



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**Proyecto de Investigación Previo a la Obtención del Título
de Ingeniero Mecánico.**

TEMA:

**“ESTUDIO DE UN SISTEMA MECÁNICO APLICABLE AL
VACIADO DE TANQUES PLÁSTICOS DE 220 LITROS
PARA REDUCIR EL DESPERDICIO”**

Autor: Wilfrido Edwin Rodríguez Ruiz.

Tutor: Ing. Mauricio Carrillo

Ambato – Ecuador

2011.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.

En mi calidad de catedrático y tutor del presente proyecto de grado previo la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, titulado “ESTUDIO DE UN SISTEMA MECÁNICO APLICABLE AL VACIADO DE TANQUES PLÁSTICOS DE 220 LITROS PARA REDUCIR EL DESPERDICIO”, elaborado por el Sr. Wilfrido Edwin Rodríguez Ruiz, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, certifico que:

- La presente tesis es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Está concluida y puede continuar con el proceso de graduación.

Atentamente,

Ing. Mauricio Carrillo.
TUTOR

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Ambato, Mayo del 2011.

Wilfrido Edwin Rodríguez Ruiz
C.I. 180354213-1
AUTOR

DEDICATORIA

Papi y Mami, les dedico mi esfuerzo y conocimiento,
porque,
gracias a ustedes soy lo que hoy soy.

Edwin.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme cada día.

A Mi Papi, por su esfuerzo, paciencia y amor, que me brinda para que sea mejor cada día de mi vida.

A Mi Mami, su amor, su esfuerzo, me llenan cada instante y me ayudaron a culminar con éxito esta etapa de mi vida y sé, que me seguirá apoyando.

A Mi Ñañis, que siempre con su amistad y cariño, me apoya y me ayuda a ser esa persona que soy.

A Mi Esposa, que siempre está ahí, en momentos difíciles y buenos, con su amor y comprensión, me ayuda a salir adelante con nuestro hogar.

A Mis Hijos, que son y serán mi inspiración.

A toda mi familia, por el apoyo y amistad.

Y a mis amigos, profesores y compañeros.....

Gracias.....por todo.....

Edwin R.

ÍNDICE

PÁGINAS PRELIMINARES

Título o Portada.....	I
Certificación del Tutor.....	II
Autoría.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V

TEXTO

1. CAPÍTULO I	- 1 -
1. El problema de investigación.....	- 1 -
1.1. Tema	- 1 -
1.2. Planteamiento del problema.....	- 1 -
1.2.1. Contextualización	- 1 -
1.2.2. Análisis Crítico.....	- 2 -
1.2.3. Prognosis	- 3 -
1.2.4. Formulación del Problema.....	- 3 -
1.2.5. Preguntas Directrices.....	-3-
1.2.6. Delimitación del Problema.....	-4-
1.3. Justificación.....	- 4 -

1.4. Objetivos	- 6 -
1.4.1. Objetivo General	- 6 -
1.4.2. Objetivos Específicos	- 6 -
2. CAPÍTULO II	- 7 -
2. Marco teórico.....	- 7 -
2.1. Antecedentes investigativos	- 7 -
2.1.1. Bidones o Tanques	- 7 -
2.1.2. Sistemas de elevación y volteo para bidones.....	-9-
2.1.4. Cadenas de Transmisión.....	- 15 -
2.1.5. Brazo Hidráulico	- 16 -
2.3. Fundamentación teórica	- 19 -
2.3.1. Teoría de Fallas	- 19 -
2.3.1.1. Factor de Diseño Estático	- 25 -
2.3.1.2. Factor de Diseño Dinámico	- 26 -
2.3.2. Ergonomía.....	-28-
2.4. Categorías fundamentales	-29 -
2.4.1 Superordinación	- 29-
2.5 Hipótesis.....	- 30-
2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis	- 30-

3. CAPÍTULO III	-31 -
3. Metodología.....	- 31-
3.1. Modalidad de investigación	- 31-
3.2. Niveles de investigación.....	- 31-
3.2.1. Exploratorio	- 31-
3.2.2. Descriptiva.....	- 32-
3.3. Población o universo de estudio.....	- 32-
3.4. Operación de variables.....	- 34-
3.5. Recolección de información	- 36-
3.5.1. Encuesta	- 36-
3.6. Procesamiento y análisis de la información.....	- 37-
4. CAPÍTULO IV	- 38-
4. Análisis e interpretación de resultados.....	- 38-
4.1. Análisis de los resultados.....	- 38-
4.2. Interpretación de datos.....	-39 -
4.3. Verificación de la hipótesis.....	- 50-
4.3.1. Hipótesis.....	- 50-
5. CAPÍTULO V.....	-53 -
5.1. Conclusiones y recomendaciones.....	-53-

5.1.1 Conclusiones.....	- 53-
5.1.2 Recomendaciones.....	- 53-
 CAPÍTULO VI.....	 -54-
6. Propuesta.....	- 54-
6.1. Datos informativos.....	-54-
6.2. Antecedentes de la propuesta.....	-54-
6.2.1. Parámetros de Diseño.....	-56-
6.3. Justificación.....	- 56-
6.4. Objetivos	- 57-
6.5. Análisis de factibilidad	-58-
6.5.1. Análisis de Costos.....	-58-
6.5.1.1. Costos Directos (C.D.).....	-59-
6.5.1.2. Costos Indirectos (C.I.).....	-60-
6.5.1.3. Costos Varios (CV).....	-62-
6.5.1.4. Costo Total (CT).....	-62-
6.5.1.5. Ahorro.....	-63-
6.5.1.6. Vida Útil.....	-64-
6.5.1.7. VAN (Valor Actual Neto).....	-65-
6.5.1.8. TIR (Tasa Interna de Retorno).....	-66-
6.6. Fundamentación.....	-66-
6.6.1. Cálculos.....	-66-
6.6.1.1. Peso del Tanque	-66-
6.6.1.2. Diseño de las Horquillas.....	-70-

6.6.1.3. Diseño de Ejes de Volteo	-73-
6.6.1.4. Diseño de Mástil Guía	-80-
6.6.1.5. Diseño de Chasis	-82-
6.6.1.6. Diseño del Eje para Catalina	-85-
6.6.1.7. Reductor de Revoluciones	-90-
6.6.1.8. Selección de Catarina y Cadena de Tracción	-90-
6.6.1.9. Eslinga de carga (faja).....	-91-
6.6.1.10. Análisis Ergonómico.....	-91-
6.7 Metodología.....	-92-
6.7.1. Dimensionamiento y Construcción	-92-
6.7.2. Construcción de los Componentes.....	-92-
6.8. Administración.....	-108-
6.9. Previsión de la Evaluación.....	-108-
6.9.1. Recomendaciones de Montaje.....	-108-
BIBLIOGRAFÍA.....	-110-
ANEXOS.....	-111-
PLANOS.....	-131-

CUADROS Y TABLAS

Variable Dependiente.....	34
Variable Independiente.....	35
Tabla 4.1. Tiempos Aproximados de Vaciado y Volteo.....	48
Tabla 4.2. . Desperdicio con vaciado manual.....	49
Tabla 4.3. Desperdicio con vaciado mecánico.....	49
Tabla 6.1. Costos y descripción de los materiales utilizados.....	59
Tabla 6.2. Materiales de ensamble y acabados.....	60
Tabla 6.3. Costos de Maquinaria Empleada.....	61
Tabla 6.4. Costos Varios.....	62

GRÁFICAS

Fig.2a: Bidón de plástico.....	7
Fig. 2b: Bidón de plástico de tapa móvil.....	7
Fig. 2.1: Estructuras para levantamiento y vaciado manual.....	9
Fig. 2.2 : Estructuras de cuna metálicas.....	10
Fig. 2.3: Estructura metálica con sujeta bidones.....	10

Fig. 2.4: Estructuras elevadoras.....	11
Fig. 2.5: Carretilla manual de transporte, elevación y vaciado.....	12
Fig. 2.6: Sistemas de elevación de bidones mediante eslingas.....	12
Fig. 2.7: Sistemas múltiples de elevación.....	13
Fig. 2.8: Manipulación de bidones con carretilla elevadora.....	14
Fig. 2.9 : Pinzas para volteo frontal de bidones.....	15
Fig.2.14. Cadena de Transmisión.....	15
Fig. 2.15. Antigua prensa hidráulica.....	16
Figura 2.16. Cilindro de presión dinámica.....	17
Figura 2.17. Cilindro de simple efecto.....	18
Figura 2.18. Cilindro de doble efecto.....	18
Figura 2.19. Cilindro telescópico.....	19
Fig. 2.20. Bloque con esfuerzos unitarios.....	22
Figura 2. 21. Elementos ordinarios para el eje a flexión.....	24
Figura 2.22. Distribución de esfuerzos en la sección crítica p-p del eje....	25

Figura 2.23. Elemento ordinario sometido a tensión.....	25
Figura 2.24. Esfuerzo repetitivo.....	26
Figura 2. 25. Gráfico de la línea de Goodman modificada.....	27
Pregunta 1.....	39
Pregunta 2.....	40
Pregunta 3.....	40
Pregunta 4.....	41
Pregunta 5.....	42
Pregunta 6.....	43
Pregunta 7.....	44
Pregunta 8.....	45
Pregunta 9.....	46
Pregunta 10.....	47
Grafico 4.1. Vaciado Manual vs Vaciado Mecánico.....	50
Fig. 6.0. Diagrama del VAN a 10 Años.....	65
Fig. 6.1. Tanque plástico de 220 litros.....	66
Fig. 6.2. Horquillas Móviles.....	70
Fig. 6.3. Diagrama de cuerpo libre.....	70
Fig. 6.4. Diagrama de Fuerzas y Momentos.....	71

Fig. 6.5. Eje volteador.....	74
Fig. 6.6. Diagrama de cuerpo libre del eje.....	74
Fig. 6.7. Diagrama de Fuerza y Momentos del eje.....	75
Fig. 6.8. Esfuerzo Fluctuantes, Máximos y Mínimos.....	75
Fig.6.9. Diagrama de Goodman Modificada.....	78
Fig.6.10. Horquillas elevadas.....	80
Fig. 6.11. Diagrama de cuerpo libre.....	80
Fig. 6.12. Diagramas de Fuerzas y Momentos.....	81
Fig. 6.13. Diagrama de Cuerpo Libre del Chasis.....	83
Fig.6.14. Diagramas de Fuerzas y Momentos.....	84
Fig.6.15. Eje de Catalina.....	85
Fig.6.16.Diagrama de Fatiga a Esfuerzo Torsional.....	87
Fig.6.17.Diagrama Esfuerzo Repetitivo Torsional.....	87
Fig. 6.18. Nivelación para Soldadura del Chasis.....	92
Fig. 6.19. Soldadura en Chasis.....	93
Fig.6.20. Chasis.....	93

Fig. 6.21. Colocación del Mástil.....	94
Fig. 6.22. Cuadrante de las Horquillas Móviles.....	94
Fig. 6.23. Soldadura en el Cuadrante.....	95
Fig. 6.24. Posicionamiento de las Horquillas en el Cuadrante.....	95
Fig. 6.25. Soldadura del Cuadrante y Horquillas.....	95
Fig. 6.26. Armado de Guía en las Horquillas Móviles.....	96
Fig. 6.27. Horquillas Móviles Terminada.....	96
Fig. 6.28. Gato Hidráulico de 3 Toneladas.....	97
Fig. 6.29. Colocación del Gato en el Chasis.....	97
Fig. 6.30. Virola de Volteo.....	98
Fig. 6.31. Colocación del eje.....	98
Fig. 6.32. Soldadura del eje con la virola.....	99
Fig.6.33. Virola con sus dos ejes de volteo.....	99
Fig. 6. 34. Ensamblaje.....	100
Fig.6.35. Mástil y Horquillas posecionadas.....	100
Fig. 6.36. Ensamble Virola-Horquillas.....	101

Fig. 6.37. Acople para Catarina y Gato Hidraulico.....	101
Fig.6.38. Cadena Posecionada.....	102
Fig. 6.39. Armado de Ruedas.....	102
Fig. 6.40. Reductor de Revoluciones.....	103
Fig. 6.41. Faja de Nylon incluida seguro y tensor.....	103
Fig.6.42. Bidón a nivel de piso.....	104
Fig. 6.43. Bidón en altura máxima.....	104
Fig. 6.44. Tanque en posición horizontal.....	105
Fig. 6.45. Bidón a 135° de inclinación.....	105
Fig. 6.46. Tanque regresando a posición vertical.....	106
Fig. 6.47. Tanque en posición inicial ya vaciado.....	106

LISTADA DE SIMBOLOGÍA UTILIZADA

S_y	:	Resistencia a la fluencia del material
S_{ut}	:	Resistencia última del material
F_{PT}	:	Fuerza total del cilindro hidráulico
F_p	:	Fuerza del cilindro hidráulico en puntos P
F_{Px}	:	Fuerza del cilindro hidráulico en puntos P en dirección x
F_{Py}	:	Fuerza del cilindro hidráulico en puntos P en dirección y
F_{BT}	:	Fuerza total del banco de baterías en el eje
F_B	:	Fuerza del banco de baterías en los puntos de apoyo
$\sum F_x$:	Sumatoria de fuerzas en dirección x
$\sum F_y$:	Sumatoria de fuerzas en dirección y
$\sum M_{Ax}$:	Sumatoria de momentos en A alrededor de x
$\sum M_{Ay}$:	Sumatoria de momentos en A alrededor de y
R_{Ax}	:	Reacción en el punto A en dirección x
R_{Ay}	:	Reacción en el punto A en dirección y
M_x	:	Momento en dirección x
M_y	:	Momento en dirección y
$M_{máx}$:	Momento máximo
σ_T	:	Esfuerzo total
D	:	Diámetro mayor en eje
n_S	:	Factor de seguridad estático
$\tau_{Máx}$:	Esfuerzo cortante máximo
P_n	:	Fuerza de corte puro
A_c	:	Área de la sección circular de eje
d	:	Diámetro menor en eje

S_{sy}	:	Resistencia a corte
σ_a	:	Esfuerzo de aplastamiento
P_a	:	Fuerza de aplastamiento
A_a	:	Área de aplastamiento
t	:	Espesor de placa
$\sigma_{Máx}$:	Esfuerzo máximo
F	:	Fuerza de tensión
A	:	Área de sección transversal a tensión
w	:	Ancho de placa
P_x	:	Reacción en el punto A del eje inferior
P_y	:	Reacción en el punto A del eje inferior
B_x	:	Reacción en dirección x de los brazos de elevación
B_y	:	Reacción en dirección y de los brazos de elevación
C	:	Constante para los extremos simplemente apoyados
n	:	Factor de seguridad estático para la placa principal
P_k	:	Carga crítica de la placa principal
E	:	Módulo de elasticidad
I	:	Momento de inercia de la placa
L	:	Longitud de pandeo de la placa
I_p	:	Momento de Inercia de la sección de la placa
S_e	:	Límite de resistencia a la fatiga del elemento
S_e'	:	Límite de resistencia a la fatiga de la probeta
k_a	:	Factor de superficie
k_b	:	Factor de tamaño
k_c	:	Factor de confiabilidad
k_d	:	Factor de temperatura

- k_e : Factor de modificación por concentración de esfuerzo
- k_e : Factor de efectos diversos
- nd : Factor de seguridad dinámico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

“Estudio de un sistema mecánico aplicable al vaciado de tanques plásticos de 220 litros para reducir el desperdicio”

Autor: Wilfrido Edwin Rodríguez Ruiz.

RESUMEN

La manipulación de tanques o bidones en la industria química de nuestra ciudad, se torna un tanto dificultosa, por ser ejecutada en forma manual y artesanal, teniendo como consecuencias el cansancio físico de las personas, desperdicio de la materia prima, inversión de tiempo en este proceso, etc.

La propuesta que se detalla en este trabajo de investigación, es un sistema mecánico que ayudará en forma categórica al vaciado de tanques de 220 litros, mejorando su maniobrabilidad y reduciendo el desperdicio en un 78%.

Dicho mecanismo también ayuda a optimizar el tiempo de volteo y vaciado de tanques de 220 litros, que en forma manual tarda aproximadamente 7 minutos mientras que utilizando el sistema solo tarda 4 minutos, los mismos que representan una reducción del 57%.

Se reduce también el número de operarios para el vaciado de dichos tanques, optimizando así, el desempeño del personal encargado para este fin.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA

“ESTUDIO DE UN SISTEMA MECÁNICO APLICABLE AL VACIADO DE TANQUES PLÁSTICOS DE 220 LITROS PARA REDUCIR EL DESPERDICIO”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

La implementación de sistemas de transporte mecánico en la industria dedicada a la manipulación de sustancias químicas, han ayudado en el mejoramiento de la producción y por consiguiente en la economía de las mismas.

Todo fabricante a nivel mundial, busca cada día el mejoramiento de su producto, con estrategias de producción basadas en la facilidad del manejo de maquinaria, la optimización de recursos tanto humano como material; para que su empresa y su producto sean cada vez más competitivos.

La mayoría de empresas en su afán de lograr el liderazgo del mercado correspondiente a su producto han optado por la modernización de maquinarias y procesos, para que estos, se conviertan en una ventaja ante las demás empresas que carecen de estos sistemas.

En la actualidad, estas estrategias de producción, son una muy buena herramienta que poseen las fábricas para garantizar la calidad de su producto tanto en su proceso como en su comercialización y así lograr la satisfacción de sus clientes, la excelente demanda y aceptación de su producto.

Sin embargo, en nuestro país, no todas las empresas poseen estas ventajas, dando como resultados la demora en procesos, desperdicio de materia prima, exceso en el esfuerzo físico de los empleados u operarios y todo esto conlleva a un déficit en la producción y modernización de la misma.

La carencia de economía y de tecnología, aporta a que algunas empresas de la provincia de Tungurahua en especial de la ciudad de Ambato, desconozcan de estas alternativas que sin duda ayudarán a solucionar muchos problemas de producción en la industria ecuatoriana; la mayoría de empresas existentes se dedican a la producción artesanal o manual, dejando a un lado la tecnificación y modernización de la manufactura que sus productos necesitan.

La industria química está aportando al progreso de la ciudad, de la provincia y sin duda del país, pero principalmente en el bienestar socioeconómico del personal y sus familias que en ella laboran, es así que nace la necesidad y obligación de salvaguardar la integridad tanto ocupacional y física de estas personas implementando sistemas facilitadores para dicho trabajo y actividades.

1.2.2. Análisis Crítico

La mayor parte del sector químico, utiliza bidones, llenos de materia prima, sustancias químicas, etc., y estos son transportados en forma manual, generando una producción lenta, escasa y causando posibles lesiones físicas en los encargados del transporte de estos bidones.

Por efecto de la manipulación de estos objetos, aparecen desperdicios de materia o de las sustancias que se encuentran en el interior de dichos recipientes, causando un deficiente aprovechamiento de los mismos.

1.2.3. Prognosis

El recurso humano es importante en cualquier empresa por tal motivo se debería brindar un trabajo sin riesgo, ni peligro para su integridad física; debido a que en la actualidad la manipulación manual de tanques y bidones son muy frecuentes en el sector químico, es por eso que la no utilización de sistemas de transporte y manipulación provoca malas posiciones de obreros al realizar esta operación que contienen maniobras incorrectas que causa desgaste físico de las personas encargadas en dicha sección.

Además puede implicar un retraso de este proceso causando demora en la producción en general, pues para este sector resultaría un obstáculo hacia la excelencia de su producto y competitividad del mismo.

1.2.4. Formulación del Problema

¿Se reducirá el desperdicio al vaciar tanques plásticos de 220 lts. en forma mecánica?

1.2.5 Preguntas Directrices

- ¿Qué clases de mecanismos para volteo de bidones de 220 lts. existen?
- ¿Se reducirá el desperdicio con la implementación de un sistema de volteo de bidones de 220 lts.?
- ¿Se mejorará la precisión al verter los bidones de 220 lts.?

- ¿La propuesta será aplicable al vaciado de bidones de 220 lts.?

1.2.6 Delimitación del Problema

1.2.6.1 Delimitación del Contenido

Tema: “Estudio de un sistema mecánico aplicable al vaciado de tanques plásticos de 220 lts para reducir el desperdicio”

Aspecto:

Transporte Manual.

Área:

Diseño Mecánico, Control Industrial y Ergonomía

Campo:

Ingeniería Mecánica

1.2.5.2 Delimitación Espacial

Empresas que manejen químicos líquidos en la ciudad de Ambato.

1.2.5.3 Delimitación de Tiempo

Agosto del 2010 – Mayo del 2011.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se da por la necesidad de implementar sistemas que ayuden a producir con más eficiencia y lógicamente brindar una sólida seguridad a los empleados de estas empresas.

El modernismo y la automatización en el sector químico de la ciudad de Ambato, especialmente en el traslado de sustancias químicas utilizadas en los productos que genera dicho sector, garantizará un proceso rápido y seguro, por que se reducirá el desperdicio en la ejecución del proceso de manejo de bidones o tanques, también se evitará el esfuerzo físico de los operarios al transportar manualmente estos recipientes.

La manipulación de estos tanques, se tornara más sencillo, puesto que se reducirá posibles golpes en dichos recipientes, garantizando el cuidado que se debería tener al transportar estos productos.

Reducir desgastes físicos, causados por el levantamiento de objetos pesados en forma manual, por la dificultad que esto representa, y por efectuarlos en una posición incorrecta o no adecuada que por desconocimiento del operario originan problemas físicos, es decir, aseguramos la comodidad física de obreros encargados de este proceso.

Evitar el desperdicio, que se puede generar al manipular estos tanques manualmente, y así, generar economía para la empresa y optimizar recursos.

Todo trabajador, da su máximo potencial, si cuenta con las herramientas necesarias para su desempeño laboral, este proyecto, de seguro evitará, el cansancio físico de las personas de esta sección, convirtiéndose dicho sistema en una herramienta útil y precisa para aprovechar el correcto desempeño de los operarios y así elevar la eficiencia de esta parte de la producción.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Estudiar un sistema mecánico aplicable al vaciado de tanques plásticos de 220 lts.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Estudiar mecanismos de volteo y vaciado tanques de plásticos de 220 litros.
- Reducir el desperdicio al vaciar tanques plásticos de 220 litros.
- Proporcionar una alternativa de solución.
- Reducir el tiempo de volteo y vaciado de tanques de 220 litros.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1. Bidones o Tanques

Bidones

Son recipientes normalmente cilíndricos, de fondos planos, así como los recipientes de otras formas similares (tronco-cónicos, etc.).

Ejemplos:

- Bidón de plástico de tapa fija de 220 l. (Fig. 1)
- Bidón de plástico de tapa móvil de 30 a 150 l. (Fig. 2)



Fig.2a: Bidón de plástico Fig. 2b: Bidón de plástico de tapa móvil

(Fuente: www.novadinamica.com)

Los bidones son recipientes metálicos o de plástico, normalmente cilíndricos, utilizados para el envasado y transporte de líquidos o semisólidos.

El bidón de 220 litros, por ser de gran uso en toda la industria en general, que además una vez utilizado y limpiado por dentro y fuera, apropiadamente, puede reaprovecharse convirtiéndose en un contenedor para usos diversos.

Riesgos

Los principales riesgos y problemas derivados de la manipulación de bidones son los generales de la manipulación manual, que en el caso particular de los bidones son:

- Sobreesfuerzos por levantamiento inadecuado transporte de carga excesiva.
- Golpes y atrapamientos en manos y pies al desplazar bidones y depositarlos en los lugares de ubicación.
- Cortes en manos con los bordes de la parte superior del bidón una vez cortada la tapa superior.

Problemas típicos

Son difíciles de manipular manualmente por su forma y tamaño. Fácilmente pueden rodar en una pendiente cuesta abajo, cosa no siempre deseable. Son dañados por golpes y ofrecen limitada estabilidad y resistencia mecánica.

Estos mismos riesgos se mantienen en parte cuando se utilizan elementos auxiliares accionados manualmente pues en algún momento interviene el hombre; sin embargo quedan bastante minimizados si se automatizan los movimientos, utilizando principalmente carretillas

elevadoras con los implementos o accesorios necesarios o utilizando pallets para efectuar los traslados.

2.1.2. Sistemas de elevación y volteo para bidones¹

Sirven para transportar verticalmente el bidón después de vaciarlo por basculamiento. (Normalmente se utilizan para bidones abiertos por uno de sus lados, que contienen productos en estado seco).

