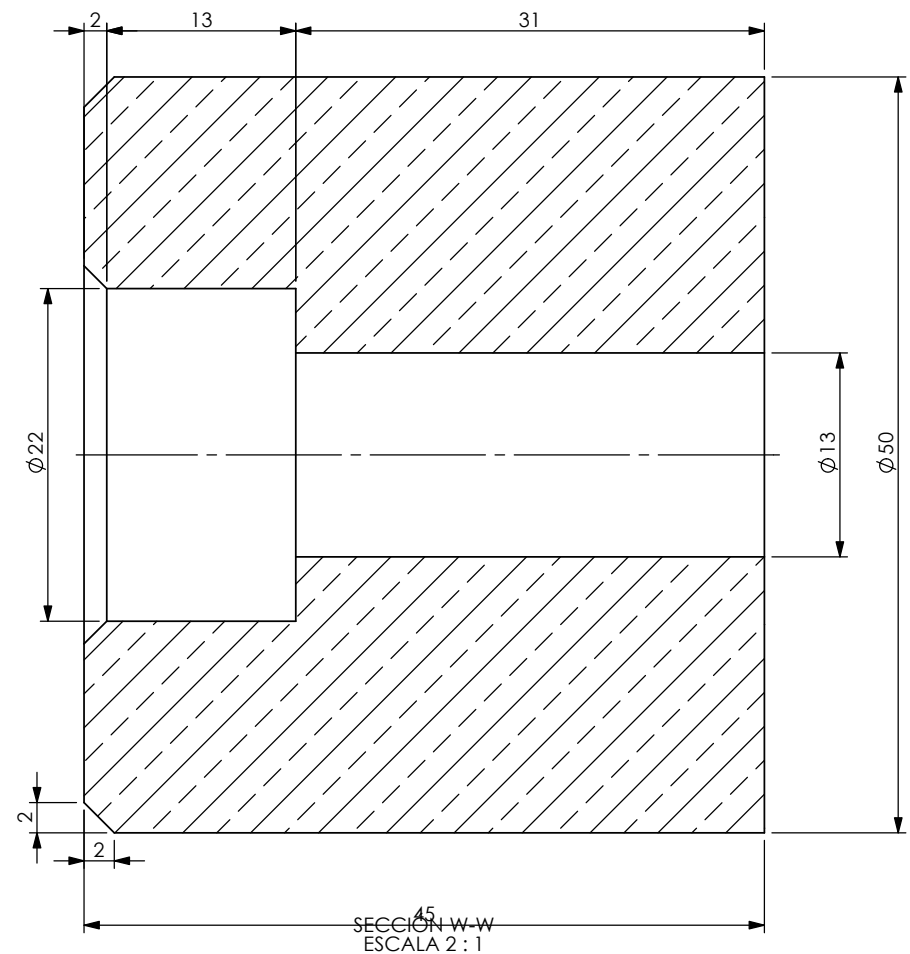
	NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014
No. PLANO	VCP-EV-SV-007	
ESCALA:	1:1	
MATERIAL:	NYLON 6A	
PESO (KG):		



ESCALA 2 : 1



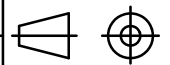
PERSPECTIVA



SECCION W-W
ESCALA 2 : 1

FIMCP-ESPOL

PROYECTO:
ELEVADOR-VOLTEADOR TIPO COLUMNNA



CONTIENE:
BOCIN DE PIVOTE

		NOMBRE	FECHA
DIB.:	V. CHICAIZA	NOV/2014	
REV.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
APR.:	ING. CAMACHO	NOV/2014	
No. PLANO	VCP-EV-SV-008		
ESCALA:	2:1		
MATERIAL:	BRONCE		
PESO (KG):			

BIBLIOGRAFÍA

- [01] Siegfried G. Müller & Mario A. Ardoíno: Procesamiento de Carnes y Embutidos, unpublished.
- [02] Principios Generales De Higiene De Los Alimentos, Código De Práctica Ecuatoriano, CPE INEN-CÓDEX 1:2013, 2013.
- [03] Higiene Para La Carne, Código De Práctica Ecuatoriano, CPE INEN-CÓDEX 58:2013, 2013.
- [04] Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos – Requisitos para Cualquier Organización en la Cadena Alimenticia, ISO-22000:2005, 2005.
- [05] E. F. Megyesy, Pressure Vessel Handbook, PRESSURE VESSEL PUBLISHING, INC., 11th Ed, 2006.
- [06] R. L. Norton, Diseño de Maquinas, Prentice Hall, 4ta Ed., 2011.
- [07] R. G. Budynas y J. K. Nisbett, Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, McGraw-Hill, 8va Ed., 2008.
- [08] Structural Welding Code-Stainless Steel, AWS D1.6:1999, 1999.
- [09] Steel Construction Manual, AISC, 13th Ed., 2005.
- [10] Materiales de Ingeniería, Ivan Bohman, Ecuador, 2010.
- [11] R. L. Mott, Diseño de Elementos de Máquinas, Pearson Hall, 4ta Ed.,

- 2006.
- [12] El Gran Catálogo 4000, Martin Sprocket & Gear, Inc., Arlington, Texas,
2013.
- [13] Código de Dibujo Técnico –Mecánico, INEN, Serie: Normalización,
Número: 009, 1989.
- [14] Motores Eléctricos, Catálogo General SD03, SIEMENS, Ecuador,
2005.