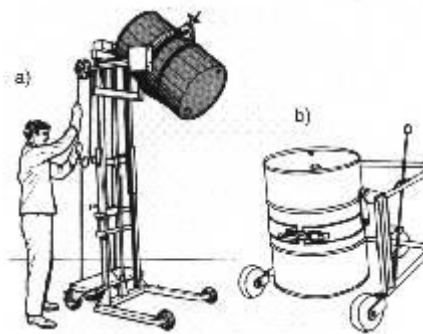


Fig. 2.1: Estructuras para levantamiento y vaciado manual

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.)

Estructuras de cuna metálicas

Permiten mantener en posición horizontal el bidón para efectuar vaciados totales o parciales mediante un grifo.

Algunas llevan rodillos para facilitar el giro sobre sí mismo para girar el bidón hasta la posición de vaciado.

¹Instituto Nacional de Seguridad de Higiene en el Trabajo, España.

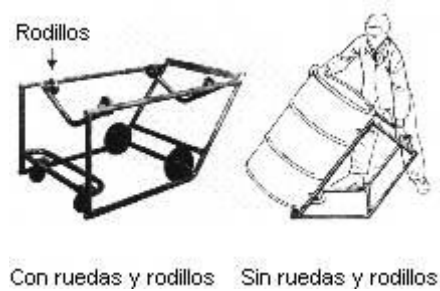


Fig. 2.2: Estructuras de cuna metálicas

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.)

Estructura metálica con sujeta bidones

Especie de carretilla con dos ruedas que permite desplazamientos cortos y parte de ella sirve como elemento auxiliar para levantar o desplazar bidones.



Fig. 2.3: Estructura metálica con sujeta bidones

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.)

Estructuras elevadoras

Permiten elevar los bidones y vaciarlos completamente por el tapón. El bidón se rueda sobre los brazos de carga, en posición baja, y luego es elevado mediante un sistema de tornillo maniobrado por una manivela.

Dos soportes situados a ambos lados de la estructura entran en las aberturas previstas a este efecto y aseguran el mantenimiento de la carga. El bidón resbala sobre cuatro rodillos y puede girarse para obtener la inclinación necesaria para vaciar la cantidad de líquido necesario.



Fig. 2.4: Estructuras elevadoras

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.)

Carretillas manuales de transporte, elevación y vaciado

Existen varios tipos de los que exponemos tres casos:

- a. Están equipadas con una abrazadera giratoria de cierre rápido para sujetar el bidón, con pasador de seguridad, tres ruedas, y un sistema hidráulico para subir sin esfuerzo. Además lleva una reductora autofrenante para volcar y vaciar el bidón o dejarlo en cualquier posición deseada.
- b. El bidón puede girar 360 grados y vaciar desde 120 cm de altura.
- c. Es análoga a la anterior, pero con cuatro ruedas y la diferencia de que sólo puede girar 100° y vaciar desde 1 m de altura.

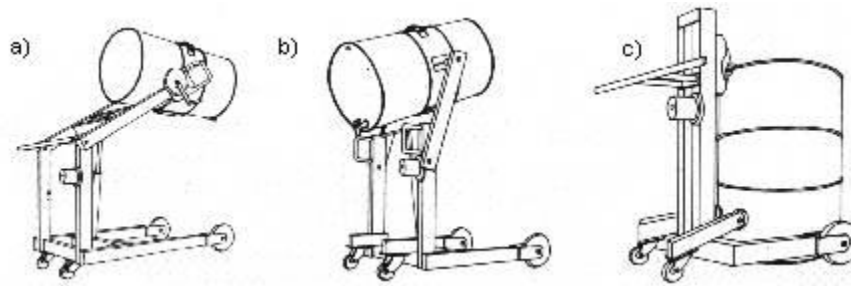


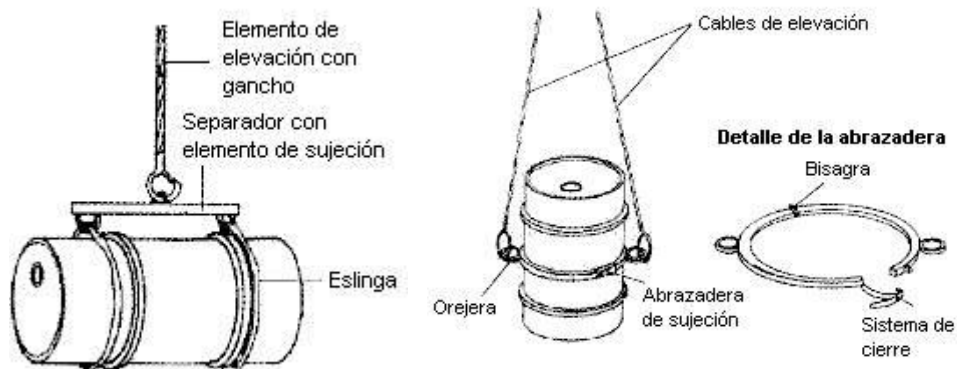
Fig. 2.5: Carretilla manual de transporte, elevación y vaciado

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.)

Elevación de bidones mediante cables o eslingas

Sistemas sencillos

Son equipos auxiliares para ser colgados de grúas o polipastos. Sirven para elevar verticalmente bidones metálicos en buques, camiones abiertos, cintas de rodillos, superficie de almacenaje, etc.



Sistema de elevación de bidones en posición horizontal

Sistema de elevación de bidones en posición vertical que permite el vaciado en posición horizontal

Fig. 2.6: Sistemas de elevación de bidones mediante eslingas

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.)

Sistemas múltiples

Se ilustran dos sistemas de elevación de bidones. El primero (a) está compuesto de un marco de acero colgado de una eslinga de cuatro ramales y provista de una serie de cadenas con garras de sujeción correspondientes a la cantidad de bidones a elevar simultáneamente, pudiendo llegar a 4, 6 y 8 bidones a la vez, siempre en posición vertical. El segundo caso (b) sirve para elevar bidones en posición horizontal.

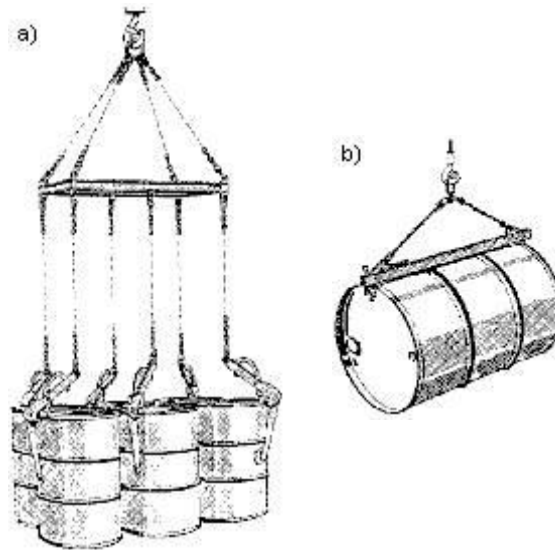


Fig. 2.7: Sistemas múltiples de elevación

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.)

Manipulación de bidones con carretilla elevadora

Para manipular bidones con carretilla elevadora se utilizan normalmente unos implementos adecuados que sirven para transportar uno, dos y hasta cuatro bidones a la vez.

El sistema mostrado en (a) y (f), de la figura 2.8, que se llama pinza mecánica integral, está compuesto por un bastidor de acero y una serie de cabezas de sujeción. El bastidor está formado por dos perfiles paralelos que sirven para la inserción de las horquillas, de forma que los dientes inferiores de las cabezas tocan con las llantas produciendo la salida y el agarre de los dientes superiores. Dicho agarre es causado por el propio peso de los bidones. Todas las operaciones se hacen sin que el operador de la carretilla tenga que bajar de su puesto.

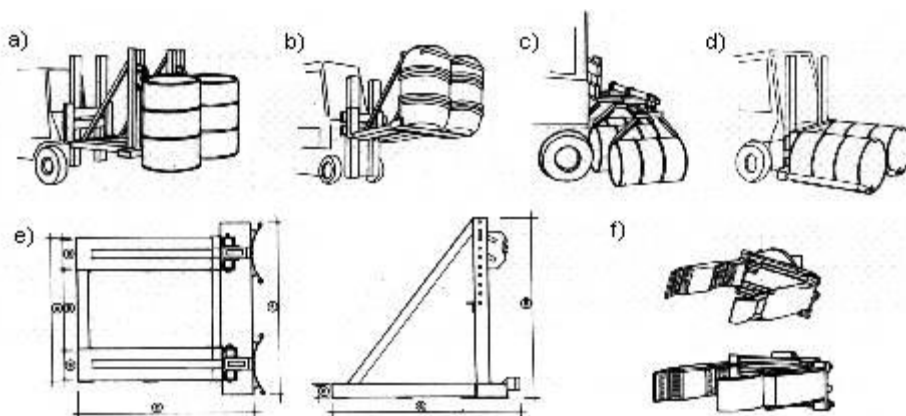


Fig. 2.8: Manipulación de bidones con carretilla elevadora

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.)

Otro ejemplo de implemento son las pinzas para volteo frontal de bidones para llevar a cabo el trabajo pesado, y a veces peligrosos, de vaciado de bidones que contengan diversos materiales líquidos o granulados. Las placas de contacto que permiten la basculación de los bidones hacia adelante a 120° están articulados sobre fundas de horquillas y fijados por

pasadores a la pinza. La alimentación de los cilindros de volteo incluye conectores rápidos para independizarse fácilmente del circuito de la pinza de la horquilla portadora.

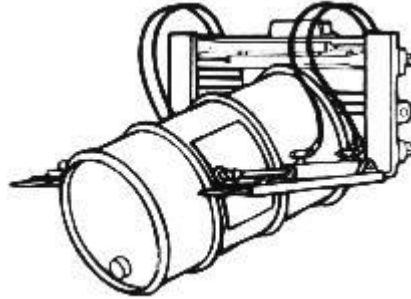


Fig. 2.9 : Pinzas para volteo frontal de bidones

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.)

2.1.4. Cadenas de Transmisión⁸.

Una cadena de transmisión sirve para transmitir del movimiento de arrastre de fuerza entre ruedas dentadas.



Fig.2.14. Cadena de Transmisión.

(Fuente: Autor)

⁸Manual de Ingeniería Mecánica, Marks, 1998.

Aplicaciones

- Transmitir el movimiento de los pedales a la rueda en las bicicletas o del cambio a la rueda trasera en las motos.
- En los motores de 4 tiempos, para transmitir movimiento de un mecanismo a otro. Por ejemplo del cigüeñal al árbol de levas, o del cigüeñal a la bomba de lubricación del motor.
- También hay sistemas hidráulicos o por correa.

2.1.5. Brazo Hidráulico

El **gato** (o "**gata**") es una máquina empleada para la elevación de cargas mediante el accionamiento manual de una manivela o una palanca. Se diferencian dos tipos, según su principio de funcionamiento: gatos mecánicos y gatos hidráulicos. Los gatos mecánicos disponen de un engranaje de piñón y cremallera o de un husillo, mientras que los gatos hidráulicos disponen de una prensa hidráulica para obtener la ventaja mecánica necesaria.

Es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores. Los pistones son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos. Estos hacen funcionar conjuntamente a las prensas hidráulicas por medio de motores 2.1.

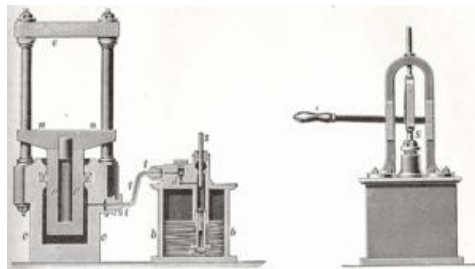


Fig. 2.15. Antigua prensa hidráulica.

(Fuente: Autor)

En el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal, comenzó una investigación referente al principio mediante el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite con la misma intensidad en todas direcciones. Gracias a este principio se pueden obtener fuerzas muy grandes utilizando otras relativamente pequeñas. Uno de los aparatos más comunes para alcanzar lo anteriormente mencionado es la prensa hidráulica, la cual está basada en el principio de Pascal.

Clasificación.

El rendimiento de la prensa hidráulica guarda similitudes con el de la palanca, pues se obtienen presiones mayores que las ejercidas pero se aminora la velocidad y la longitud de desplazamiento, en similar proporción.

Cilindro de presión dinámica.

Lleva la carga en la base del cilindro. Los costos de fabricación por lo general son bajos ya que no hay partes que resbalen dentro del cilindro.

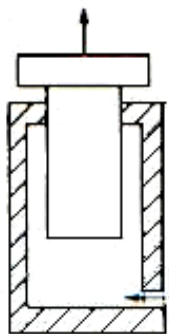


Figura 2.16. Cilindro de presión dinámica

(Fuente: Autor)

Cilindro de Efecto simple.

La barra esta solo en uno de los extremos del cilindro hidráulico, el cual se contrae mediante resortes o por la misma gravedad. La carga puede colocarse solo en un extremo del cilindro.

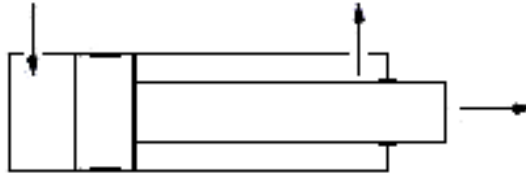


Figura 2.17. Cilindro de simple efecto

(Fuente: Autor)

Cilindro de Efecto doble.

La carga puede colocarse en cualquiera de los lados del cilindro. Se genera un impulso horizontal debido a la diferencia de presión entre los extremos del cilindro hidráulico.



Figura 2.18. Cilindro de doble efecto

(Fuente: Autor)

Cilindro telescópico.

La barra de tipo tubo multi-etapa, es empujada sucesivamente conforme se va aplicando aceite a presión al cilindro. Se puede lograr una carrera relativamente en comparación con la longitud del cilindro.

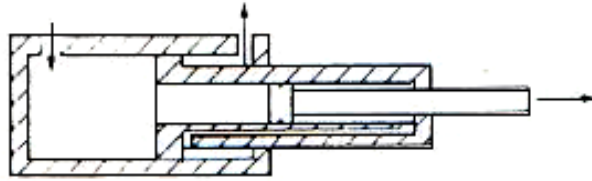


Figura 2.19. Cilindro telescópico

(Fuente: Autor)

2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1. TEORÍA DE FALLAS¹⁰

La falla de un elemento se refiere a la pérdida de su funcionalidad, es decir cuando una pieza o una máquina dejan de ser útiles.

Esta falta de funcionalidad se dar por:

- Rotura
- Distorsión Permanente
- Degradación
- Etc.

La rotura o la degradación permanente se debe a que los esfuerzos soportados son mayores que la resistencia del material de fabricación.

Para poder determinar para qué cantidad de esfuerzo aplicado se producirá una falla, se utilizan algunas teorías de falla.

¹⁰ SHIGLEY, J, *MANUAL DE DISEÑO MECÁNICO*, Mc-Graw Hill, México. 2002.

Todas las teorías de falla se basan en la comparación del esfuerzo actuante contra el resultante aplicado en una prueba uniaxial de tensión o compresión.

TEORÍA DE FALLA POR ESFUERZO NORMAL MÁXIMO

La falla ocurrirá en la parte de cualquiera de los esfuerzos normales principales excede el esfuerzo normal principal que da lugar a la falla en la prueba uniaxial simple.

Si: S_1 = Esfuerzo Principal 1 σ_{yc} = Esfuerzo de fluencia a compresión

S_2 = Esfuerzo Principal 2 σ_{yt} = Esfuerzo de fluencia a tensión.

S_3 = Esfuerzo Principal 3.

Se debe cumplir que:

$$\sigma_{yc} \geq S_1 \leq \sigma_{yt}$$

$$\sigma_{yc} \geq S_2 \leq \sigma_{yt}$$

$$\sigma_{yc} \geq S_3 \leq \sigma_{yt}$$

Si se aplica un factor de diseño se consiguen las ecuaciones de diseño:

$$\frac{\sigma_{yc}}{n_d} \geq S_1 \leq \frac{\sigma_{yt}}{n_d}$$

$$\frac{\sigma_{yc}}{n_d} \geq S_2 \leq \frac{\sigma_{yt}}{n_d}$$

$$\frac{\sigma_{yc}}{n_d} \geq S_3 \leq \frac{\sigma_{yt}}{n_d}$$

Para materiales frágiles σ_{yc} o σ_{yt} es el esfuerzo de fluencia.

TEORÍA DE FALLA POR ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO:

Para materiales dúctiles la falla ocurre en una parte si cualquiera de los esfuerzos cortantes principales excede el esfuerzo cortante principal que da lugar a la falla en la prueba uniaxial simple.

Puesto que:

$$\tau_{fluencia} = \sigma$$

Si se introduce un factor de diseño se tiene la respectiva ecuación de diseño:

Esta teoría predice que si se presenta un estado de esfuerzos hidrostáticos no se produce fluencia, así estos esfuerzos sean mayores.

Si se descomponen cada esfuerzo principal normal en una componente hidrostática más otra cualquiera se obtiene:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \sigma'_1 + \sigma''_1 \\ \sigma_2 &= \sigma'_2 + \sigma''_2 \\ \sigma_3 &= \sigma'_3 + \sigma''_3\end{aligned}$$

En donde: σ'_1 : Componente Hidrostática.

Por esta razón se creó la teoría de falla de la energía de distorsión y deformación.

TEORÍA DE FALLA POR ENERGÍA DE DEFORMACIÓN MÁXIMA:

La falla ocurre en una parte cuando la energía de deformación por volumen unitario exceda la de una prueba de tensión uniaxial en la falla.

Para determinar la energía de deformación por volumen unitario:

Sea el bloque de dimensiones diferenciales de la figura 2.20, sobre el cual actúan los esfuerzos normales principales:

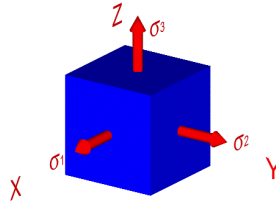


Fig. 2.20. Bloque con esfuerzos unitarios.

(Fuente: Autor)

TEORÍA DE FALLA POR ENERGÍA DE DISTORSIÓN MÁXIMA

(Materiales Dúctiles)

La energía de deformación se compone de la energía de deformación (cambio de volumen) y de la distorsión.

$$\mu = \mu_v + \mu_d \quad (\mu_{\text{volumen}} + \mu_{\text{distorsion}})$$

La falla ocurre si la energía de distorsión por volumen unitario excede la correspondencia a una prueba de tensión unitaria en la falla.

Los esfuerzos principales se componen de esfuerzos que producen cambio de volumen y cambio de distorsión.

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \sigma_1' + \sigma_{1v} & \sigma_i' &= \sigma \text{ que causa distorsión.} \\ \sigma_2 &= \sigma_2' + \sigma_{2v} & \sigma_i' &= \sigma \text{ que causa cambio de volumen.} \\ \sigma_3 &= \sigma_3' + \sigma_{3v} \end{aligned}$$

Y para que no haya cambio de volumen por los componentes de distorsión se debe cumplir que:

$$\varepsilon'_1 + \varepsilon'_2 + \varepsilon'_3 = 0$$

Además se tiene que por la ley de Hooke:

$$\varepsilon'_1 = \frac{1}{E} \cdot (\sigma'_1 - \nu \cdot \sigma'_2 - \nu \cdot \sigma'_3)$$

$$\varepsilon'_2 = \frac{1}{E} \cdot (\sigma'_2 - \nu \cdot \sigma'_1 - \nu \cdot \sigma'_3)$$

$$\varepsilon'_3 = \frac{1}{E} \cdot (\sigma'_3 - \nu \cdot \sigma'_1 - \nu \cdot \sigma'_2)$$

Por lo tanto:

$$\sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3 - 2\nu \cdot (\sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3) = 0$$

Y puesto que σ no es cero, se cumple que:

$$(\sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3) = 0$$

De otra parte si se suman las ecuaciones:

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = \sigma_\nu + \sigma_\nu + \sigma_\nu + \sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3 = 0$$

$$\sigma_\nu = \frac{1}{3} \cdot (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)$$

Como se tiene la condición de las ecuaciones sabiendo que σ_ν es el mismo para los tres esfuerzos:

$$\sigma'_1 = \sigma_1 - \frac{1}{3} \cdot (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \qquad \sigma'_1 = \frac{2}{3} \sigma_1 - \frac{1}{3} \sigma_2 - \frac{1}{3} \sigma_3$$

$$\sigma'_1 = \frac{2}{3} \cdot \left(\sigma_1 - \frac{\sigma_2}{2} - \frac{\sigma_3}{2} \right)$$

$$\sigma_2' = \frac{2}{3} \left(\sigma_2 - \frac{\sigma_1}{2} - \frac{\sigma_3}{2} \right)$$

$$\sigma_3' = \frac{2}{3} \left(\sigma_3 - \frac{\sigma_1}{2} - \frac{\sigma_2}{2} \right)$$

La sección crítica de los ejes es la p-p, debido a que aquí se da el mayor momento $M_{\text{máx}}$, el cual se encuentra mediante la resultante de los momentos máximos en la dirección X y Y.

$$M_{\text{máx}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} \quad (\text{Ec.6.0})$$

En el figura 2.21 se observan los elementos ordinarios para el eje en la sección p, en donde el punto O se encuentra a tensión, el punto P a corte y el punto Q a compresión.

El esfuerzo por flexión esta dado por la ecuación:

$$\sigma = \frac{M}{I/C} \quad (\text{Ec.6.7})$$

Para una sección circular se tiene:

$$\frac{I}{C} = \frac{\pi d^3}{32} \quad (\text{Ec. 6.12})$$

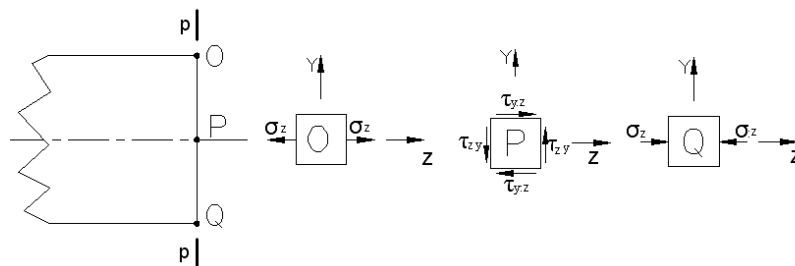


Figura 2. 21. Elementos ordinarios para el eje a flexión

(Fuente: Autor)

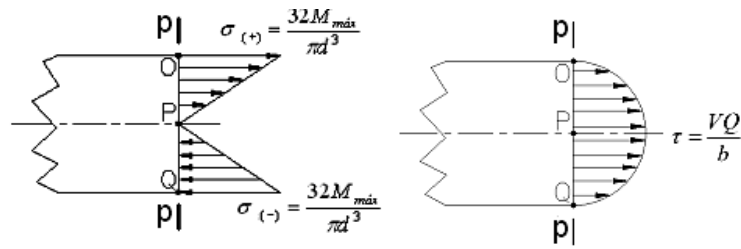


Figura 2.22. Distribución de esfuerzos en la sección crítica p-p del eje

(Fuente: Autor)

En la figura 2.22 se observa la distribución de esfuerzos en la sección p-p del eje superior del cilindro, pero se desprecia el esfuerzo cortante τ , debido a que son valores muy pequeños con relación a valores de tensión o compresión.

Por lo expuesto anteriormente y considerando que los materiales dúctiles resisten menos a tensión que a compresión, el punto crítico es “O”.

Para determinar el esfuerzo en la sección crítica y punto crítico, se tomará el elemento ordinario sometido a tensión.

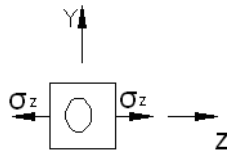


Figura 2.23. Elemento ordinario sometido a tensión

(Fuente: Autor)

2.3.1.1. Factor de Diseño Estático

Al aplicar la tercera teoría de falla de la energía de distorsión para el diseño estático de material dúctil se obtiene el factor estático:

$$n_s = \frac{S_y}{\sigma_{m\acute{a}x}} \quad (\text{Ec.6.8})$$

2.3.1.2. Factor de Diseño Dinámico

El esfuerzo varía repetidamente, por lo que para el diseño se utilizará la figura 2.24.

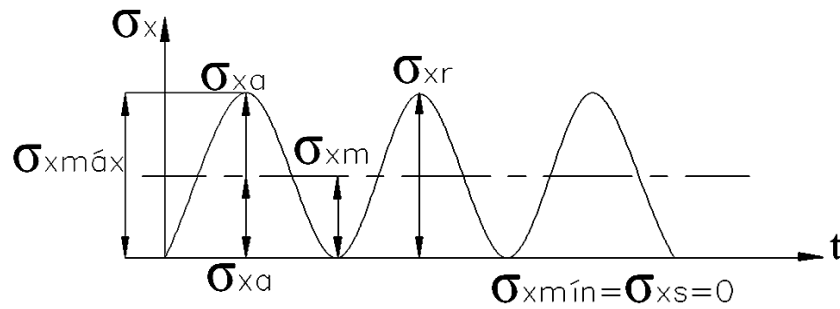


Figura 2.24. Esfuerzo repetitivo

(Fuente: Autor)

De la figura 2.24., se puede definir qué:

$$\sigma_{xm} = \sigma_{xa} = \frac{\sigma_{xmáx}}{2} \quad (\text{Ec.6.9})$$

Esfuerzos equivalentes según la teoría de la energía de distorsión:

Si $\sigma_y = 0$, entonces $\sigma_{ym} = 0, \sigma_{ya} = 0$

$$\sigma'_m = \sigma_{xm}$$

$$\sigma'_a = \sigma_{xa}$$

De donde se puede concluir que:

$$\sigma_{xm} = \sigma_{xa} = \sigma'_m = \sigma'_a = \frac{\sigma_{máx}}{2} \quad (\text{Ec.6.9})$$

Límite de Resistencia a la fatiga.

Para determinar el límite de resistencia a la fatiga, se utilizará la siguiente ecuación:

$$S_e = S_e' \cdot k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \quad (\text{Ec.6.13})$$

Donde:

S_e : Límite de resistencia a la fatiga del eje superior

S_e' : Límite de resistencia a la fatiga de la probeta

k_a : Factor de superficie

k_b : Factor de tamaño

k_c : Factor de confiabilidad

k_d : Factor de temperatura

k_e : Factor de modificación por concentración de esfuerzo

k_f : Factor de efectos diversos

Para determinar el factor de diseño dinámico de la sección crítica p-p se utiliza el gráfico de la línea de Goodman modificada presentada en la figura 2.25.

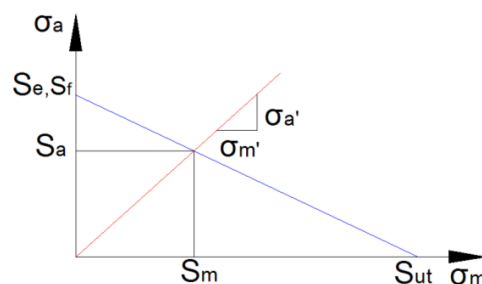


Figura 2. 25. Gráfico de la línea de Goodman modificada

(Fuente: Autor)

$$\eta_d = \frac{S_a}{\sigma_a'} = \frac{S_m}{\sigma_m'} \quad (\text{Ec.6.16})$$

Donde:

$$S_m = \frac{S_e}{\frac{\sigma_a'}{\sigma_m'} + \frac{S_e}{S_{ut}}} \quad (\text{Ec.6.17})$$

2.3.2. Ergonomía.⁸

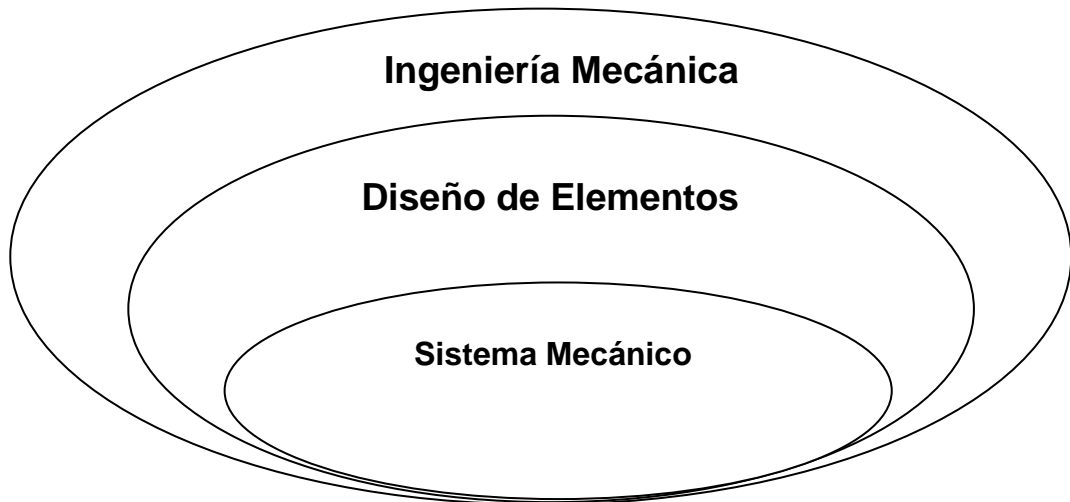
Ergonomía se designa a la disciplina científica que se ocupa de estudiar los datos biológicos y tecnológicos que permitirán la adaptación del hombre con un sistema, como ser las máquinas y los objetos que lo rodean y de los que a veces se sirve. Y también, por ergonomía, se designa a la profesión encargada de aplicar la teoría, principios, datos y métodos a la hora del diseño de esos objetos y sistemas, con el claro objetivo de optimizar el bienestar humano, por un lado, así como también el rendimiento global del sistema en cuestión.

⁸Ergonomía, Pedro Mondelo, Tomo 1, Edición 3, Pagina 16.

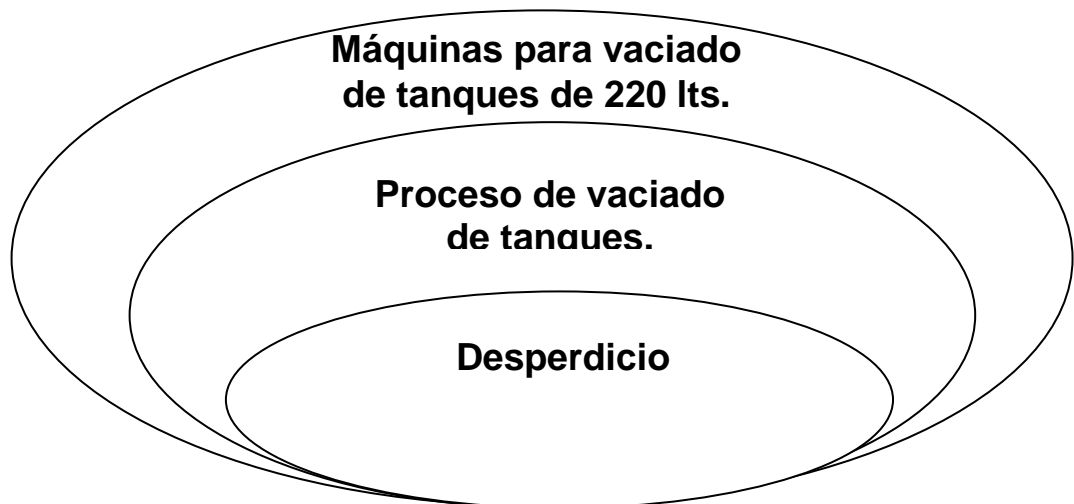
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 SUPERORDINACIÓN

Variable Dependiente:



Variable Independiente:



2.5 HIPÓTESIS

Con la implementación de un sistema aplicable al vaciado de tanques plásticos de 220 litros., se reducirá el desperdicio de materia prima.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

- Variable Independiente:

Sistema aplicable al vaciado de tanques plásticos de 220 lts.

- Variable Dependiente:

Se reducirá el desperdicio en el proceso de vaciado de dichos recipientes.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La investigación con respecto al tiempo será cuantitativa, porque se debe realizar un previo análisis de los tipos de sistemas existentes para el vaciado de tanques plásticos de 220 lts.

Por medio de encuestas y entrevistas, se recopilara información necesaria para lograr determinar en forma cuantitativa los diferentes tipos de sistemas mecánicos para el volteo de tanques que puedan existir.

3.2. NIVELES DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Exploratorio

- El presente proyecto aportará para solucionar los diferentes problemas que se generan en algunas empresas dedicadas al uso de productos químicos, al transportar y manipular tanques, bidones o recipientes que contienen dichos productos químicos, que conforman la producción de dichas empresas.
- Al movilizar manualmente los tanques y bidones llenos, causan esfuerzo físico de las personas que efectúan este proceso, se genera también desperdicio del contenido de estos tanques, por el

mismo hecho de que estos recipientes son pesados y así se pierde el poder de manipulación que deberían tener los operarios.

3.2.2. Descriptiva

- En vista que este proyecto tiene un campo de ayuda hacia las personas dedicadas o encargadas al movimiento de tanques, sin duda esto aportará al incremento de seguridad ocupacional tanto de los obreros como de la materia prima.
- Los conocimientos que se deben aplicar para esta investigación pertenecen a varias asignaturas pero la más importante es Diseño Mecánico, la misma que servirá para el dimensionamiento y evaluación de este sistema.

3.3. POBLACIÓN O UNIVERSO DE ESTUDIO

Dicha investigación va dirigida a industrias químicas (curtidurías, tenerías, manufactureras, etc.) que se encuentran en la ciudad de Ambato.

También está proyectada para aquellas personas que están designadas al vaciado de estos contenedores o reservorios.

En la ciudad de Ambato existen trece empresas comprendidas entre tenerías y curtidurías, a continuación se detalla el universo a estudiar:

- 1.- Curtiduría Tungurahua s.a.
- 2.- Ecuatoriana de Curtidos Salazar s.a.
- 3.- Improquim cia Ltda.
- 4.- Internegos s.a.
- 5.- Curtiduría Pizarro s.a.
- 6.- Servicueros s.a.

- 7.- Sualupell s.a.
- 8.- Suela y Cuero coa. Ltda.
- 9.- Tenería Neogranadina Beneficiadora de Cuero s.a.
- 10.- Tenería Alemana s.a.
- 11.- Tenería Díaz s.a.
- 12.- Agrocueros cía. Ltda.
- 13.- Tenería San José cía. Ltda.

(FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE COMPANIAS-AMBATO-2010.)

3.4. OPERACIÓN DE VARIABLES

Variable Dependiente: REDUCIR EL DESPERDICIO

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS
Reducción del desperdicio a causa de vaciado de tanques plásticos de 220 litros.	Desperdicio	¿Qué causas se dan para el desperdicio? ¿Cómo afecta esto a los operarios?	Imprecisión en el vaciado	Encuesta Preguntas de la Encuesta
	Industria	¿Afectará económicamente a la industria?	Pérdida de Recursos	Encuesta Preguntas de la Encuesta

Variable Independiente: ESTUDIO DE UN SISTEMA MECÁNICO
 APLICABLE AL VACIADO DE TANQUES PLÁSTICOS DE 220 LTS.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS
<p>Un mecanismo está compuesto por un conjunto de elementos que cumplen una función para lograr un fin específico.</p> <p>Los mecanismos de transmisión se encargan de transmitir movimientos.</p>	<p>Mecanismos</p> <p>Vaciado</p>	<p>¿Mejorará la producción con este mecanismo?</p> <p>¿Cuál será el mecanismo?</p>	<p>Tipos de mecanismos</p> <p>Precisión</p>	<p>Bibliografía Libros</p> <p>Bibliografía Libros</p>

3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.5.1. ENCUESTA:

**LA PRESENTE ENCUESTA ESTA DIRIGIDA A LOS SUPERVISORES
O JEFES DE PLANTA.**

- 1) ¿Qué método utiliza usted para vaciar los bidones?
Manual ---- Equipo -----

- 2) ¿Cuántas personas se requiere para verter un tanque o bidón?
Una sola ----- Dos ----- o Más -----

- 3) ¿Se desperdicia el contenido del recipiente al verterlos en forma manual?
Si ----- No ----- A veces -----

- 4) ¿Se maltratan los tanques o bidones por un vaciado manual de los mismos?
Si ----- No----- A veces -----

- 5) ¿Se presenta cansancio físico luego de haber vaciado dichos recipientes?
Si ----- No ----- A veces -----

- 6) ¿Se tiene precisión al vaciar los bidones en forma manual?
Si ---- No ----- A veces ----

- 7) ¿Se invierte tiempo muy valioso en vaciar los tanques en forma manual?
Si ----- No -----

8) ¿Se utiliza personas encargadas de otras actividades, para vaciar los bidones?

Si ----- No ----- A veces -----

9) ¿Se dispone del personal para efectuar el vaciado de los recipientes?

Si ----- No -----

10) ¿Cuándo se trata de algún tipo de químico tóxico o peligroso para la salud, usted se responsabilizaría del movimiento de dicho recipiente?

Si ----- No -----

3.6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento de datos o de la información obtenidos en la entrevista y en la encuesta se los realizará por medio de una representación gráfica, preferentemente del tipo de representación circular o de pastel para tener una idea clara de aquellos datos que sirven de aporte, necesarios para la realización del proyecto.

Los datos de la encuesta serán aún más fáciles de ser evaluados, y de igual manera representados en gráficas.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1. De la encuesta

De acuerdo al método de recolección de datos el cual fue mediante una encuesta aplicada a 101 personas que laboran en las empresas que conforman la muestra previamente seleccionada en este proyecto.

Es importante recalcar que esta encuesta consta de 10 preguntas, las mismas que su resultado aporta al objetivo de estudio de este proyecto y obtener conclusiones que respalden la utilización del mecanismo que se está proponiendo.

Cabe recalcar que de las 101 personas, 8 contestaron que contaban con un mecanismo para el vaciado de bidones, es por eso que a partir de la segunda pregunta solo se tomará en cuenta a 93 personas encuestadas.

4.1.2 De las pruebas

Las curtidurías utilizan aproximadamente 6 tanques de 220 litros por semana, esto depende del tamaño del lote de producción (cantidad de bombos).

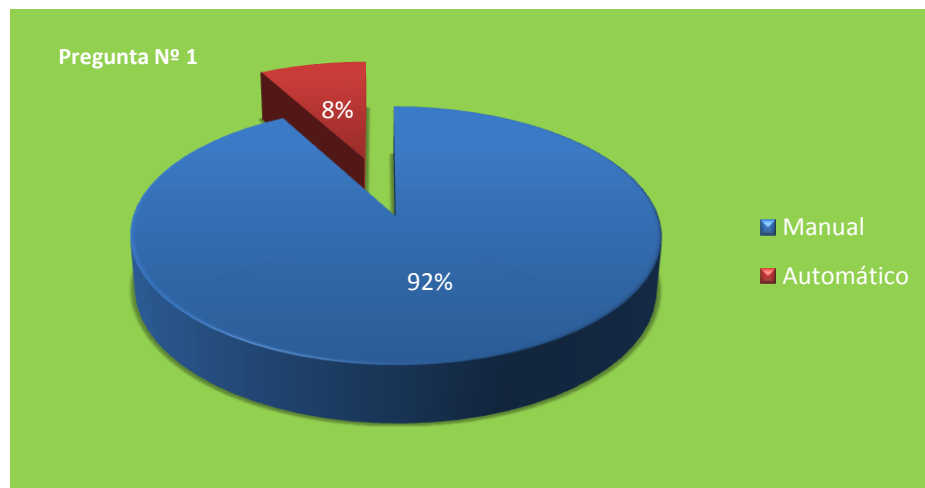
Utilizando un cronómetro se registro los tiempos utilizados en el volteo y vaciado de los 6 tanques en forma manual y en forma mecánica (utilizando el mecanismo).

Posteriormente, con la ayuda de un recipiente medidor de capacidad (litro), se recolecto la cantidad de materia prima desperdiciada a causa del vaciado manual y vaciado mecánico de los 6 tanques.

4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1 De la encuesta

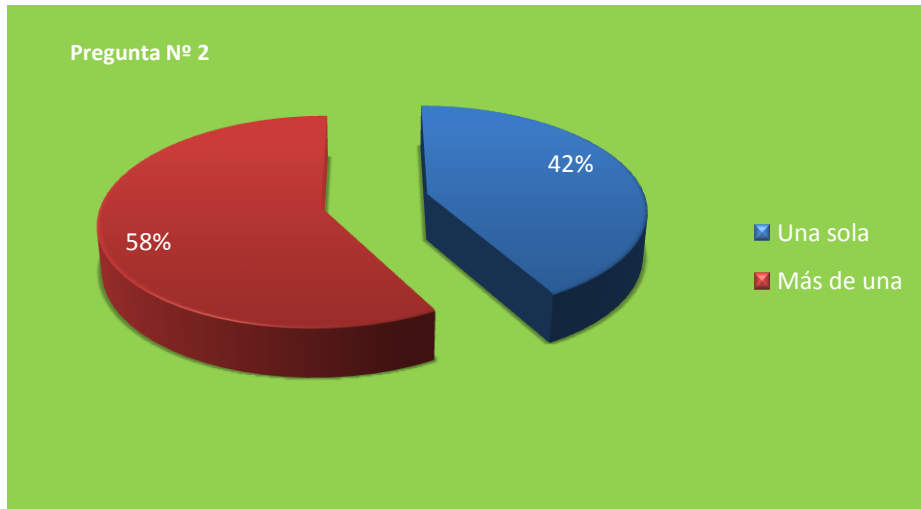
1) ¿Qué método utiliza usted para vaciar los bidones?



(Fuente: Autor)

De las 101 personas encuestadas, el 92% que equivale a 93 personas mencionaron que el método de vaciado de bidones lo hacen en forma manual y tan solo el 8% lo hacen utilizando un mecanismo de vaciado de dichos recipientes.

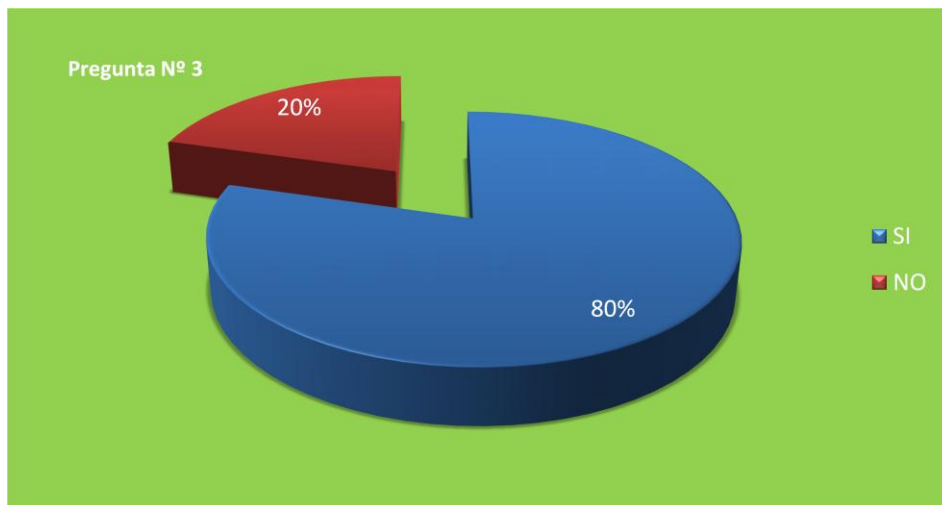
2) ¿Cuántas personas se requiere para verter un tanque o bidón?



(Fuente: Autor)

A esta pregunta, 54 personas contestaron que para el vaciado de estos tanques se utiliza más de una persona lo que equivale al 58% de encuestados, mientras que el 42% o 39 personas lo hacen individualmente. Afectando a la inversión que realiza una empresa debido a que necesita mayor personal para poder realizar este tipo de trabajo físico.

3) ¿Se desperdicia el contenido del recipiente al verterlos en forma manual?

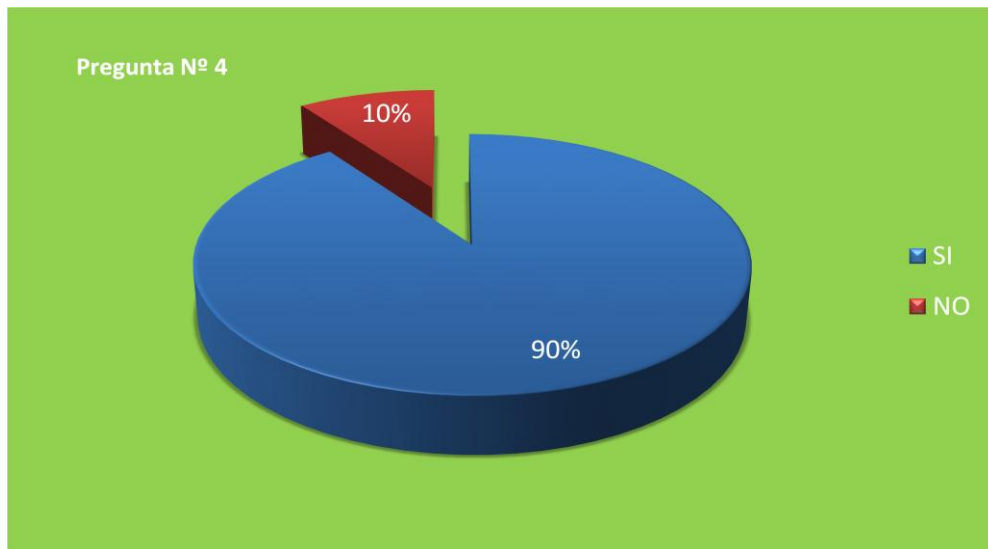


(Fuente: Autor)

El 80% de trabajadores supieron responder que existe desperdicio del contenido de estos recipientes en relación al 20% que manifestaron la ausencia de desperdicio.

Si bien es cierto que cada empresa maneja un determinado margen de desperdicio de estos insumos, con la utilización de mecanismos de vaciado se podría regular o disminuir dicho margen considerablemente.

4) ¿Se maltratan los tanques o bidones por un vaciado manual de los mismos?

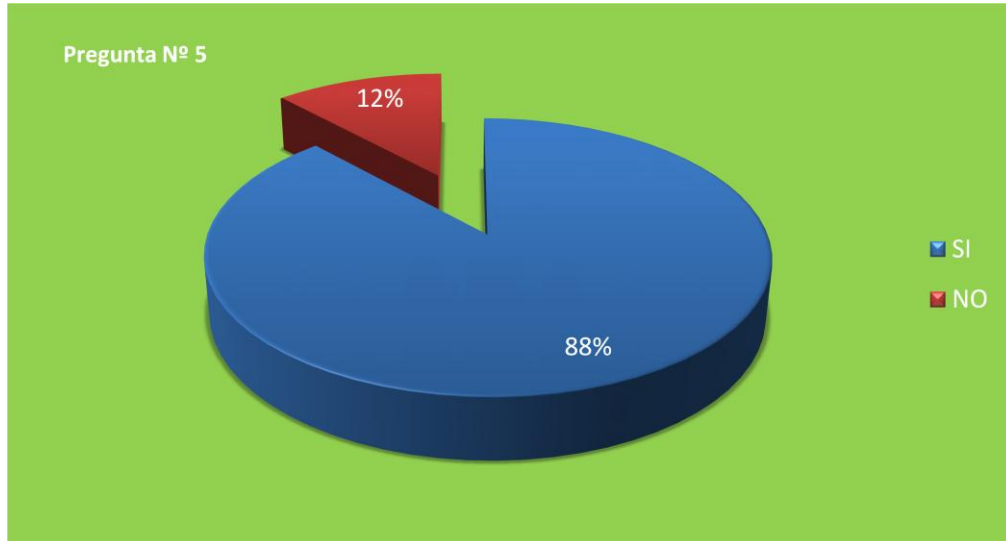


(Fuente: Autor)

Del total de encuestados el 90% afirman que los recipientes se maltratan al movilizarlos y tan solo el 10% que equivale a 9 personas mencionan que no existe maltrato a los tanques.

El contenido de estos recipientes, generalmente son nocivos y manejarlos de forma inadecuada por la ausencia de mecanismos de movilidad y vaciado puede causar daños físicos como materiales.

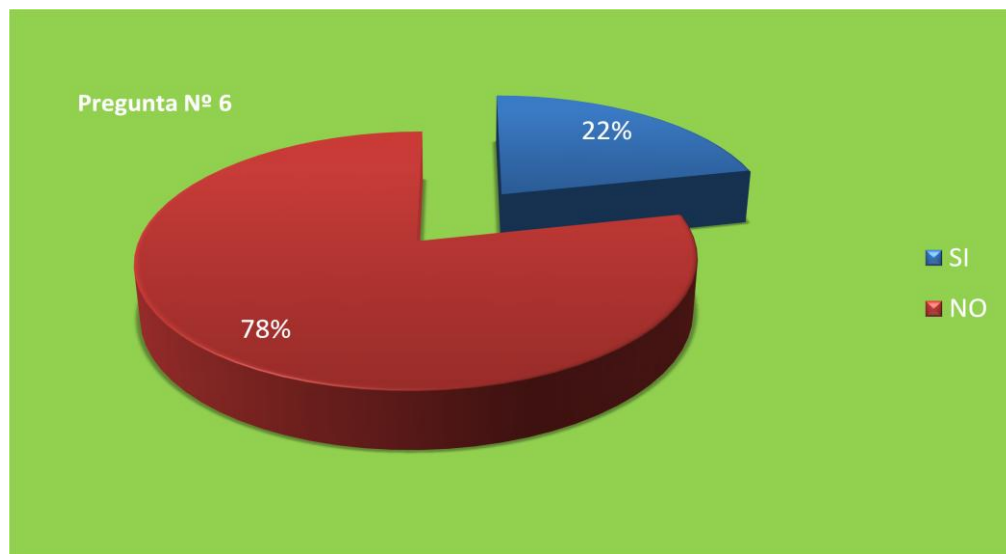
5) ¿Se presenta cansancio físico luego de haber vaciado dichos recipientes en forma manual?



(Fuente: Autor)

El peso neto de estos recipientes representa dificultad para su manipulación y vaciado que se refleja en el desgaste físico de las personas encargadas de este proceso por no contar con una herramienta apropiada para este trabajo, lo cual fue ratificado en el resultado de la encuesta que muestra un 88% de personas, las mismas que sienten cansancio luego de manipular en forma manual estos bidones.

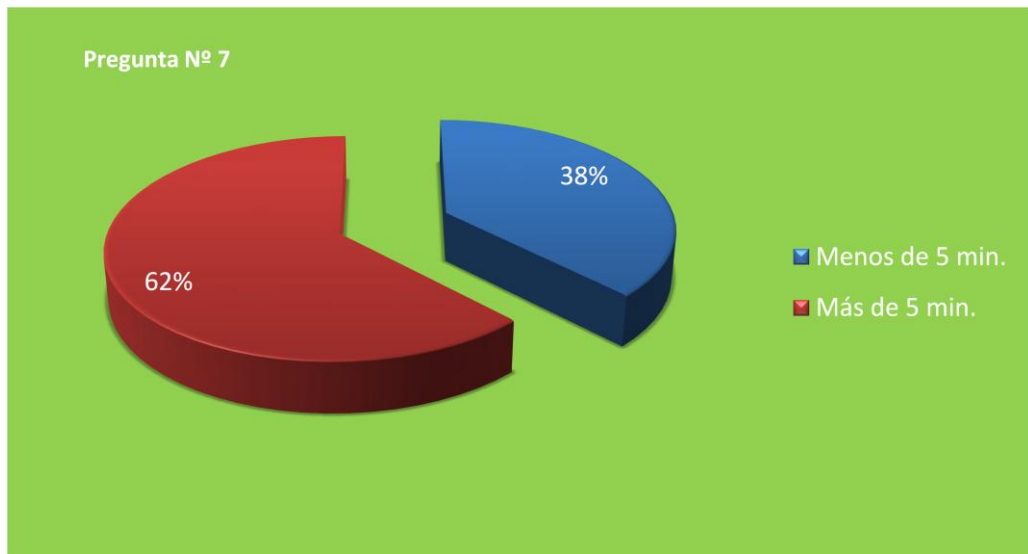
6) ¿Se tiene precisión al vaciar los bidones en forma manual?



(Fuente: Autor)

La ausencia de precisión en la utilización de estos insumos representa variaciones en las cantidades que ciertos procesos requieren con el fin de ver reflejado en un producto terminado; de las personas que fueron encuestadas, el 78% no cuentan con la certeza al dosificar o vaciar estos tanques, sin embargo el 22% manifiestan tener precisión al momento de verter estos químicos.

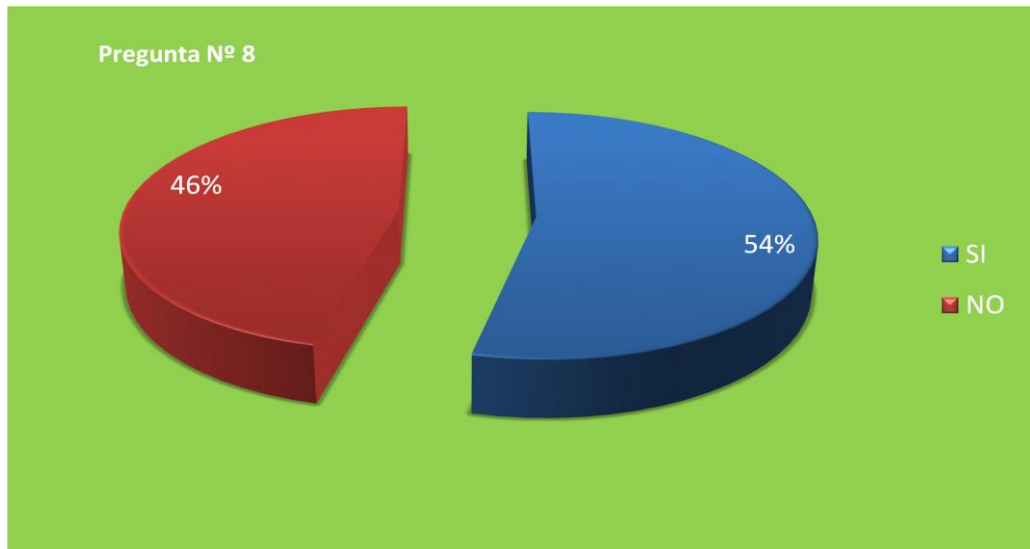
7) ¿El tiempo que se toma en vaciar los bidones en forma manual es?



(Fuente: Autor)

El 62% de personas se demoran más de 5 minutos para vaciar estos contenedores y el 38% lo hace en menos de 5 minutos, lo que demuestra que las empresas necesitan mayor tiempo para realizar este proceso que sin duda afectaría los períodos de producción.

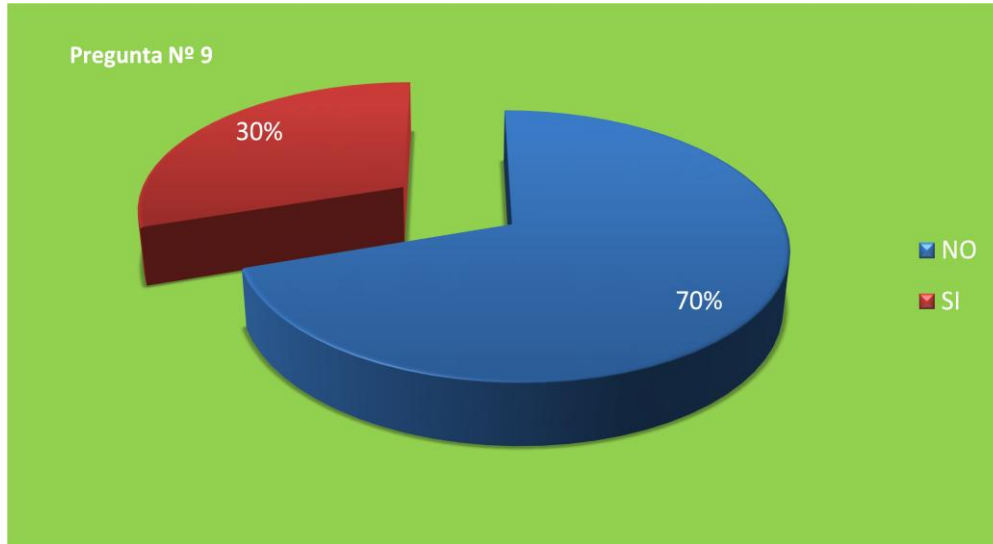
8) ¿Se utiliza personas encargadas de otras actividades, para vaciar los bidones?



(Fuente: Autor)

El 54% de los encuestados contestaron que para el vaciado de estos tanques se requiere la ayuda de personas encargadas de otras actividades, afectando el desarrollo normal de sus procesos y descuidando la continuidad de las tareas.

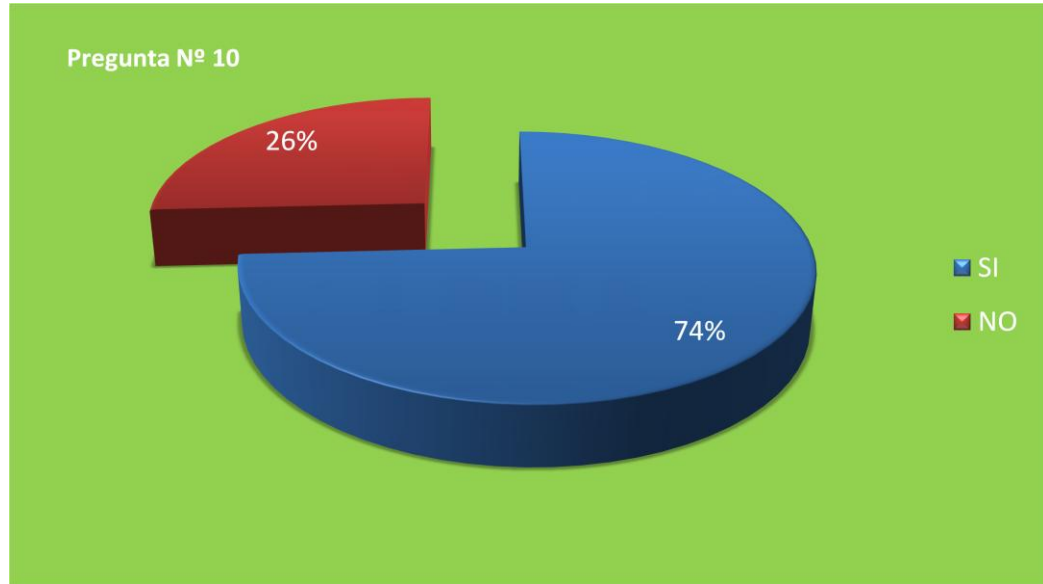
9) ¿Se dispone del personal para efectuar el vaciado de los recipientes?



(Fuente: Autor)

Considerando el resultado de la pregunta anterior, se ratifica que el 70% de los encuestados no disponen del personal suficiente para el vaciado y manipulación de bidones, debido que anteriormente se cuantifico que se solicita personal de otras áreas para poder efectuar dicho proceso.

10) ¿Cuándo se trata de algún tipo de químico toxico o peligroso para la salud, usted se responsabilizaría del vaciado de dicho recipiente?



(Fuente: Autor)

Sin duda existe un riesgo que asume el personal que manipula y vierte estos contenedores de químicos, ya que no tienen opción a negarse a realizar este trabajo, en consecuencia el 74% de las personas encuestadas asumen la responsabilidad y consecuencias al peligro eminente al realizar dichas maniobras, frente a un 26% que no lo hace.

4.2.2 De las pruebas

Tiempo

El mecanismo de volteo y vaciado de tanques de 220 litros, otorga un ahorro en el tiempo que este proceso en forma manual conlleva, se puede observar, que existe una diferencia de 4 minutos aproximadamente entre el uso del mecanismo con respecto al proceso manual como ilustra la tabla 4.1, el proceso de recolección de datos se llevo a cabo en la Curtiduría Dávila.

Con el uso de un cronómetro, se tomó el tiempo que se demoran 2 personas en voltear y vaciar un tanque y de igual forma con la utilización del mecanismo.

Tabla 4.1. Tiempos Aproximados de Vaciado y Volteo

EVENTO	VOLTEO Y VACIADO	
	MANUAL	MECANISMO
VOLTEO	3 MIN	1 MIN
VACIADO	4 MIN	2 MIN
TOTAL TIEMPO	7 MIN	3 MIN

Desperdicio

De igual forma con la precisión al dosificar o vaciar el bidón, que ofrece este sistema mecánico, se reduce el desperdicio de la materia prima que están depositados en estos recipientes.

En la Curtiduría Dávila, se procedió a evaluar el desperdicio de aceite de pescado, esto es utilizado en los bombos de curtido, perteneciente al proceso húmedo del curtido del cuero.

A la semana se utiliza 6 tanques (Fuente: Curtiduría Dávila), cada uno de 220 litros.

Dichos tanques son vaciados en forma manual y son desechados, en los cuales se procedió a recolectar el residuo de aceite mediante un succionador y depositándolo en un recipiente de medida (litro), en la tabla 4.2, se ilustra los litros desperdiciados de cada tanque al ser vaciados en forma manual.

De igual manera se procedió a recolectar residuos de aceite de los tanques que fueron vaciados utilizando el mecanismo de vaciado y volteo, estos datos se ilustran en la tabla 4.3.

Tabla 4.2. DESPERDICIO CON VACIADO MANUAL

Tanque	Cantidad Desperdiciada (litros)	%
1	1,5	0,68
2	1,4	0,64
3	1,6	0,73
4	1,2	0,55
5	1	0,45
6	2	0,91
Total	8,70	3,95

Tabla 4.3. DESPERDICIO CON VACIADO MECÁNICO

Tanque	Cantidad Desperdiciada (litros)	%
1	0,5	0,23
2	0,3	0,14
3	0,4	0,18
4	0,2	0,09
5	0,2	0,09
6	0,3	0,14
Total	1,90	0,86

La gráfica 4.1, nos indica la tendencia de desperdicio en el proceso de vaciado en forma manual con respecto a la forma mecánica.

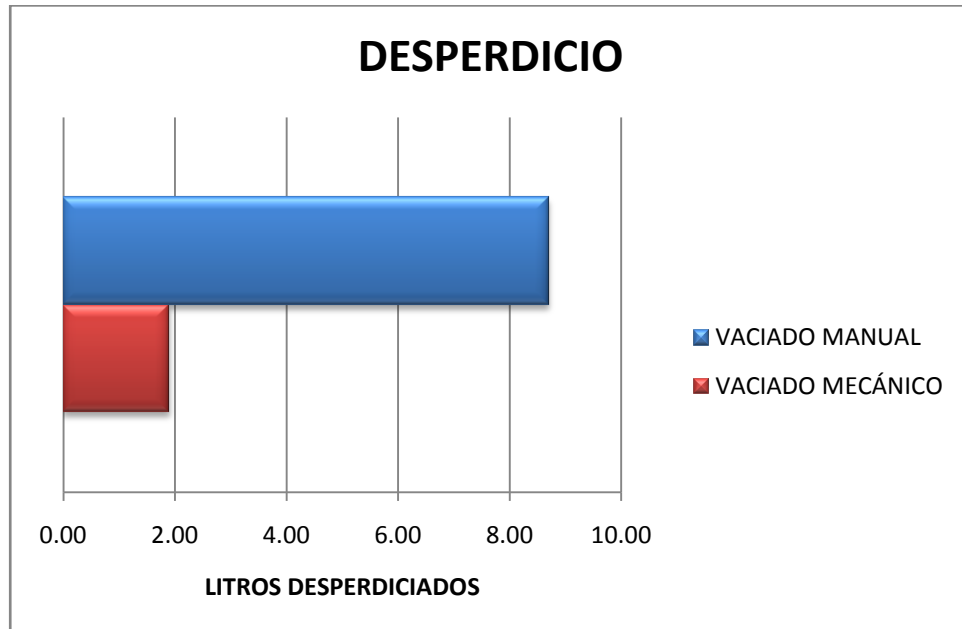


Gráfico 4.1. VACIADO MANUAL VS VACIADO MECÁNICO

(Fuente: Autor)

4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

4.3.1. HIPÓTESIS.

Con la implementación de un sistema aplicable al vaciado de tanques plásticos de 220 litros., se reducirá el desperdicio de materia prima.

4.3.1.1 Prueba de hipótesis Chi Cuadrado⁸:

Para aplicar la distribución del Chi Cuadrado, se utilizó dos pregunta pertenecientes a la encuesta realizada, dichas preguntas son la número 1 y la número 3 respectivamente, las mismas que se detallan a continuación:

¿Qué método utiliza usted para vaciar los bidones?

¿Se desperdicia el contenido del recipiente al verterlos en forma manual?

Hipótesis Nula (H0): No existe relación entre la implementación del sistema aplicable al vaciado de tanques y la reducción de desperdicio.

Hipótesis Alterna (H1): Existe relación entre la implementación del sistema aplicable al vaciado de tanques y la reducción de desperdicio

Nivel de Significación:

$$\alpha = 0.05$$

$$gl = (r - 1)(k - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1$$

r = número de filas de tabla

k = número de columnas de tabla

Nivel de significación 0.05 y grado de libertad 1, entonces el chi cuadrado a tabular es de 3,841. (Anexo 18)

Regla de Decisión:

Se acepta la hipótesis nula si el valor a calcularse es igual o menor a 3,841; caso contrario se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Estimador Crítico:

$$X^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

Cálculo del CHI-CUADRADO

		Implementación del sistema de vaciado de tanques				TOTAL
		Manual		Automático		
Reducción del desperdicio	FRECUENCIA	O	E	O	E	
	SI	74	83,89	101	91,11	175
	NO	19	9,11	0	9,89	19
TOTAL		93		101		194

Frecuencias Observadas (O) y Esperadas E.

O	E	$(O-E)^2/E$
74	83,89	1,17
19	9,11	10,74
101	91,11	1,07
0	9,89	9,89
TOTAL		22,87

Como 22,87 es mayor a 3,841 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

⁸ Estadística, Mario Triola, Novena Edición 2004, Página 348.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1.1 CONCLUSIONES.

- ✓ Con la utilización del mecanismo se redujo de 8,5 litros hasta 0,98 litros (aproximadamente en un 78.2%) la cantidad de desperdicio en el proceso de vaciado de tanques de 220 lts.
- ✓ El tiempo de vaciado y volteo de los bidones de 220 litros, se redujo de 7 min hasta 4 min (aproximadamente en un 57%) con el uso del mecanismo propuesto.
- ✓ Con el uso del mecanismo, el personal requerido se reduce de dos a una persona, para realizar el proceso de vaciado de tanques.

5.1.2 RECOMENDACIONES.

- ✓ El mecanismo se puede mejorar con la implementación de sistemas automatizados en el vaciado de tanques de 220 litros.
- ✓ Estudiar y evaluar los riesgos laborales por la inadecuada utilización de sistemas mecánicos de volteo y vaciado de bidones.
- ✓ Analizar las molestias físicas causadas por la no aplicación de conceptos ergonómicos en instrumentos y maquinarias.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

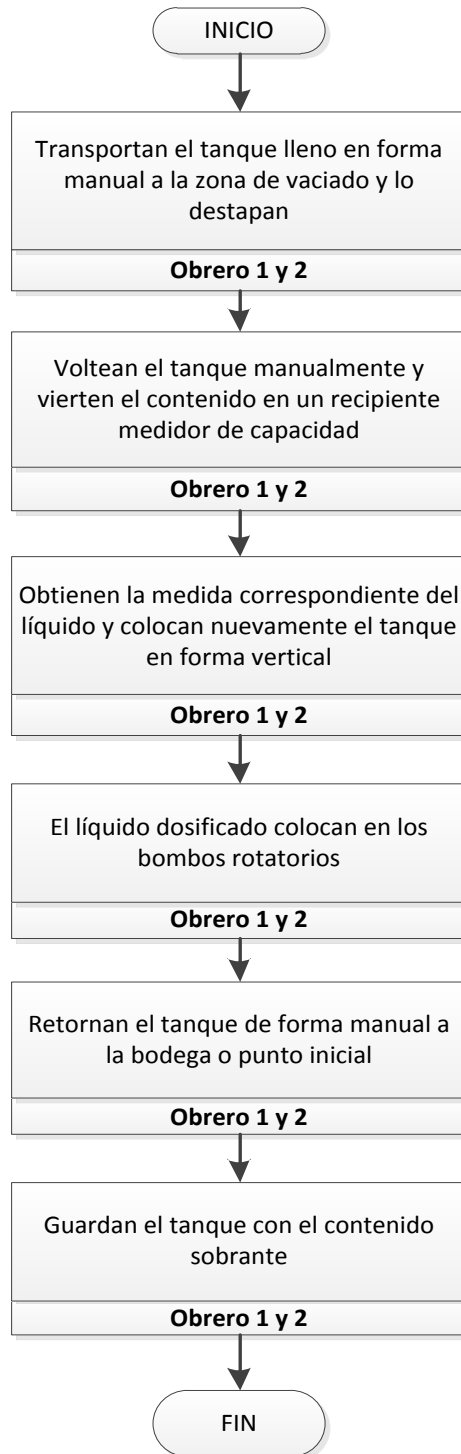
La manipulación de tanques o bidones plásticos de 220 litros, genera varios inconvenientes tanto en lo físico como en el desperdicio del contenido de dicho recipiente.

En el sector curtiembre de la ciudad de Ambato, en su mayoría artesanal, este proceso se realiza en forma manual y rudimentaria, careciendo de precisión por efecto de la incomodidad que genera manejar volúmenes grandes de materia prima depositados en este tipo de bidones.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En la mayoría de las curtiembres se realiza el proceso de volteo y vaciado de tanques de 220 litros en forma manual o rudimentaria, causando desperdicio y molestias físicas, a continuación se detalla el diagrama del proceso de volteo y vaciado:

Proceso Actual



6.2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

Tamaño del tanque. Los bidones de 220 litros de capacidad, varían entre 0.95 m de alto x 0.65 m de ancho.

Peso del tanque. Para el curtido de cuero se utilizan varios químicos tanto líquidos como sólidos, para el presente diseño se utilizara químicos líquidos en especial el aceite de bacalao, por ser el más pesado.

Altura de levante. Estos recipientes se necesitan levantar aproximadamente 0.80 m desde el piso, debido a que estos tanques serán vertidos en otros recipientes más pequeños y estos se encuentran en plataformas o mesas de 0.70 m de alto aproximadamente.

Giro para el volteo del tanque. Para un vaciado del tanque se necesita un giro de 135° el mismo que en forma manual se dificulta y a veces hasta imposible.

Tipo de ruedas para la movilización del mecanismo. El piso en donde se desempeñaría el mecanismo es irregular y en su mayoría en condiciones húmedas, por tal razón, las ruedas deberían ser de caucho o plástico poliuretano.

6.3. JUSTIFICACIÓN

El curtido del cuero es una de las actividades más frecuentes en nuestra ciudad, generando fuentes de trabajo e ingresos económicos para el personal que en esta industria laboran, también incentiva a la competitividad de su producto, por tal razón, no hay que descuidar al mejor recurso que se puede tener, que es el recurso humano.

La movilización de bidones en forma rudimentaria o manual, genera cansancio físico, causando molestias en espalda, hombros y brazos, lo

cual deteriora el funcionamiento o desempeño del personal en sus actividades diarias.

Es fundamental evitar lo anterior, en busca del bienestar y cuidado de la gente que presta sus servicios en esta actividad laboral, solo así, vamos a poder aumentar su productividad y aprovechar a lo máximo el desempeño y crear un ambiente laboral seguro y cómodo para estas personas.

También es importante citar la precisión que se necesita al vaciar los bidones, en proceso repetitivo y manual de vaciado, se va perdiendo la habilidad y provoca derrames o sobredosis en las materias primas, es por eso que la implementación de este sistema mecánico beneficia y mejora este proceso, que de seguro ayudaría a obtener un producto terminado muy competitivo y de una mejor calidad.

6.4. OBJETIVOS

- Establecer los parámetros para el diseño de este mecanismo de volteo y vaciado.
- Seleccionar los materiales adecuados para la construcción del mecanismo.
- Implementar un mecanismo para el proceso de vaciado de bidones en la curtiembre.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La construcción del mecanismo propuesto es factible ya que se cuenta con información necesaria, además con las herramientas y recurso humano, con materiales totalmente disponibles en el mercado.

Emplear el mecanismo en el volteo y vaciado de bidones de 220 litros de capacidad, permite realizar dicho proceso con mayor facilidad y precisión, que se puede ver reflejado en la reducción de tiempo en que se emplea para vaciar estos recipientes en forma manual, de igual forma en lo económico por que se lograría una reducción en desperdicio del material que vienen en dichos contenedores, pero principalmente se cuidará la integridad del personal encargado de esta actividad al minimizar esfuerzos y desgastes físicos.

6.5.1. ANÁLISIS DE COSTOS

Estos están propensos a variar por muchos factores como son: tiempos de proformas, precios según los locales comerciales, construcción, etc. Es por eso que dicho análisis se lo hará con costos reales de construcción y de materiales que se utilizaran en el mismo.

6.5.1.1. COSTOS DIRECTOS (C.D.)

MATERIALES:

Tabla 6.1. Costos y descripción de los materiales utilizados:

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
2	m	Tubo Cuadrado 100x50x3 mm	57.32	114.64
1	m	UPN C 100x15 mm	90.00	90.00
1	uni.	Reductor de Revoluciones	70.00	70.00
1	m	Eje para Catalina	5.00	5.00
1	m	Eje para el Volteo	25.00	25.00
4	unit.	Rodamientos	3.00	12.00
1	uni.	Catalinas	15.00	15.00
1	m	Cadena	35.00	35.00
1	uni.	Gato Hidraulico 3 Ton	58.93	58.93
2	uni.	Ruedas Fijas	15.00	30.00
2	uni.	Ruedas Móviles	17.00	34.00
1	m	Platina	28.00	28.00
1	uni.	Correa	14.00	14.00
0	uni.	Pernos	0.00	0.00
0	Litros	Pintura Anticorrosiva	0.00	0.00
0	Litros	Pintura	0.00	0.00
TOTAL				531.57

(Fuente: Autor)

Tabla 6.2. Materiales de ensamble y acabados

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
2	Kg.	Electrodo E7018	40,00	80,00
4	uni.	Pernos 5/8" grado 8	1,25	5,00
4	uni.	Pernos 1/4"	0,30	1,20
2	uni.	Discos de Corte	3,00	6,00
2	uni.	Discos de Esmerilado	3,00	6,00
2	litro	Pintura Anticorrosiva	6,50	13,00
1	litro	Pintura Esmalte Color Caterpillar	10,00	10,00
1	litro	Pintura Esmalte Color Rojo	8,50	8,50
2	uni.	Chumaceras de 1"	4,00	8,00
1	uni.	Chumaceras de 5/8"	3,00	3,00
1	litro	Masilla Plástica	5,00	5,00
2	uni.	Lija Fina	0,40	0,80
TOTAL				146,50

(Fuente: Autor)

6.5.1.2. COSTOS INDIRECTOS (C.I.)

EQUIPOS Y MAQUINARIA

Se detalla todos aquellos gastos que corresponden a la utilización de maquinaria y equipos que fueron necesarios para la construcción del sistema mecánico de volteo.

Tabla 6.3. Costos de Maquinaria Empleada

MAQUINA	COSTO/HORA	HORAS EMPLEADAS	PRECIO TOTAL (USD)
Torno	5	5,00	25
Soldadora Eléctrica	1,6	48	76,8
			0
TOTAL			101,80

(Fuente: Autor)

MANO DE OBRA

Para la construcción del sistema mecánico de volteo y vaciado de bidones, se considero el salario para dos personas.

Técnico:

- ✓ Costo de hora trabajada..... \$ 2,50 c/hora
- ✓ Costo a la semana.....\$ 100,00
- ✓ **Costo total al mes.....\$ 320,00**

Ayudante:

- ✓ Costo de hora trabajada..... \$ 1,63 c/hora
- ✓ Costo a la semana.....\$ 65,00
- ✓ **Costo total al mes.....\$ 260,00**

6.5.1.3. COSTOS VARIOS (CV)

Tabla 6.4. Costos Varios

RUBROS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Consulta de Internet	40 horas	0.90 / hora	36
Foto Copias	50	0.02	1
Impresiones	300	0.05	15
TOTAL			52

(Fuente: Autor)

6.5.1.4. COSTO TOTAL (CT)

$CD = \text{Materiales Utilizados} + \text{Materiales Ensam.}$

$CD = 531,57 + 146,50$

$CD = 678,07 \text{ dolares}$

$CI = \text{Maquinaria Emple} + \text{Mano Obra Tec.} + \text{Mano Obra Ayud.}$

$CI = 101,80 + 320 + 260$

$CI = 681,80 \text{ dolares}$

$CV = 52,00 \text{ dolares}$

$CT = CD + CI + CV$

$CT = 678,07 + 681,80 + 52,00$

$CT = 1411,87 \text{ dolares}$

6.5.1.5. AHORRO

En la Curtiduría Dávila, de la ciudad de Ambato, se realizó las pruebas del mecanismo, a continuación se detalla las interpretaciones de dichas pruebas:

Tiempo:

Como observamos en la tabla 4.1, tenemos 4 minutos de diferencia en la realización del proceso utilizando el mecanismo, esto significa que el 42.86% de tiempo se invierte en el proceso en forma manual, mientras que, el 57,14% se está ahorrando con el uso del mecanismo.

Costo mensual del proceso manual:

Para el proceso en forma manual, se utiliza 2 personas.

$$\text{Mensual Trabajador} = \$260 * 2 = \$520$$

$$\text{Costo hora de los trabajadores} = \left(\$520 / 160 \text{ h.} \right) = \$3.25$$

$$\text{Costo minuto de trabajadores} = \left(\$3.25 / 60 \text{ min.} \right) = \$0.054$$

$$\text{Costo minuto proceso manual} = \$0.054 * 7 \text{ min.} = \$0.38$$

$$\text{Costo mensual proceso manual} = \$0.38 * 20 \text{ días lab} = \$7.6$$

Por un solo tanque y utilizando 2 personas, al mes tiene un costo de 7.60 dólares.

En el mes se utilizan aproximadamente 6 tanques, entonces:

$$\text{Costo total manual} = \$7.6 * 6 \text{ tanq.} = \mathbf{\$45.60}$$

El costo mensual para vaciar 6 tanques utilizando 2 personas con procedimiento manual tiene un costo de 45.60 dólares.

Costo mensual del proceso con el mecanismo:

Usando el mecanismo de volteo, solo se requiere una sola persona, la cual se demora 3 minutos, entonces:

$$\text{Mensual Trabajador} = \$260$$

$$\text{Costo hora del trabajador} = \left(\$260 / 160 \text{ h.} \right) = \$1.63$$

$$\text{Costo minuto de trabajador} = \left(\$1.63 / 60 \text{ min.} \right) = \$0.027$$

$$\text{Costo minuto proceso mecanismo} = \$0.027 * 3 \text{ min.} = \$0.081$$

$$\text{Costo mensual proceso mecanismo} = \$0.081 * 20 \text{ días lab} = \$1.62$$

El costo del proceso con una persona y utilizando el mecanismo de volteo cuesta 1.62 dólares.

$$\text{Costo total manual} = \$1.62 * 6 \text{ tanq.} = \$9.72$$

Utilizando el mecanismo de volteo, tiene un costo de 9.72 dólares mensuales.

$$\text{AHORRO MENSUAL} = \$45.60 - \$9.72 = \$35.88$$

Por tanto, con el uso del mecanismo de volteo, genero un ahorro de 35.88 dólares mensuales.

$$\text{AHORRO ANUAL} = \$35.88 * 12 = \$430.56$$

6.5.1.6. VIDA ÚTIL

La base legal en el Ecuador, dice que la depreciación de maquinaria es del 10% anual, que equivale a 10 años de vida útil.⁶

⁶ http://finanzas.gob.ec/portal/page?_pageid=1965,230053&_dad=portal&_schema=PORTAL

6.5.1.7. VAN (VALOR ACTUAL NETO)

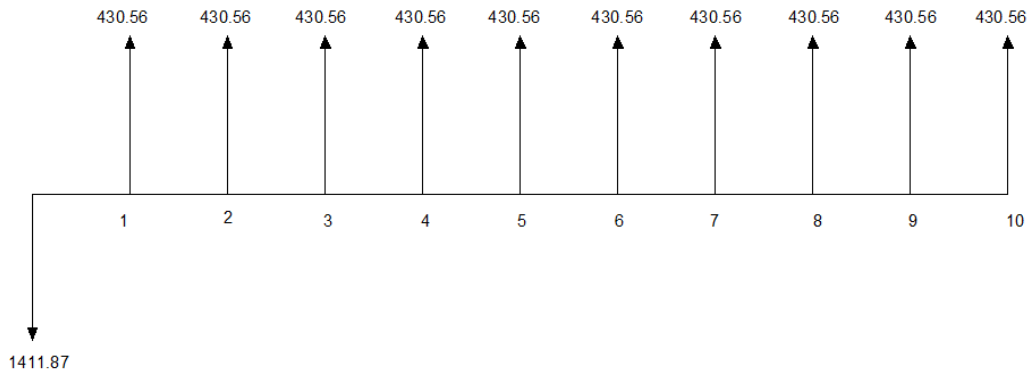


Fig. 6.0. Flujo Efectivo para Diez Años

(Fuente: Autor)

Con la vida útil de la máquina y considerando una tasa de descuento del 8.4% (tasa de préstamo bancario a Mayo del 2011, Banco Central del Ecuador), se calculo el VAN para los 10 años de duración del mecanismo, con una inversión inicial de 1411.87 dólares y un beneficio anual de 430.56 dólares.

$$VAN = -1411.87 + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^1} + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^2} + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^3} + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^4} + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^5} + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^6} + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^7} + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^8} + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^9} + \frac{430.56}{(1 + 0.084)^{10}}$$

$$VAN = \$ 1425.80$$

La inversión realizada en este proyecto es de \$ 1411.87; y aplicando la fórmula del valor actual neto, nos indica que la inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad mínima generada en el banco, ya que es mayor que cero; es decir, rendirá \$ 1425.80; adicional a lo invertido, por tanto el proyecto es viable.

6.5.1.8. TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)

$$VAN = 0$$

$$0 = -1411.87 + \frac{430.56}{(1+i)^1} + \frac{430.56}{(1+i)^2} + \frac{430.56}{(1+i)^3} + \frac{430.56}{(1+i)^4} + \frac{430.56}{(1+i)^5} + \frac{430.56}{(1+i)^6} + \frac{430.56}{(1+i)^7} + \frac{430.56}{(1+i)^8} + \frac{430.56}{(1+i)^9} + \frac{430.56}{(1+i)^{10}}$$

$$i = 0.28 = 28\%$$

Como $TIR > TMAR$ (tasa mínima aceptable de rendimiento)=8.4%

Entonces el proyecto es viable.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

6.6.1. CÁLCULOS

6.6.1.1. Peso del Tanque:



Fig. 6.1. Tanque plástico de 220 litros.

(Fuente: Autor)

DIMENSIONES DEL TANQUE (Anexo 1)

$$A = 594 \text{ mm} = 0,594 \text{ m}$$

$$B = 975 \text{ mm} = 0,975 \text{ m}$$

$$C = 472 \text{ mm} = 0,472 \text{ m}$$

$$\text{Capacidad} = 220 \text{ lts.} = 220 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

En estos bidones se almacenan varios químicos y sustancias, entre ellas se encuentran el ácido fórmico, ácido sulfúrico, amoníaco, aceite de bacalao, este último posee una densidad mayor que el resto de sustancias, por tanto, se utilizará este dato para los cálculos pertinentes.

δ_{ab} = Densidad del Aceite de Bacalao

$$\delta_{ab} = 0,94 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \quad (\text{Anexo 2})$$

$$\delta_{ab} = 0,94E - 4 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3}$$

$$\delta = m/v \quad (6.1)$$

De donde:

δ = densidad

m = masa

v = volumen

$$m = \delta * v$$

$$m = \left(9,4E - 4 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \right) * (220E3 \text{ cm}^3)$$

$$m = 206,8 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{tanque}} = 9 \text{ Kg} \quad (\text{Anexo 1})$$

$$PT1 = P_{tanque} + m$$

$$PT1 = (9 \text{ Kg} + 206,8 \text{ Kg})/2$$

$$PT1 = 107.9 \text{ Kg}$$

$$PT2 = \text{PESO DEL REDUCTOR DE REVOLUCIONES}$$

$$PT2 = 30 \text{ Kg}$$

$$PT3 = \text{PESO DE VIROLA GIRATORIA}$$

$$\delta_{acero} = 7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \quad (\text{Anexo 3})$$

$$\text{Perímetro} = \pi \emptyset \quad (6.2)$$

$$\emptyset = 0.48 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro} = \pi(0.48 \text{ m}) = 1.51 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro} = \frac{1.51}{2} = 0.754 \text{ m} \quad (\text{se utiliza la mitad para la virola})$$

$$V = \text{Perímetro} * \text{alto} * \text{espesor}$$

$$\text{alto} = 0.7 \text{ m}$$

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

$$V = 0.754 * 0.7 * 0.03$$

$$V = 0.016 \text{ m}^3$$

$$PT3 = \left(7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right) (0.016 \text{ m}^3)$$

$$PT3 = 125.6 \text{ Kg}$$

$$PT4 = \text{PESO DE EJE VOLTEADOR}$$

$$V = A * L \quad (6.3)$$

$$L = 0.12 \text{ m}$$

$$A = \left(\frac{\pi}{2}\right) \emptyset^2 \quad (6.4)$$

$$\emptyset = 1'' = 0.0254 \text{ m}$$

$$A = \left(\frac{\pi}{2}\right) (0.0254)^2$$

$$A = 1.01E - 03 \text{ m}^2$$

$$V = (1.01E - 03 \text{ m}^2)(0.12 \text{ m})$$

$$V = 1.22E - 04 \text{ m}^3$$

$$PT4 = \left(7850 \frac{Kg}{m^3}\right) (1.22E - 04 m^3)$$

$$PT4 = 0.96 Kg$$

$$PT5 = PESO MUERTO$$

$$V = A * L$$

$$A = A2 - A1$$

$$A2 = 0.1 * 0.05 = 5E - 03 m^2$$

$$A1 = 0.096 * 0.046 = 4.12E - 03 m^2$$

$$A = 8.8E - 04 m^2$$

$$V = 8.8E - 04 m^2 * 0.65 m$$

$$V = 5.72E - 04 m^3$$

$$PT5 = \left(7850 \frac{Kg}{m^3}\right) (5.72E - 04 m^3)$$

$$PT5 = 4.5 Kg$$

$$PT = PT1 + PT2 + PT3 + PT4 + PT5$$

$$PT = 107.9 Kg + 30 Kg + 125.6 Kg + 0.96 Kg + 4.5Kg$$

$PT = 268.96 Kg$

6.6.1.2. Diseño de las Horquillas:

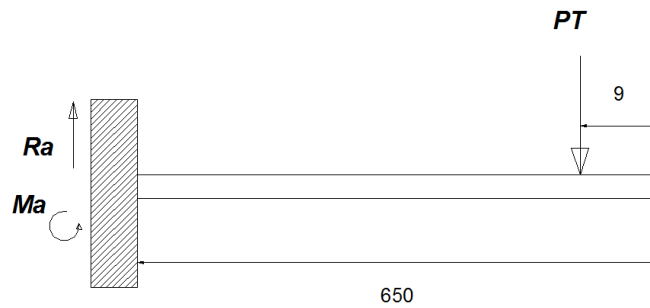


Fig. 6.2. Horquillas Móviles

(Fuente: Autor)

Calculo de Reacciones y Momentos Max.

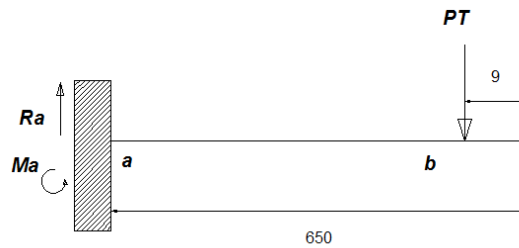


Fig. 6.3. Diagrama de cuerpo libre

$$Ra = PT = 268.96 \text{ Kg} \quad (\text{Anexo 4})$$

$$Ma = -PT(0,65m - 0,09m) \quad (\text{Anexo4})$$

$$Ma = -(268.96 \text{ Kg})(0,56m)$$

$$Ma = -150.62 \text{ Kg} * m$$

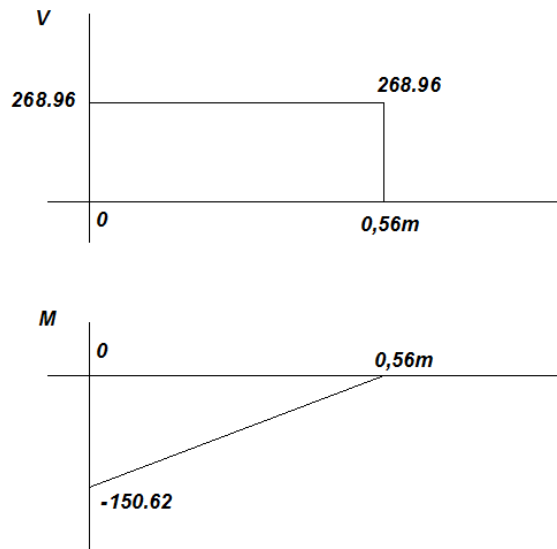


Fig. 6.4. Diagrama de fuerzas y momentos

$$M_{max} = 150,62 \text{ Kg} * m$$

Calculo del Esfuerzo a la Flexión

$$S_{req.} = \frac{M_{max.}}{F_b} \quad (6.5)$$

De donde:

$S_{req.}$ = Módulo de la sección

$M_{max.}$ = Momento Máximo

F_b = Esfuerzo permisible

$$F_b = 0.6 * S_y \quad (6.6)$$

$$S_y = 36 \text{ Kpsi} \quad (\text{Anexo 5})$$

$$F_b = 0.6(36 \text{ Kpsi})$$

$$F_b = 21.6 \text{ Kpsi} = 148.92 \text{ MPa}$$

$$M_{max.} = 150.62 \text{ Kg} * m = 1477.58 \text{ N} * m$$

$$S_{req.} = \frac{M_{max.}}{F_b}$$

$$S_{req.} = \frac{1477.58 \text{ N.m}}{148.92E06 \text{ N/m}^2}$$

$$S_{req.} = 9.922E - 06 \text{ m}^3 = 9.92 \text{ cm}^3$$

Escogemos un tubo rectangular de 100x50x2, S=14 cm³,
peso=4.52 Kg/m, I=74.94 cm⁴. (Anexo 6)

Comprobación:

Si 4.52 Kg pesa por cada metro, entonces, 2.94 Kg pesa en
0.65m.

$$PT1 = 2.94 \text{ Kg} + 268.96 \text{ Kg} = 271.9 \text{ Kg}$$

$$M1 = 271.9 \text{ Kg}(0.56 \text{ m})$$

$$M1 = 152.3 \text{ Kg.m} = 1494.06 \text{ N.m}$$

$$S_{req1} = \frac{1494.06 \text{ N.m}}{148.92E06 \text{ N/m}^2}$$

$$S_{req1} = 1.003E - 05 \text{ m}^3$$

$$S_{req1} = 10.03 \text{ cm}^3$$

$$S_{req1} > S_{req.}$$

$$10.03 > 9.92 \quad \text{Ok.}$$

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad (6.7)$$

De donde:

$$\sigma = \text{Esfuerzo Max.}$$

$$M = \text{Momento Max.}$$

$$c = \text{Distancia del eje neutro al punto más lejano de la sección}$$

$$I = \text{Inercia de la sección transversal}$$

El alto del tubo 100 mm, entonces $c=50$ mm (por simetría).

$$I = 74.94 \text{ cm}^4 \quad (\text{Anexo 6})$$

Reemplazando la Ecuación (6.7), tenemos:

$$\sigma = \frac{(150.62 \text{ kg.m}) * (0.05 \text{ m})}{7.494E - 07 \text{ m}^4}$$

$$\sigma = 10.05 \text{ E06 Kg/m}^2$$

$$\sigma = 14.3 \text{ Kpsi}$$

Calculo del Factor de Diseño Estático

$$n_s = \frac{S_y}{\sigma} \quad (6.8)$$

De donde:

$n_s =$ Factor de diseño estático

$S_y =$ Limite de Fluencia del Acero

$$S_y = 36 \text{ Kpsi} \quad (\text{Anexo 5})$$

$$n_s = \frac{36 \text{ Kpsi}}{14.3 \text{ Kpsi}}$$

$$n_s = 2.52 \quad \text{Satisfactorio.}$$

6.6.1.3. Diseño de Ejes de Volteo:

Se dispone de un eje de 1 pulgada de diámetro, es de un acero AISI 4140 estirado a 100°F.

Es por eso que se calculará el factor de seguridad, y se evaluará, si este elemento nos va a servir para la construcción.

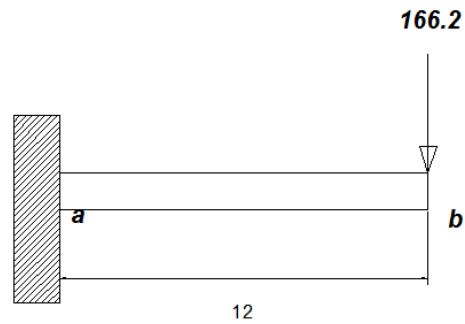


Fig. 6.5. Eje volteador

(Fuente: Autor)

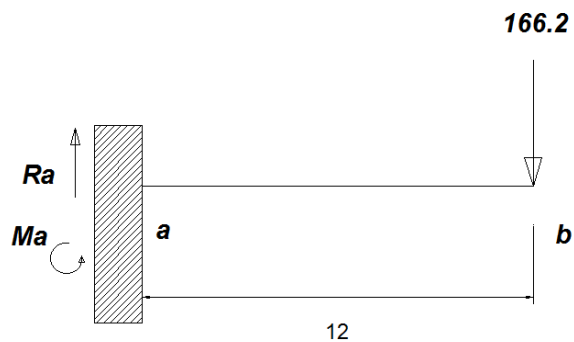


Fig. 6.6. Diagrama de cuerpo libre del eje

(Fuente: Autor)

$$Ra = F = 166.2 \text{ Kg}$$

$$Ma = -F(0.12m)$$

$$Ma = -166.2\text{Kg}(0.12m) = 1.99 \text{ Kg.m}$$

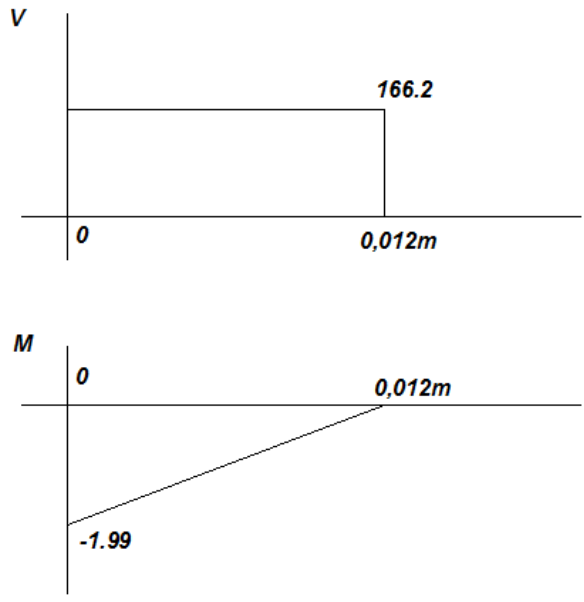


Fig. 6.7. Diagrama de Fuerza y Momentos del eje
(Fuente: Autor)

$$M_{max} = 1.99 \text{ Kg.m}$$

Diseño por Fatiga

El eje de volteo está sometido a esfuerzos fluctuantes, es por eso que se evalúa mediante fatiga.

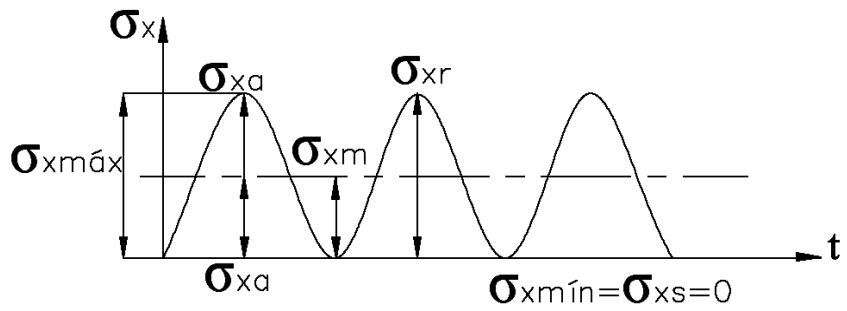


Fig. 6.8. Esfuerzo Fluctuantes, Máximos y Mínimos.
(Fuente: Autor)

De la figura 2.9, se puede definir qué:

$$\sigma_{xm} = \sigma_{xa} = \frac{\sigma_{xmáx}}{2} \quad (6.9)$$

Esfuerzos equivalentes según la teoría de la energía de distorsión:

$$\text{Si } \sigma_y = 0, \text{ entonces } \sigma_{ym} = 0, \sigma_{ya} = 0$$

$$\sigma'_m = \sigma_{xm}$$

$$\sigma'_a = \sigma_{xa}$$

De donde se puede concluir que:

$$\sigma_{xm} = \sigma_{xa} = \sigma'_m = \sigma'_a = \frac{\sigma_{máx}}{2}$$

Al utilizar el material Acero AISI 4140 estirado 100° F, bajo la acción de cargas de fatiga, la resistencia a la fatiga será:

$$Se' = 0.5Sut \quad Su_t \leq 200Kpsi \quad (6.10)$$

$$Sut = 153 Kpsi \quad \text{Anexo (7)}$$

$$Sy = 131 Kpsi$$

$$\sigma_{fa} = \frac{M_{max}}{I/c} \quad (6.11)$$

$$I/c = \frac{\pi d^3}{32} \quad (6.12)$$

$$I/c = \frac{\pi(1pulg)^3}{32}$$

$$I/c = 0.0981 pulg^3$$

$$I/c = 1.61 E - 06 m^3$$

$$\sigma_{fa} = \frac{1.99 \text{ Kg} \cdot \text{m}}{1.61E - 06 \text{ m}^3}$$

$$\sigma_{fa} = 1.236E06 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} = 123.6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{fa} = 1.236E06 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} = 123.6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{xm} = \sigma_{xa} = \sigma'_m = \sigma'_a = \frac{\sigma_{\text{máx}}}{2} = \frac{\sigma_{fa}}{2} = 61.8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Se = ka * kb * kc * kd * ke * kf * Se' \quad (6.13)$$

De donde:

Ka=Factor de superficie

Kb=Factor de tamaño

Kc=Factor de concentración de esfuerzos

Kd=Factor de temperatura

Ke=Factor de confiabilidad

Kf=Factor de efectos diversos

$$Se' = 0.5 * Sut \quad (6.14)$$

$$Sut = 153 \text{ Kpsi} = 10779.57 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Se' = 0.5 * (10779.57 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$Se' = 5389.78 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ka = a * Sut^b$$

$$a = 4.51 \quad (\text{Anexo 8})$$

$$b = -0.265$$

$$Ka = 4.51 * (10779.57^{-0.265})$$

$$Ka = 0.39$$

$$d = 1 \text{ plg.}$$

$$0.11 \text{ plg.} \leq d \leq 2 \text{ plg.} \quad (\text{Anexo8})$$

Entonces:

$$Kb = 0.879d^{-0.107}$$

$$Kb = 0.879(1^{-0.107})$$

$$Kb = 0.879$$

$$Kc = 1 \quad (\text{Anexo 9})$$

$$Kd = 1 \quad (\text{Para una temperatura de } 20^{\circ}\text{C})$$

$$\text{Para una confiabilidad del 99\%, } z_a = 2.326 \quad (\text{Anexo 10})$$

Entonces:

$$Ke = 0.814$$

Para un radio de muesca de 1mm y $S_{ut} = 153 \text{ Kpsi}$

$$\text{Entonces } q = 0.86 \quad (\text{Anexo 11})$$

$$Kf = 1 + q(kt - 1) \quad (6.15)$$

$$Kf = 1 + 0.86(0.88 - 1)$$

$$Kf = 0.89$$

Aplicando la Ec. 6.13, tenemos:

$$S_e = 0.39 * 0.879 * 1 * 1 * 0.814 * 0.89 * 5389.78 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$S_e = 1338.56 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Según el Diagrama de Goodman:

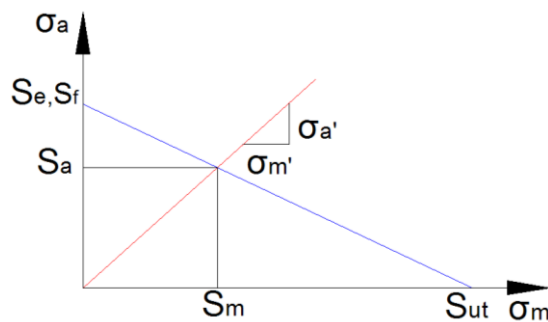


Fig.6.9. Diagrama de Goodman Modificada

(Fuente: Autor)

Donde se concluye:

$$\eta_d = \frac{S_a}{\sigma_a'} = \frac{S_m}{\sigma_m'} \quad (6.16)$$

Donde:

$$S_m = \frac{S_e}{\frac{\sigma_a'}{\sigma_m'} + \frac{S_e}{S_{ut}}} \quad (6.17)$$

$$\sigma_{xm} = \sigma_{xa} = \sigma'_m = \sigma'_a = \frac{\sigma_{m\acute{a}x}}{2} = \frac{\sigma f a}{2} = 61.8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_m = \frac{S_e}{1 + \frac{S_e}{S_{ut}}} \quad (6.18)$$

$$S_m = \frac{1338.56 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{1 + \frac{1338.56}{10779.57}}$$

$$S_m = 1190.7 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Reemplazando en la Ec. 6.16:

$$\eta_d = \frac{1190.7}{61.8} = \boxed{19.3} \text{ Satisfactorio.}$$

6.6.1.4. Diseño de Mástil Guía:

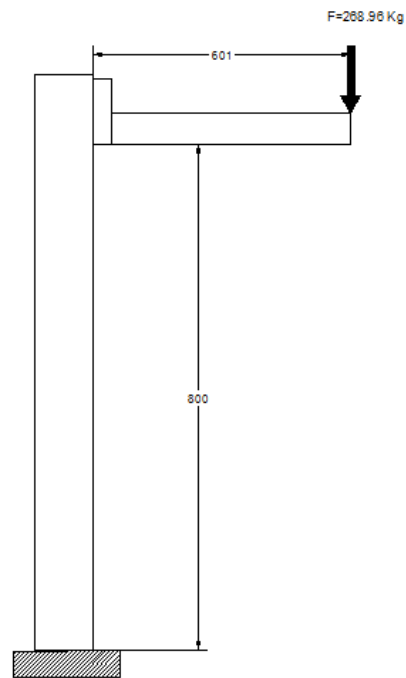


Fig.6.10. Horquillas elevadas

(Fuente: Autor)

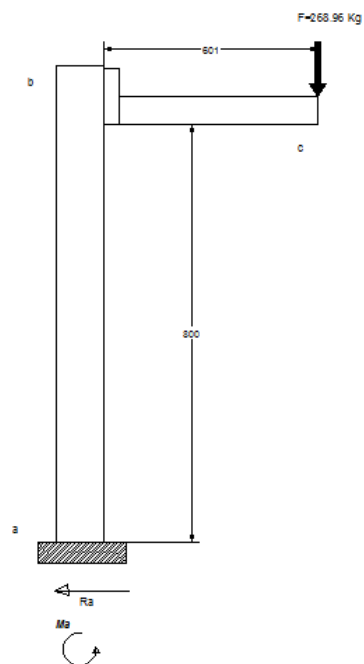


Fig. 6.11. Diagrama de cuerpo libre

(Fuente: Autor)

$$R_a = 0$$

$$M_a = F(0.61m)$$

$$Ma = 268.96Kg(0.61m)$$

$$Ma = 164.07 Kg.m$$

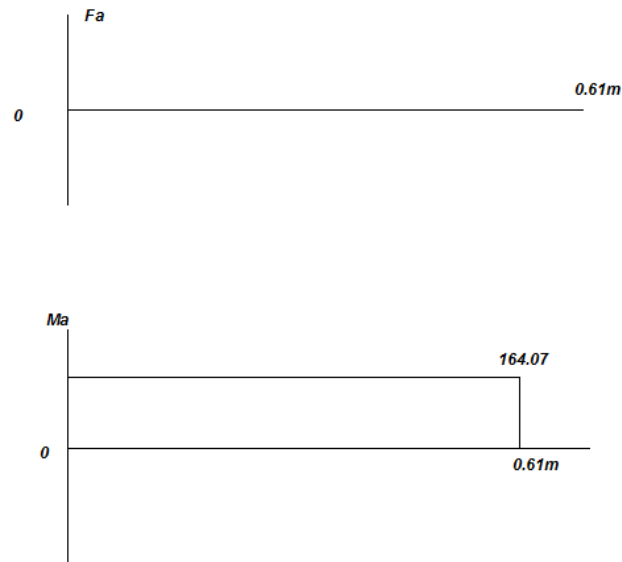


Fig. 6.12. Diagramas de Fuerzas y Momentos

$Mmax = 164.07 Kg.m$

$$Mmax = 1609.53 N.m$$

Utilizando la Ec. 6.5, tenemos

$$Sreq. = \frac{1609.53N.m}{148.92E06 N/m^2}$$

$$Sreq. = 1.09E - 05 m^3 = 10.9 cm^3$$

Por estética seleccionamos un UPN PERFIL ASTM A36 de alma=100mm

Entonces:

$$Sreq. = 41.2 cm^3 \quad (\text{Anexo 12})$$

$$I = 206 cm^4$$

Podemos ver que la sección requerida del perfil UPN es mayor que la calculada, es por eso que se procederá a diseñar con este perfil.

Utilizando la Ec. 6.7

$$\sigma = \frac{(164.07Kg.m) * 0.05m}{(2.06E - 06m^4)}$$

$$\sigma = 3.98E06 \frac{Kg}{m^2} = 5469.02 psi = 5.46902 Kpsi$$

$$S_y = 36 Kpsi$$

Reemplazando en la Ec.6.8

$$n_s = \frac{36 Kpsi}{5.46902 Kpsi}$$

$$n_s = 6.5 \quad \text{Ok.}$$

6.6.1.5. Diseño de Chasis:

$$F_1 = F_3 = \text{Peso del mastil guía}$$

$$F_1 = F_3 = 7850 \frac{Kg}{m^2} (1.35E - 03 m^2)(1.2 m)$$

$$F_1 = F_3 = 12.72 Kg$$

$$F_2 = P_{gato} + P_{horquillas}$$

$$P_{gato} = 20Kg$$

$$P_{horquillas} = 268.96 Kg + 4.5 Kg + 4.5 Kg + 9.82 Kg$$

$$P_{horquillas} = 287.78 Kg$$

$$F_2 = 20Kg + 287.78Kg$$

$$F_2 = 307.78 Kg$$

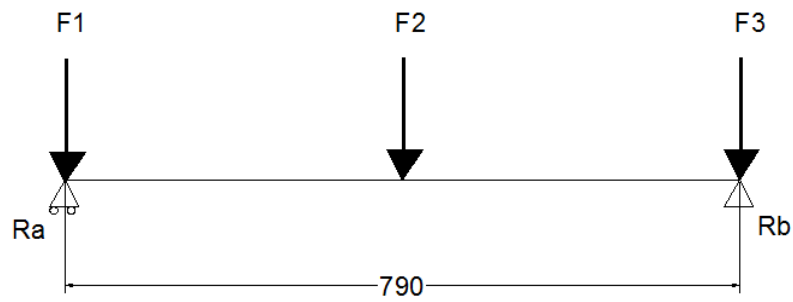


Fig. 6.13. Diagrama de Cuerpo Libre del Chasis

(Fuente: Autor)

$$\sum Fy = 0$$

$$Ra + Rb = F1 + F2 + F3$$

$$Ra + Rb = 12.72Kg + 307.78Kg + 12.72Kg$$

$$Ra + Rb = 333.22 Kg$$

$$Ra = 333.22Kg - Rb$$

$$\sum Ma = 0$$

$$Rb(0.79m) = 12.72Kg(0.79m) + 307.78Kg(0.395m)$$

$$Rb(0.79m) = 131.622 Kg.m$$

$$Rb = 166.61 Kg$$

Reemplazando Rb en Ra:

$$Ra = 166.61 Kg$$

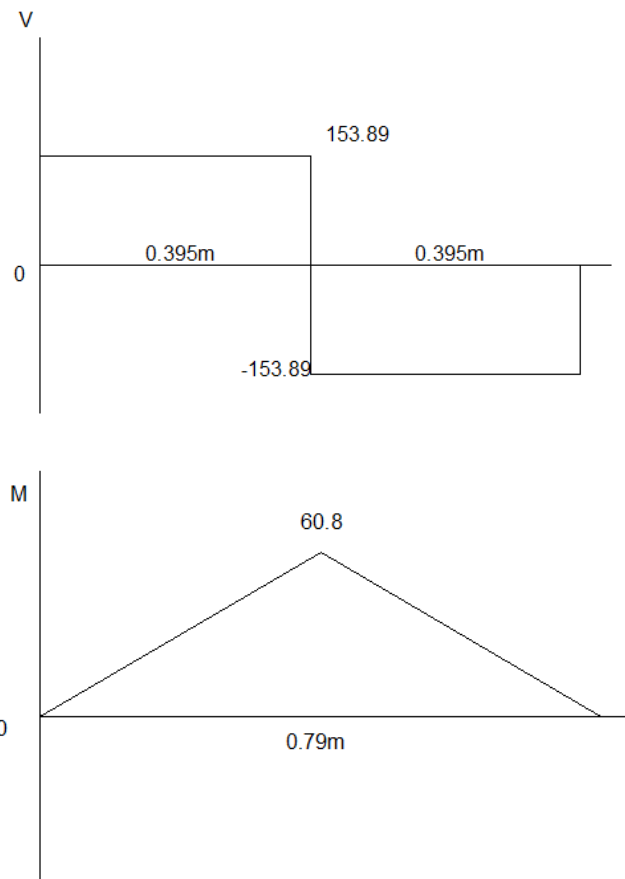


Fig.6.14. Diagramas de Fuerzas y Momentos

(Fuente: Autor)

$$M_{max} = 60.8 \text{ Kg.m} = 596.45 \text{ N.m}$$

Utilizando la Ec. 6.5, tenemos

$$S_{req.} = \frac{596.45 \text{ N.m}}{148.92E06 \text{ N/m}^2}$$

$$S_{req.} = 4.01E - 06 \text{ m}^3 = 4.01 \text{ cm}^3$$

Por estética utilizamos un tubo rectangular de 100x50x2 mm el cual tiene las siguientes características: (Anexo 6)

$$S = 14 \text{ cm}^3$$

$$I = 74.94 \text{ cm}^4$$

$$S_{req} < S$$

Entonces se procede a realizar el cálculo con este tubo.

Utilizando la Ec. 6.7

$$\sigma = \frac{(60.8 \text{ Kg} \cdot \text{m}) * 0.05\text{m}}{(2.06E - 06\text{m}^4)}$$

$$\sigma = 1.48E06 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} = 2.095 \text{ Kpsi}$$

$$S_y = 36 \text{ Kpsi}$$

Reemplazando en la Ec.6.8

$$n_s = \frac{36 \text{ Kpsi}}{2.095 \text{ Kpsi}}$$

$$n_s = 17.2 \quad \text{Ok.}$$

6.6.1.6. Diseño del Eje para Catalina:

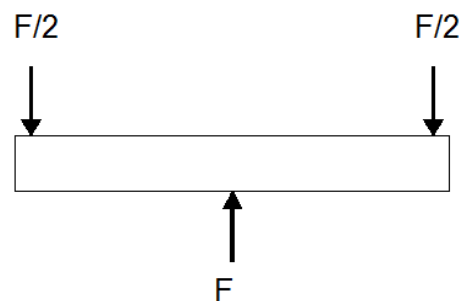


Fig.6.15. Eje de Catalina

(Fuente: Autor)

$F = \text{Fuerza del Gato Hidraulico}$

$$F = 3000 \text{ Kg}$$

$$\phi = 18\text{mm} = 1.8 \text{ cm}$$

Material del Eje: Acero ASTM 4140

$$S_y = 131 \text{ Kpsi} = 9210 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Anexo 7})$$

$$S_{ut} = 153 \text{ Kpsi} = 10757 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo del Factor de Diseño Estático

$$\tau_{max} = \frac{P_n}{2A_c} \quad (6.19)$$

De donde:

$\tau_{max} = \text{Esfuerzo Cortante Max.}$

$P_n = \text{Fuerza Cortante}$

$A_c = \text{Area}$

$$A_c = \frac{\pi \phi^2}{4} \quad (6.20)$$

$$A_c = \frac{\pi(1.8\text{cm})^2}{4} = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$\tau_{max} = \frac{3000 \text{ Kg}}{2(2.54 \text{ cm}^2)}$$

$$\tau_{max} = 590.55 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$n_s = \frac{S_{sy}}{\tau_{max}} \quad (6.21)$$

$$S_{sy} = 0.577 S_y \quad (6.22)$$

$$S_{sy} = 0.577 \left(9210 \frac{Kg}{cm^2} \right)$$

$$S_{sy} = 5314.17 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n_s = \frac{5314.17 \frac{Kg}{cm^2}}{590.55 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$n_s = 8.99 \approx 9 \text{ Ok.}$$

Cálculo del Factor de Diseño Dinámico

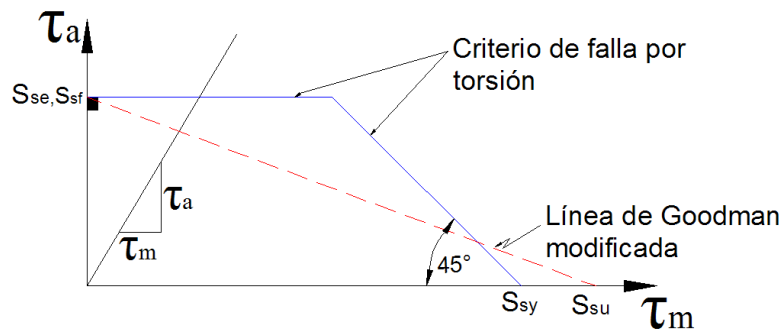


Fig.6.16. Diagrama de Fatiga a Esfuerzo Torsional.

(Fuente: Autor)

$$n_d = \frac{S_{se}}{\tau_a} \quad (6.23)$$

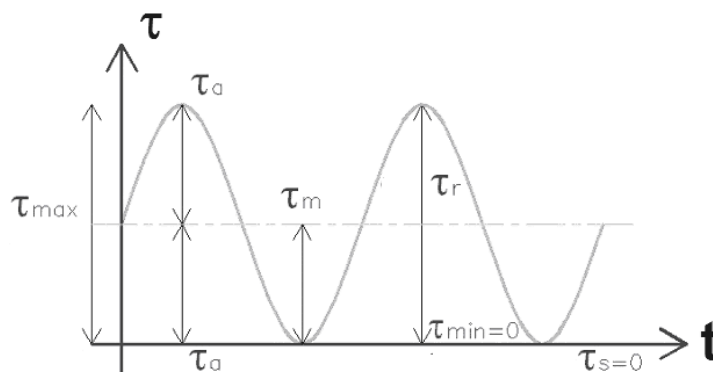


Fig.6.17. Diagrama Esfuerzo Repetitivo Torsional.

(Fuente: Autor)

$$\tau_{xm} = \tau_{xa} = \tau_a = \frac{\tau_{max}}{2} = 295.28 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S_e' \quad (6.13)$$

De donde:

Ka=Factor de superficie

Kb=Factor de tamaño

Kc=Factor de concentración de esfuerzos

Kd=Factor de temperatura

Ke=Factor de confiabilidad

Kf=Factor de efectos diversos

$$S_e' = 0.5 * S_{ut} \quad (6.14)$$

$$S_{ut} = 153 \text{ Kpsi} = 10779.57 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_e' = 0.5 * (10779.57 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$S_e' = 5389.78 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_a = a * S_{ut}^b$$

$$a = 4.51 \quad (\text{Anexo 8})$$

$$b = -0.265$$

$$K_a = 4.51 * (10779.57^{-0.265})$$

$$K_a = 0.39$$

$$d = 1 \text{ plg.}$$

$$0.11 \text{ plg.} \leq d \leq 2 \text{ plg.} \quad (\text{Anexo 8})$$

Entonces:

$$K_b = 0.879 d^{-0.107}$$

$$K_b = 0.879 (1^{-0.107})$$

$$K_b = 0.879$$

$$Kc = 1 \quad (\text{Anexo 9})$$

$$Kd = 1 \quad (\text{Para una temperatura de } 20^{\circ}\text{C})$$

$$\text{Para una confiabilidad del 99\%, } z_a = 2.326 \quad (\text{Anexo 10})$$

Entonces:

$$Ke = 0.814$$

Para un radio de muesca de 1mm y $S_{ut} = 153 \text{ Kpsi}$

$$\text{Entonces } q = 0.86 \quad (\text{Anexo 11})$$

$$Kf = 1 + q(kt - 1) \quad (6.15)$$

$$Kf = 1 + 0.86(0.88 - 1)$$

$$Kf = 0.89$$

Aplicando la Ec. 6.13, tenemos:

$$S_e = 0.39 * 0.879 * 1 * 1 * 0.814 * 0.89 * 5389.78 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$S_e = 1338.56 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{se} = 0.577 * S_e$$

$$S_{se} = 0.577 \left(1338.56 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$S_{se} = 772.35 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$nd = \frac{772.35 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{295.28 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$nd = 2.62 \quad \text{Ok.}$

6.6.1.7. Reductor de Revoluciones:

Se dispone en el taller de un reductor de revoluciones con un mecanismo de tornillo sin fin y corona, la relación de este reductor es de 15:1. (Anexo 13)

La corona posee 30 dientes y el paso diametral de 6 dientes por pulg., y 1 Hp de potencia.

El cual se utilizará para el volteo o giro del tanque, para su vaciado.

6.6.1.8. Selección de Catarina y Cadena de Tracción:

La cadena que vamos a utilizar fue seleccionada en base de la catarina que disponemos en el taller, la misma que tiene los siguientes datos: (Anexo 14)

- ✓ Número de dientes= 19 dientes
- ✓ Paso= 5/8"~16 mm
- ✓ Diámetro externo= 90 mm aprox.
- ✓ Tipo de Piñón Doble

Según los datos del piñón, seleccionamos la cadena.

La tensión máxima que va soportar la cadena es igual a la fuerza del brazo hidráulico que es de 3000 Kg esto es 29.43 KN.

Datos de la cadena: (Anexo 15)

- ✓ Paso=15.875 mm=5/8" ~16mm
- ✓ Diámetro rodillo=10.16 mm
- ✓ Ancho interior= 9.65 mm
- ✓ Tension total= 44.5 KN.

Como la tensión de la cadena es mayor a 29.43 KN, la cadena seleccionada es:

DIM/ISO 10B-2 SERIE B TIPO DOBLE.

6.6.1.9. Eslinga de carga (faja):

La faja se adquirió en el mercado local, la misma que presenta las siguientes especificaciones técnicas: (Anexo 16)

- ✓ Tensión máxima resistente= 3000 Kg
- ✓ Dimensión transversal=50 mm

Como la tensión de la faja es mayor a la que ejerce el tanque, la faja seleccionada es: ECT-050-030-9-GJ

6.6.1.10. Análisis Ergonómico.

El volante para el accionamiento del volteo, tiene un diámetro externo de 200 mm, el cual se ajusta recomendación ergonómica.⁷

La palanca de accionamiento del brazo o gato hidráulico se dimensiono de acuerdo a la recomendación ergonómica⁷, es decir dicho elemento tiene una longitud de 700 mm que está dentro del rango que dice el percentil 95. (Anexo 17).

Cabe recalcar que estos datos se consideraron ergonómicamente con un percentil 95, (Anexo 17).

⁷ *Ergonomía, Diseño de Puestos de Trabajo, Pedro Mondelo , Tomo 3, Edición 2, Paginas 185-186-187*

6.7. METODOLOGÍA (MODELO OPERATIVO)

6.7.1. Dimensionamiento y Construcción

La información que se presenta a continuación, detalla la manera como se realizó la construcción del mecanismo de volteo y vaciado de bidones de 220 litros, tomando en cuenta diseños ya realizados y existentes en el mercado, obviamente, utilizando materiales disponibles tanto en el mercado local como en nuestro taller, este último, pertenece al señor Edwin Rodríguez Vasco, ubicado en la localidad de San Francisco en el Catón Baños de Agua Santa.

6.7.2. Construcción de los Componentes

Chasis:



Fig. 6.18. Nivelación para Soldadura del Chasis.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.19. Soldadura en Chasis.

(Fuente: Autor)



Fig.6.20. Chasis.

(Fuente: Autor)

En este elemento descansara en si todo el mecanismo, también sirve como estabilizador.

Mástil:



Fig. 6.21. Colocación del Mástil.

(Fuente: Autor)

Dicho elemento nos servirá como guía para las Horquillas móviles, también soporta el peso del tanque y de las horquillas.

Horquillas Móviles:



Fig. 6.22. Cuadrante de las Horquillas Móviles.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.23. Soldadura en el Cuadrante.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.24. Posicionamiento de las Horquillas en el Cuadrante.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.25. Soldadura del Cuadrante y Horquillas.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.26. Armado de Guía en las Horquillas Móviles.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.27. Horquillas Móviles Terminada.

(Fuente: Autor)

Esta es una de las partes móviles del sistema, ahí descansara el tanque y el sistema de volteo, tendrá un movimiento hacia arriba y abajo, impulsada o ejercida por la fuerza del gato hidráulico.

Gato Hidráulico:

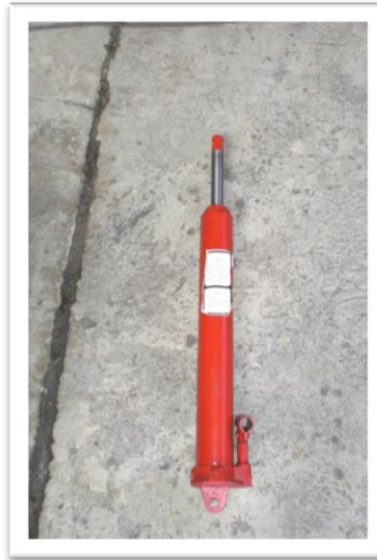


Fig. 6.28. Gato Hidráulico de 3 Toneladas.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.29. Colocación del Gato en el Chasis.

(Fuente: Autor)

Este brazo Hidráulico será el encargado de elevar todo el mecanismo móvil del equipo.

Virola de Volteo:



Fig. 6.30. Virola de Volteo.

(Fuente: Autor)

Por su diseño, brindará un contacto envolvente al tanque de 220 litros, este elemento conforma la parte móvil del mecanismo de volteo y vaciado.

Ejes de Volteo:



Fig. 6.31. Colocación del eje.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.32. Soldadura del eje con la virola.

(Fuente: Autor)



Fig.6.33. Virola con sus dos ejes de volteo.

(Fuente: Autor)

Dichos ejes permiten el giro del tanque para su vaciado, estos descansan en las horquillas móviles.

Ensamblaje de las Horquillas Móviles y Mastil:



Fig. 6. 34. Ensamblaje.

(Fuente: Autor)



Fig.6.35. Mastil y Horquillas posecionadas.

(Fuente: Autor)

Posecionamiento de la Virola en Horquillas Moviles:



Fig. 6.36. Ensamble Virola-Horquillas.

(Fuente: Autor)

Acople para Catarina y Gato Hidráulico:



Fig. 6.37. Acople para Catarina y Gato Hidráulico.

(Fuente: Autor)

Este acople facilita la colocación de la catarina con su eje en el gato hidráulico.

Colocación de la cadena de tracción:



Fig.6.38. Cadena Posecionada.

(Fuente: Autor)

Ruedas:



Fig. 6.39. Armado de Ruedas.

(Fuente: Autor)

Dichas ruedas facilitarán la movilidad del mecanismo de volteo y vaciado de tanques de 220 litros.

En la parte posterior irán dos ruedas locas o de giro múltiple y las ruedas delanteras serán estáticas.

Acoplamiento del reductor de revoluciones:



Fig. 6.40. Reductor de Revoluciones.

(Fuente: Autor)

Este ayudará a tener precisión en el vaciado y volteo del bidón.

Faja:

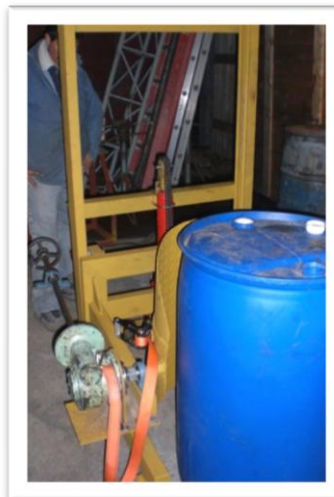


Fig. 6.41. Faja de Nylon incluida seguro y tensor.

(Fuente: Autor)

La faja aprisiona al tanque contra la virola y así poder realizar el volteo y vaciado del bidón.

Modelo terminado.



Fig.6.42. Bidón a nivel de piso.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.43. Bidón en altura máxima.

(Fuente: Autor)

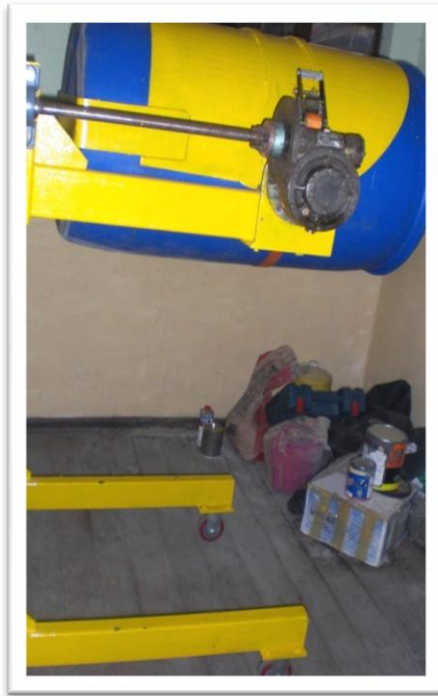


Fig. 6.44. Tanque en posición horizontal.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.45. Bidón a 135° de inclinación.

(Fuente: Autor)



Fig. 6.46. Tanque regresando a posición vertical.

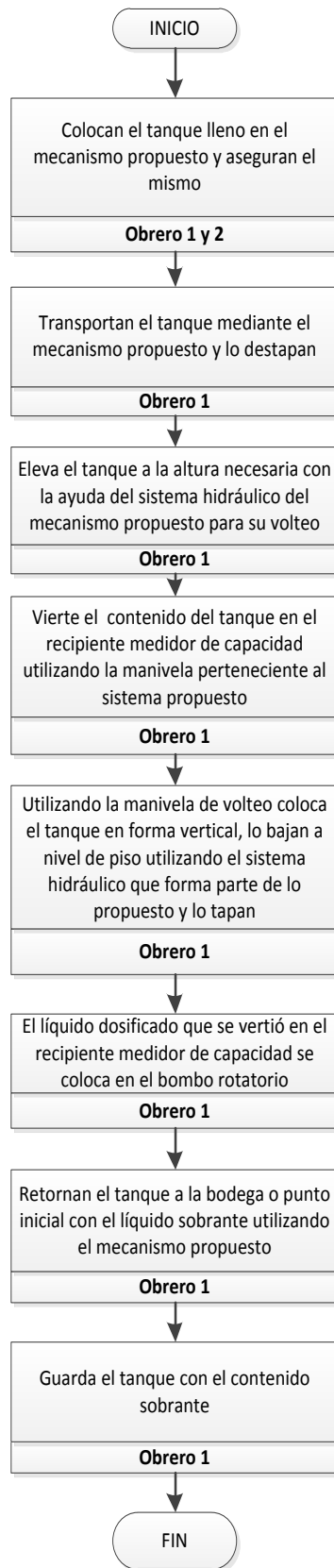
(Fuente: Autor)



Fig. 6.47. Tanque en posición inicial ya vaciado.

(Fuente: Autor)

Proceso Recomendado.



6.8 ADMINISTRACIÓN.

El proyecto investigativo se realizará tomando en cuenta el material bibliográfico disponible, páginas web, catálogos técnicos, etc., para garantizar los resultados y objetivos esperados.

Los cálculos y construcción del prototipo, se llevará a cabo con materiales disponibles en el mercado local, facilitando su adquisición y construcción.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Con la finalidad de garantizar un buen funcionamiento del mecanismo de volteo de tanques de 220 litros, se recomienda:

- No exceder la capacidad de levante de la máquina.
- El mecanismo requiere una lubricación tipo A en forma periódica.
- Antes de utilizar el mecanismo, asegurarse que la válvula del gato hidráulico este cerrada.
- Asegurar el templador de la faja o eslinga al momento de elevar el tanque.
- No utilizar el mecanismo en superficies irregulares e inclinadas.

6.9.1 Recomendaciones para el Montaje.

Las siguientes propuestas para el montaje se detallan en base del plano técnico 1B.

- 1) Colocar las chumaceras en los ejes de volteo.
- 2) La virola giratoria se encuentra soldada con los ejes de volteo.
- 3) Posicionar las chumaceras y ejes de volteo en el mástil.
- 4) Introducir el ensamble del paso 3 por la parte superior de las columnas guías que se encuentran soldadas con el chasis.

- 5) Se recomienda posesionar al ensamble entre el chasis y las columnas guía en forma horizontal para facilitar la colocación del ensamble del paso 3.
- 6) Una vez colocado el ensamble 3 en las columnas guía, procedemos colocar el gato hidráulico sobre el chasis como se detalla en el plano técnico.
- 7) Posteriormente colocamos en el acople para el gato hidráulico la catalina y el eje para el gato, como se ilustra en el plano técnico.
- 8) El ensamble del paso 7 posesionamos en el gato hidráulico.
- 9) Colocamos la cadena de transmisión en el ensamble del paso 8 y sujetamos o empernamos dicha cadena con el parante que está soldado con las columnas guía.
- 10) El extremo sobrante de la cadena, empernamos con el mástil.
- 11) El reductor de revoluciones se instala como se detalla en las fotografías del prototipo terminado conjuntamente con la faja y el seguro.
- 12) Las ruedas se encuentran empernadas según el plano técnico.

BIBLIOGRAFÍA.

Libros.

- MARKS, MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO, Vol I Mc Graw-Hill, México 1984.
- MOTT ROBERT, DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS, Prentice-Hall, México, 1992.
- SHIGLEY JOSEPH, MANUAL DE DISEÑO MECÁNICO, McGraw-Hill, México, 1989.
- CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES, Donald Askeland, Tercera Edición, 2002.
- LARBURÚ NICOLAS, PRONTUARIO MÁQUINAS HERRAMIENTAS, Paraninfo, Madrid; 1994.
- TUTORIAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, Galo Naranjo, Segunda Edición, 2008.
- ESTADÍSTICA, Mario Triola, Novena Edición 2004.
- ERGONOMÍA, Pedro Mondelo, Tomo 1, Tercera Edición.

Páginas Web.

- Portal del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.
- www.novadinamica.com

ANEXOS

ANEXO 1

DIMENSIONES DE TANQUE DE 220 LITROS



Información detallada de

Bidón plástico 220 l.

: ID Producto: 5487816 Bidón de 220 litros de polietileno alta densidad y alto peso molecular (PEAD-APM). Tapa con apertura total de polietileno de alta densidad (PEAD). Dimensiones de 594 x 975 x 472 con una capacidad de 220 litros. Aro de fleje y cierre de acero galvanizado. El aro del cuerpo prensado junto con la tapa estándar, ofrecen unas ventajas básicas como, mayor posibilidad de carga en apilamientos. Mejora la resistencia a las caídas, incrementando su estanqueidad. Fabricados con PWDS (reparto radial) logrando unos espesores mucho más homogéneos que permiten una mejor resistencia a la compresión. Fácil apertura y cierre. Manejo más sencillo. Vaciado óptimo. Seguridad en el transporte. Fácil manipulación con los mecanismos tradicionales.

ANEXO 2

DENSIDAD DEL ACEITE DE BACALAO O PESCADO



Aceite de pescado crudo

► Características

Aceite centrifugado y clarificado, con bajo contenido de humedad, lo que le otorga mayor estabilidad oxidativa. De ser requerido, puede incluirse antioxidantes para aumentar la vida útil del producto. Antioxidante Estándar: Etoxiquina 500 ppm máx. Otros, a pedido del cliente.

► Presentación

Barriles Metálicos de 200 litros (192-193 kg).

Especificaciones - Calidad Standard

FFA (como % de ac. Oleico)	5 máx.
Índice de peróxidos	5 máx.
Índice de anisidina	15 máx.
Totox	25 máx.
Índice de Yodo (Wijs)	150 - 185
Humedad e impurezas	1% máx.
Densidad a 25° C	0.94 g/ml
Metales pesados	10 ppm máx.

Especificaciones - Calidad Premium

FFA (como % de ac. Oleico)	3 máx.
Índice de peróxidos	5 máx.
Índice de anisidina	15 máx.
Totox	25 máx.
Índice de Yodo (Wijs)	150 - 185
Humedad e impurezas	1% máx.
Densidad a 25° C	0.94 g/ml
Metales pesados	10 ppm máx.

ANEXO 3

DENSIDAD DEL ACERO

Sustancia	Densidad media (en kg/m ³)
Aceite	920
Acero	7850
Agua destilada a 4 °C	1000
Agua de mar	1027
Aire	1,2
Aerogel	1-2
Alcohol	780
Magnesio	1740
Aluminio	2700
Carbono	2260
Caucho	950
Cobre	8960
Cuerpo humano	950
Diamante	1320
Gasolina	680
Helio	0,18
Hielo	980
Hierro	7874
Hormigón armado	2400-2500

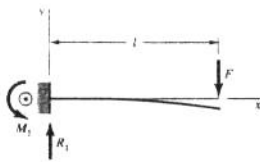
ANEXO 4

DEFLEXIÓN DE VIGAS

Tabla E-9

Cortante, momento y deflexión de vigas

1 En voladizo: carga en extremo

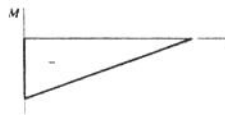
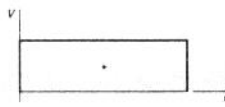


$$R_1 = V = F \quad M_1 = -Fl$$

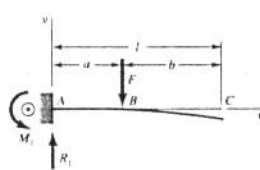
$$M = F(x-l)$$

$$y = \frac{Fx^2}{6EI}(x-3l)$$

$$y_{\max} = -\frac{Fl^3}{3EI}$$



2 En voladizo: carga intermedia



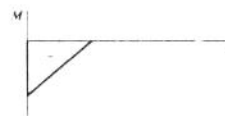
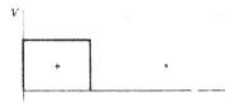
$$R_1 = V = F \quad M_1 = -Fa$$

$$M_{AB} = F(x-a) \quad M_{BC} = 0$$

$$y_{AB} = \frac{Fx^2}{6EI}(x-3a)$$

$$y_{BC} = \frac{Fa^2}{6EI}(a-3x)$$

$$y_{\max} = \frac{Fa^2}{6EI}(a-3l)$$




ANEXO 5

ACERO ASTM A36 (ACERO COMERCIAL)

> ACERO ASTM A - 36 (NTC 1920)

Inicio > Acero ASTM A - 36 (NTC 1920)



Es un acero estructural al carbono, utilizado en construcción de estructuras metálicas, puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas, herrajes eléctricos y señalización.

> Composición química de la colada

Carbono (C)	0,26% máx
Manganeso (Mn)	No hay requisito
Fósforo (P)	0,04% máx
Azufre (S)	0,05% máx
Silicio (Si)	0,40% máx
* Cobre (Cu)	0,20% mínimo

*Cuando se especifique

> Propiedades Mecánicas

Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
Mpa	Psi	psi		Mpa	
		Min	Máx	Min	Máx
250	36000	58000	80000	400	550

Nota: en la Norma Técnica Colombiana (NTC 1920) no se incluyen los requerimientos de propiedades mecánicas expresados en los psi. Los valores establecidos en cada sistema no son exactamente equivalentes, pero se pueden emplear indistintamente. Por ejemplo, cuando se calcule el punto de fluencia en psi se debe comparar contra el requerimiento de psi; si se determina en Mpa se compara contra Mpa.

ANEXO 6

TUBO RECTAGULAR



ESPECIFICACIONES GENERALES

Largo Normal: 6 m
 Recubrimiento: Negro o Galvanizado
 Dimensiones: Desde 3/4 a 1 1/2 plg a 2 x 6 plg (20 x 40) a (50 x 150) mm
 Espesores: Desde 1.5 a 4 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132 SPHT-1
 ASTM A 569
 ASTM A-36
 Observaciones: Otros dimensiones y largos previa consulta



NORMA INTERNA

Tolerancia Dimensional:

a ± 0.30 mm
 b ± 0.40 mm

Variación Longitud: -0

+10

Rectitud: 0.4% de longitud (máximo)

Radio máximo: 3 veces el espesor

DIMENSIONES			PESO Kg/6m	AREA cm ²	PROPIEDADES					
B mm	H mm	e mm			EJE X-X			EJE Y-Y		
					I cm ⁴	W cm ³	i cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	40	1.5	7.86	1.65	3.26	1.63	1.37	1.09	1.09	0.81
		2.0	10.08	2.14	4.04	2.02	1.37	1.33	1.33	0.79
25	50	1.5	10.56	2.10	6.39	2.56	1.74	2.19	1.75	1.02
		2.0	13.38	2.74	8.37	3.35	1.75	2.80	2.24	1.01
30	50	1.5	10.62	2.25	7.53	3.01	1.83	3.41	2.27	1.23
		2.0	13.86	2.94	9.52	3.81	1.80	4.28	2.85	1.21
		3.0	19.80	4.21	12.78	5.11	1.74	5.66	3.77	1.16
40	60	1.5	14.04	2.91	14.90	4.97	2.26	7.94	3.97	1.65
		2.0	17.58	3.74	18.39	6.13	2.22	9.81	4.90	1.62
		3.0	25.50	5.41	25.31	8.44	2.16	13.37	6.69	1.57
		4.0	32.70	6.95	30.83	10.28	2.11	16.15	8.08	1.52
30	70	1.5	14.04	2.91	18.08	5.17	2.49	4.76	3.17	1.28
		2.0	17.58	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
		3.0	25.50	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
		4.0	32.70	6.95	37.07	10.59	2.31	9.30	6.20	1.16
40	80	1.5	18.06	3.74	31.75	7.94	2.91	10.77	5.39	1.70
		2.0	21.36	4.54	37.32	9.33	2.87	12.70	6.35	1.67
		3.0	31.14	6.61	52.16	13.04	2.81	17.49	8.75	1.63
		4.0	40.26	8.55	64.59	16.15	2.75	21.33	10.67	1.58
50	100	2.0	27.00	5.74	74.94	14.99	3.61	25.65	10.26	2.11
		3.0	39.60	8.41	106.34	21.27	3.56	35.97	14.39	2.07
		4.0	51.54	10.59	133.88	26.78	3.56	44.76	17.90	2.02
50	150	2.0	36.42	7.74	207.45	27.66	5.18	37.17	14.87	2.19
		3.0	53.76	11.41	298.35	39.78	5.11	52.54	21.02	2.15
		4.0	70.38	14.95	380.98	50.80	5.05	65.92	26.37	2.10

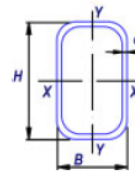
APLICACIONES

Usos Estructurales

- Estructuras para techos de vidrio
- Cerramientos
- Portones
- Postes de señalización

Otros Usos

- Carrocerías
- Muebles metálicos
- Máquinas para gimnasio
- Casetas
- Fabricación de maquinaria industrial
- Remolques



NOMENCLATURA

A= Área de la selección transversal del tubo, cm² W= Módulo resistente de la sección, cm³

I= Momento de Inercia de la sección, cm⁴ i= Radio de giro de la sección, cm

ANEXO 7

ACERO AISI 4140

ACERO AISI-SAE 4140 (UNS G41400)

1. **Descripción:** es un acero medio carbono aleado con cromo y molibdeno de alta templeabilidad y buena resistencia a la fatiga, abrasión e impacto. Este acero puede ser niturado para darle mayor resistencia a la abrasión. Es susceptible al endurecimiento por tratamiento térmico

2. **Normas involucradas:** ASTM 322

3. **Propiedades mecánicas:** Dureza 275 - 320 HB (29 - 34 HRc)
Esfuerzo a la fluencia: 690 MPa (100 KSI)
Esfuerzo máximo: 900 - 1050 MPa (130 - 152 KSI)
Elongación mínima 12%
Reducción de área mínima 50%

4. **Propiedades físicas:** Densidad 7.85 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. **Propiedades químicas:** 0.38 - 0.43% C
0.75 - 1.00 % Mn
0.80 - 1.10 % Cr
0.15 - 0.25 % Mo
0.15 - 0.35 % Si
0.04 % P máx
0.05 % S máx

6. **Usos:** se usa para piñones pequeños, tijeras, tornillo de alta resistencia, espárragos, guías, seguidores de leva, ejes reductores, cincelos.

7. **Tratamientos térmicos:** se austeniza a temperatura entre 830 - 850 °C y se da temple en aceite. El revenido se da por dos horas a 200°C para obtener dureza de 57 HRc y si se da a 315°C la dureza será de 50 HRc. Para recocido se calienta entre 680 - 720°C con dos horas de mantenimiento, luego se enfría a 15°C por hora hasta 600°C y se termina enfriando al aire tranquilo. Para el alivio de tensiones se calienta entre 450 - 650°C y se mantiene entre ½ y 2 horas. Se enfría en el horno hasta 450°C y luego se deja enfriar al aire tranquilo.

NOTA

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

ANEXO 8

DISEÑO POR FATIGA (FACTORES EXTERNOS)

Tabla 6-2

Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin, ecuación (6-19)

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

De C. J. Nall y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3, núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horgan (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducida con autorización.

EJEMPLO 6-3

Un acero tiene una resistencia última mínima de 520 MPa y una superficie maquinada. Estime k_s .

Solución De la tabla 6-2, $a = 4.51$ y $b = -0.265$. Entonces, de la ecuación (6-19)

Respuesta $k_s = 4.51(520)^{-0.265} = 0.860$

De nuevo, es importante observar que ésta es una aproximación, dado que por lo general los datos están muy dispersos. Además, ésta no es una corrección que pueda tomarse a la ligera. Por ejemplo, si en el ejemplo anterior el acero fuera forjado, el factor de corrección sería de 0.540, una reducción significativa de la resistencia.

Factor de tamaño k_b

El factor de tamaño se evaluó en 133 conjuntos de puntos de datos.¹⁵ Los resultados para flexión y torsión pueden expresarse como

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases} \quad (6-20)$$

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual

$$k_b = 1 \quad (6-21)$$

pero vea k_c .

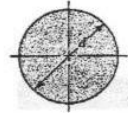
Uno de los problemas que se surgen al utilizar la ecuación (6-20) es qué hacer cuando una barra redonda en flexión no está girando, o cuando se utiliza una sección no circular. Por ejemplo, ¿cuál es el factor de tamaño de una barra de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho? En el método que se utilizará aquí se emplea una *dimensión efectiva* d_e que se obtiene al igualar

ANEXO 9

DISEÑO POR FATIGA (FACTORES EXTERNOS)

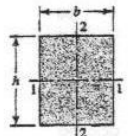
Tabla 6-3

Áreas $A_{0.95\sigma}$ de perfiles estructurales no relativos



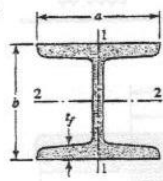
$$A_{0.95\sigma} = 0.01046d^2$$

$$d_e = 0.370d$$



$$A_{0.95\sigma} = 0.05hb$$

$$d_e = 0.808\sqrt{hb}$$



$$A_{0.95\sigma} = \begin{cases} 0.10at_f & \text{eje 1-1} \\ 0.05ba & \text{eje 2-2} \end{cases} \quad t_f > 0.025a$$



$$A_{0.95\sigma} = \begin{cases} 0.05ab & \text{eje 1-1} \\ 0.052xa + 0.1t_f(b-x) & \text{eje 2-2} \end{cases}$$

Factor de temperatura k_c

Cuando se realizan los ensayos de fatiga con carga de flexión rotatoria, axial (empujar y jalar) y de torsión, los límites de resistencia a la fatiga difieren con S_{un} . Este tema se analiza más adelante en la sección 6-17. Aquí, se especificarán valores medios del factor de carga como

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases} \quad (6-26)$$

Factor de temperatura k_d

Cuando las temperaturas de operación son menores que la temperatura ambiente, la fractura frágil es una posibilidad fuerte, por lo que se necesita investigar primero. Cuando las temperaturas de operación son mayores que la temperatura ambiente, primero se debe investigar la fluencia porque la resistencia a ésta disminuye con rapidez con la temperatura; vea la figura 2-9. Cualquier esfuerzo inducirá flujo plástico en un material que opera a temperaturas elevadas, por lo que también se sugiere considerar este factor. Por último, puede ser cierto que no existe límite a la fatiga en el caso de materiales que operan a temperaturas elevadas.

¹⁷ Use esto sólo para la carga por fatiga torsional. Cuando la torsión está combinada con otros esfuerzos, como la flexión, $k_c = 1$ y la carga combinada se maneja usando el esfuerzo de von Mises efectivo como en la sección 5-5. Nota: Para la torsión pura, la energía de distorsión predice que $(k_c)_{torsión} = 0.577$.

DISEÑO POR FATIGA (FACTORES EXTERNOS)

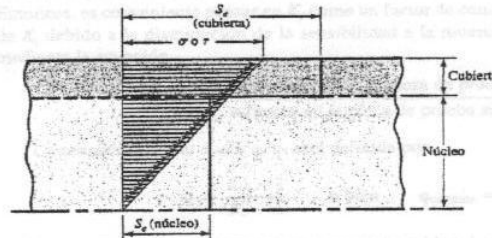
Tabla 6-5

Factores de confiabilidad k_a correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga

Confiabilidad, %	Variación de transformación, z	Factor de confiabilidad, k_a
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Figura 6-19

Falla de una parte con endurecimiento superficial por flexión o torsión. En este ejemplo, la falla ocurre en el núcleo.



Factor de efectos varios k_f

Aunque el factor k_f tiene el propósito de tomar en cuenta la reducción del límite de resistencia a la fatiga debida a todos los otros efectos, en verdad significa un recordatorio que estos efectos se deben tomar en cuenta, porque los valores reales de k_f no siempre están disponibles.

Los esfuerzos residuales mejoran el límite de resistencia a la fatiga o lo afectan de manera negativa. En general, si el esfuerzo residual en la superficie de la parte es de compresión, el límite de resistencia a la fatiga mejora. Las fallas por fatiga parecen ser fallas de tensión, o al menos las provoca un esfuerzo de tensión, por lo cual cualquier cosa que reduzca el esfuerzo de tensión también reducirá la posibilidad de una falla por fatiga. Las operaciones como el granallado, el martillado y el laminado en frío acumulan esfuerzos de compresión en la superficie de la parte y mejoran mucho el límite de resistencia a la fatiga. Por supuesto, el material no se debe trabajar hasta agotarlo.

Los límites de la resistencia a la fatiga de partes hechas de placas o barras laminadas o estiradas, así como las partes forjadas, quizá se vean afectadas por las llamadas *características direccionales* de la operación. Por ejemplo, las partes laminadas o estiradas tienen un límite de resistencia a la fatiga en la dirección transversal que puede ser 10 a 20% menor que el límite de resistencia a la fatiga en la dirección longitudinal.

Las partes con endurecimiento superficial fallan en la superficie o en el radio máximo del núcleo, según sea el gradiente de esfuerzos. En la figura 6-19 se muestra la distribución de esfuerzo triangular típica de una barra sometida a tensión o torsión. También se grafican con una línea gruesa en esta figura los límites de resistencia a la fatiga S_f de la capa superficial y del núcleo. En este ejemplo, el límite de resistencia a la fatiga del núcleo domina el diseño porque en la figura se observa que el esfuerzo σ o τ , o cualquiera que se aplique en el radio exterior del núcleo, resulta mucho mayor que el límite de resistencia a la fatiga del núcleo.

DISEÑO POR FATIGA (FACTORES EXTERNOS)

Tabla 6-1

Diseño y 6-10

Concentración del esfuerzo y sensibilidad a la muesca

En la sección 3-13 se puntualizó que la existencia de irregularidades o discontinuidades, como orificios, ranuras o muescas incrementa de manera significativa los esfuerzos teóricos en la vecindad inmediata de la discontinuidad. La ecuación (3-48) definió un factor de concentración del esfuerzo K_t (o K_{ts}), que se usa con el esfuerzo nominal para obtener el esfuerzo máximo resultante debido a la irregularidad o defecto. De aquí que algunos materiales no sean completamente sensibles a la presencia de muescas y, por lo tanto, para ellos puede usarse un valor reducido de K_t . En el caso de estos materiales, el esfuerzo máximo es, en realidad,

$$\sigma_{\max} = K_f \sigma_0 \quad \text{o bien} \quad \tau_{\max} = K_{fs} \tau_0 \quad (6-30)$$

donde K_f es un valor reducido de K_t , y σ_0 es el esfuerzo nominal. El factor K_f se llama comúnmente *factor de concentración del esfuerzo por fatiga*, y a eso se debe el subíndice *f*. Entonces, es conveniente pensar en K_f como un factor de concentración del esfuerzo reducido de K_t , debido a la disminución de la sensibilidad a la muesca. El factor resultante se define mediante la ecuación

$$K_f = \frac{\text{esfuerzo máximo en la pieza de prueba con muesca}}{\text{esfuerzo en la pieza de prueba sin muesca}} \quad (6)$$

La sensibilidad a la muesca, q , está definida por

$$q = \frac{K_f - 1}{K_t - 1} \quad \text{o bien} \quad q_{\text{cortante}} = \frac{K_{fs} - 1}{K_{ts} - 1} \quad (6-31)$$

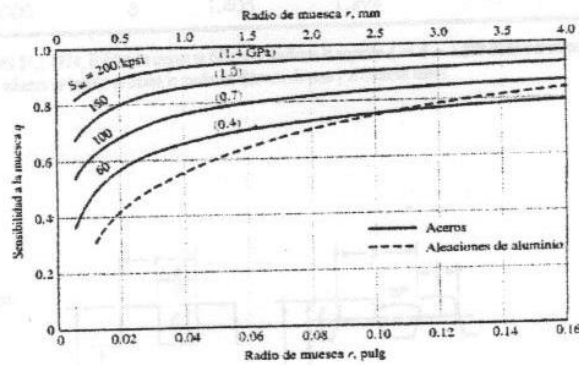
donde q se encuentra usualmente entre cero y la unidad. La ecuación (6-31) muestra que si $q = 0$, entonces $K_f = 1$, y el material no tiene ninguna sensibilidad a la muesca. Por otro lado, si $q = 1$, entonces $K_f = K_t$, y el material tiene sensibilidad total a la muesca. En el trabajo de análisis o diseño, primero encuentre K_t , a partir de la geometría de la parte. Después, especifique el material, encuentre q , y despeje para K_f de la ecuación

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \quad \text{o bien} \quad K_{fs} = 1 + q_{\text{cortante}}(K_{ts} - 1) \quad (6-32)$$

En el caso de los aceros y las aleaciones de aluminio 2024, use la figura 6-20 para encontrar q de la carga de flexión y axial. Para la carga cortante, use la figura 6-21. Si emplea estas gráficas es bueno saber que los ensayos reales, de los cuales se obtuvieron estas curvas, pre-

Figura 6-20

Sensibilidad a la muesca en el caso de aceros y aleaciones de aluminio forjado UNS A92024-T, sometidos a flexión inversa de cargas axiales inversas. Para radios de muesca más grandes, use los valores de q correspondientes a la ordenada $r = 1.0$ pulg (4 mm). [De George Sines y J. L. Waisman (eds.), *Metal Fatigue*, McGraw-Hill, Nueva York, Copyright © 1969 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.]



ANEXO 12

UPN PERFIL A36



UPN

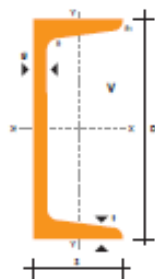
PERFILES LAMINADOS
UPN

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00 mts. Y 12,00 mts
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						SECCION cm ²	PESOS kg/mt	TIPOS			
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 cm ⁴			I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	8.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



ANEXO 13

REDUCTORES DE REVOLUCIONES



3.6.- PRESTACIONES REDUCTORES OR

OR 63													10,5				
i ^r	n ₁ = 2800 rpm				n ₁ = 1400 rpm				n ₁ = 900 rpm				n ₁ = 500 rpm				IEC
	n ₂ rpm	T _{2a} Nm	P kW	RD %	n ₂ rpm	T _{2a} Nm	P kW	RD %	n ₂ rpm	T _{2a} Nm	P kW	RD %	n ₂ rpm	T _{2a} Nm	P kW	RD %	
7,9	354	140	5,8	90	177	170	3,5	90	114	190	2,5	90	63	200	1,5	90	112 BS 112 B14 100 BS 100 B14 90 BS 90 B14 80 BS 80 B14 71 BS 63 BS
10,3	272	150	4,7	90	136	185	2,9	90	88	200	2,0	90	49	215	1,2	90	
11,5	244	155	4,4	90	122	190	2,7	90	78	205	1,9	90	44	220	1,1	90	
13,3	211	175	4,3	90	105	220	2,7	90	68	235	1,9	90	38	245	1,1	90	
14,8	189	180	4,0	90	94	220	2,4	90	61	240	1,7	90	34	250	0,99	90	
17,2	163	185	3,5	90	82	220	2,1	90	52	245	1,5	90	29	255	0,86	90	
19,5	143	190	3,2	90	72	230	1,9	90	46	245	1,3	90	26	255	0,77	90	
23,7	118	220	3,0	90	59	240	1,6	90	38	260	1,1	90	21	270	0,66	90	
27,5	102	225	2,7	90	51	240	1,4	90	33	260	1,0	90	18,2	270	0,57	90	
31,2	90	230	2,4	90	45	240	1,3	90	29	260	0,88	90	16,0	270	0,50	90	
35,8	78	230	2,1	90	39	250	1,1	90	25	260	0,76	90	14,0	270	0,44	90	
44,6	63	230	1,7	90	31	250	0,90	90	20	260	0,61	90	11,2	270	0,35	90	
52,4	53	230	1,4	90	27	250	0,79	90	17,2	260	0,52	90	9,5	270	0,30	90	
69,0	41	230	1,1	90	20	250	0,58	90	13,0	260	0,39	90	7,2	270	0,23	90	
79,5	35	230	0,94	90	17,6	250	0,51	90	11,3	260	0,34	90	6,3	270	0,20	90	
90,6	31	200	0,72	90	15,4	230	0,41	90	9,9	250	0,29	90	5,5	265	0,17	90	
103,8	27	200	0,63	90	13,5	235	0,37	90	8,7	250	0,25	90	4,8	265	0,15	90	
129,3	22	200	0,51	90	10,8	240	0,30	90	7,0	260	0,21	90	3,9	270	0,12	90	
151,9	18,4	205	0,44	90	9,2	245	0,26	90	5,9	260	0,18	90	3,3	280	0,11	90	
200,1	14,0	210	0,34	90	7,0	250	0,20	90	4,5	260	0,14	90	2,5	280	0,08	90	
243,3	11,5	230	0,31	90	5,8	250	0,17	90	3,7	270	0,12	90	2,1	290	0,07	90	
280,4	10,0	230	0,27	90	5,0	250	0,15	90	3,2	280	0,10	90	1,8	290	0,06	90	
346,4	8,1	230	0,22	90	4,0	250	0,12	90	2,6	280	0,08	90	1,4	290	0,05	90	

OR 71													18,0				
i ^r	n ₁ = 2800 rpm				n ₁ = 1400 rpm				n ₁ = 900 rpm				n ₁ = 500 rpm				IEC
	n ₂ rpm	T _{2a} Nm	P kW	RD %	n ₂ rpm	T _{2a} Nm	P kW	RD %	n ₂ rpm	T _{2a} Nm	P kW	RD %	n ₂ rpm	T _{2a} Nm	P kW	RD %	
6,9	408	220	10,4	90	204	270	6,4	90	131	294	4,5	90	73	296	2,5	90	112 BS 112 B14 100 BS 100 B14 90 BS 90 B14 80 BS 80 B14 71 BS 63 BS
8,4	333	250	9,7	90	167	300	5,8	90	107	312	3,9	90	59	313	2,1	90	
9,9	282	260	8,5	90	141	320	5,2	90	91	350	3,7	90	50	350	2,0	90	
11,4	246	280	8,0	90	123	340	4,9	90	79	380	3,5	90	44	435	2,2	90	
13,9	201	320	7,5	90	100	400	4,7	90	65	440	3,3	90	36	490	2,1	90	
16,5	170	330	6,5	90	85	400	4,0	90	55	440	2,8	90	30	500	1,7	90	
18,7	150	330	5,8	90	75	410	3,6	90	48	460	2,6	90	27	580	1,8	90	
22,9	122	350	5,0	90	61	430	3,1	90	39	490	2,2	90	22	585	1,5	90	
27,1	103	375	4,5	90	52	460	2,8	90	33	525	2,0	90	18,5	597	1,3	90	
30,6	92	375	4,0	90	46	460	2,5	90	29	525	1,8	90	16,4	597	1,1	90	
37,1	76	375	3,3	90	38	460	2,0	90	24	525	1,5	90	13,5	597	0,94	90	
42,6	66	375	2,9	90	33	460	1,8	90	21	525	1,3	90	11,7	597	0,81	90	
49,3	57	375	2,5	90	28	460	1,5	90	18,2	525	1,1	90	10,1	599	0,70	90	
53,4	52	375	2,3	90	26	460	1,4	90	16,9	525	1,0	90	9,4	602	0,66	90	
57,9	48	375	2,1	90	24	460	1,3	90	15,5	525	0,95	90	8,6	604	0,60	90	
76,1	37	375	1,6	90	18,4	460	0,98	90	11,8	525	0,72	90	6,6	610	0,47	90	
87,4	32	375	1,4	90	16,0	460	0,86	90	10,3	525	0,63	90	5,7	612	0,41	90	
98,6	28	375	1,2	90	14,2	460	0,76	90	9,1	525	0,56	90	5,1	614	0,36	90	
107,6	26	375	1,1	90	13,0	460	0,70	90	8,4	525	0,51	90	4,6	598	0,32	90	
123,5	23	375	1,0	90	11,3	460	0,60	90	7,3	525	0,45	90	4,0	608	0,28	90	
143,1	19,6	375	0,86	90	9,8	460	0,52	90	6,3	525	0,38	90	3,5	618	0,25	90	
154,8	18,1	375	0,79	90	9,0	460	48	90	5,8	525	0,35	90	3,2	621	0,23	90	
168,0	16,7	375	0,73	90	8,3	460	0,44	90	5,4	525	0,33	90	3,0	622	0,22	90	
179,6	15,6	375	0,68	90	7,8	460	0,42	90	5,0	513	0,30	90	2,8	555	0,18	90	
193,6	14,5	375	0,63	90	7,2	460	0,39	90	4,6	516	0,28	90	2,6	558	0,17	90	
209,4	13,4	375	0,58	90	6,7	460	0,36	90	4,3	522	0,26	90	2,4	567	0,16	90	
220,8	12,7	375	0,55	90	6,3	460	0,34	90	4,1	525	0,25	90	2,3	625	0,17	90	
253,4	11,0	375	0,48	90	5,5	460	0,29	90	3,6	525	0,22	90	2,0	625	0,15	90	
286,0	9,6	375	0,43	90	4,9	460	0,26	90	3,1	525	0,19	90	1,7	625	0,12	90	
298,8	9,4	375	0,41	90	4,7	460	0,25	90	3,0	525	0,18	90	1,7	590	0,12	90	
342,9	8,2	375	0,36	90	4,1	460	0,22	90	2,6	525	0,16	90	1,5	607	0,11	90	
387,0	7,2	375	0,31	90	3,6	460	0,19	90	2,3	525	0,14	90	1,3	618	0,09	90	

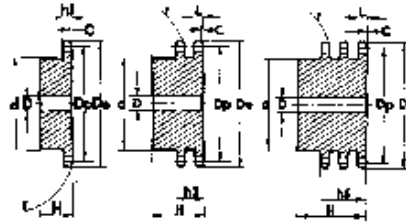
ANEXO 14

CATALINA O PIÑÓN PARA CADENA

Piñones ASA o ANSI

para cadenas simples, dobles y triples de rodillos según las normas:
DIN 8188 - ISO/R 606 - ANSI B 29, 1

5/8" x 3/8"



CADENA	ASA 50	PIÑONES	ASA 50
Paso	15,875	Radio diente	r 17
Ancho interno	9,52	Ancho radio	C 2
Rodillo Ø	10,16	Ancho diente	h₁ 9
		Ancho diente	L 8,8
		Ancho diente	h₂ 26,9
		Ancho diente	h₃ 45
		Altura total	H -

10A -1-2-3 15,875 x 9,52 mm

Material C43 UNI 7847

* Tipos con núcleo soldado

* Material FE 50

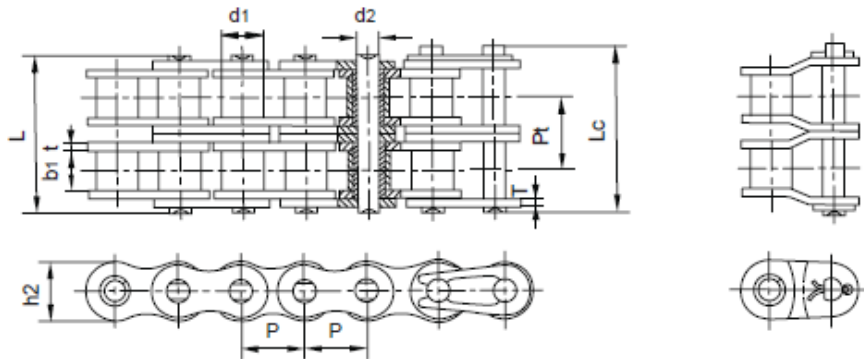
8	47,0	41,48	PS 10A08	25	10	25								
9	52,6	46,42	PS 10A09	30	10	25								
10	57,5	51,37	PS 10A10	35	10	25								
11	63,0	56,34	PS 10A11	37	12	30								
12	68,0	61,34	PS 10A12	42	12	30				PT 10A12	44	16	55	
13	73,0	66,32	PS 10A13	47	12	30	PD 10A13	49	14	40	PT 10A13	49	16	55
14	78,0	71,34	PS 10A14	52	12	30	PD 10A14	54	14	40	PT 10A14	54	16	55
15	83,0	76,36	PS 10A15	57	12	30	PD 10A15	59	14	40	PT 10A15	59	16	55
16	88,0	81,37	PS 10A16	60	12	30	PD 10A16	64	16	45	PT 10A16	64	16	60
17	93,0	86,39	PS 10A17	60	12	30	PD 10A17	69	16	45	PT 10A17	69	16	60
18	98,3	91,42	PS 10A18	70	14	30	PD 10A18	74	16	45	PT 10A18	74	16	60
19	103,3	96,45	PS 10A19	70	14	30	PD 10A19	79	16	45	PT 10A19	79	16	60
20	108,4	101,49	PS 10A20	75	14	30	PD 10A20	84	16	45	PT 10A20	84	16	60
21	113,4	106,52	PS 10A21	75	16	30	PD 10A21	85	16	45	PT 10A21	85	20	60
22	118,0	111,55	PS 10A22	80	16	30	PD 10A22	90	16	45	PT 10A22	90	20	60
23	123,4	116,58	PS 10A23	80	16	30	PD 10A23	95	16	45	PT 10A23	95	20	60
24	128,3	121,62	PS 10A24	80	16	30	PD 10A24	100	16	45	PT 10A24	100	20	60
25	134,4	126,66	PS 10A25	80	16	30	PD 10A25	105	16	45	PT 10A25	105	20	60
26	139,0	131,70	PS 10A26	85	20	35				PT 10A26	110	20	60	
27	144,0	136,75	PS 10A27	85	20	35				PT 10A27	110	20	60	
28	148,7	141,78	PS 10A28	90	20	35				PT 10A28	115	20	60	
29	153,8	146,83	PS 10A29	90	20	35								
30	158,8	151,87	PS 10A30	90	20	35								
31	163,9	156,92	PS 10A31	95	20	35								
32	168,9	161,95	PS 10A32	95	20	35								
33	174,5	167,00	PS 10A33	95	20	35								
34	179,0	172,05	PS 10A34	95	20	35								
35	184,1	177,10	PS 10A35	95	20	35								
36	189,1	182,15	PS 10A36	100	20	35								



Cadenas de Rodillos Dobles / SERIE B



Cadenas de rodillo doble



REFERENCIA	PASO	DIAMETRO DE RODILLO	ANCHO INTERIOR	DIAMETRO EJE	LONGITUD DE EJE		ANCHO MALLAS	GROSOR DE MALLAS	PASO TRANSVERSAL	FUERZA DE TENSION TOTAL	FUERZA DE TENSION MEDIA	PESO POR METRO
DIN/ISO	P	d1 máx	b1 mín	d2 máx	L máx	Le máx	h2 máx	t máx	Pt	Q mín	Qr	q
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kN	kN	kg/m.
05B-2	8.000	5.00	3.00	2.31	13.9	14.5	7.10	0.80	5.64	7.8	10.2	0.33
*06B-2	9.525	6.35	5.72	3.28	23.4	24.4	8.20	1.30	10.24	16.9	18.7	0.77
08B-2	12.700	8.51	7.75	4.45	31.2	32.2	11.80	1.60	13.92	32.0	38.7	1.34
10B-2	15.875	10.16	9.65	5.08	36.1	37.5	14.70	1.70	16.59	44.5	56.2	1.84
12B-2	19.050	12.07	11.88	5.72	42.0	43.6	16.00	1.85	19.46	57.8	66.1	2.31
16B-2	25.400	15.88	17.02	8.28	68.0	69.3	21.00	4.15/3.1	31.88	106.0	133.0	5.42
20B-2	31.750	19.05	19.56	10.19	77.8	81.5	26.40	4.5/3.5	36.45	170.0	211.2	7.20
24B-2	38.100	25.40	25.40	14.63	101.7	106.2	33.20	6.0/4.8	48.36	280.0	319.2	13.40
28B-2	44.450	27.94	30.99	15.90	124.6	129.1	36.70	7.5/6.0	59.56	360.0	406.8	16.60
32B-2	50.800	29.21	30.99	17.81	124.6	129.6	42.00	7.0/6.0	58.55	450.0	508.5	21.00
40B-2	63.500	39.37	38.10	22.89	154.5	161.5	52.96	8.5/8.0	72.29	630.0	711.9	32.00
48B-2	76.200	48.26	45.72	29.24	190.4	198.2	63.80	12/10	91.21	1000.0	1130.0	50.00

* Mallas rectas

ANEXO 16

ESLINGA O FAJA

Equipo Criquet Tensor

50mm x 3000 Kg.



NORMA
IRAM 5379

MODELO	ANCHO (mm)	CAPACIDAD DE CARGA (Kg.)	
		Diagrama 1	Diagrama 2
ECT-050-030-9-GM	50	1500	3000
ECT-050-030-9-GP	50	1500	3000
ECT-050-030-9-GJ	50	1500	3000
ECT-050-030-9-GT	50	1500	3000
ECT-050-030-9-GA	50	1500	3000

Cuadro indicativo para medidas estándar.

ECT-050-030-X-XX

ANCHO (mm) ———


TIPO DE CINTA ———

TERMINAL ———

METROS ———


ANEXO 17

PERCEPTIL 95



IBV
INSTITUTO DE
BIOMECÁNICA
DE VALENCIA

FACTORES HUMANOS PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS



Buscar:

[HOME](#) | [CONTACTO](#) | [MAPA](#) | [FAQ'S](#) | [ACCESIBILIDAD](#)

01 Conceptos generales

- Factores humanos
- Proceso de diseño
- Tipos de búsqueda

02 Ámbitos de aplicación

- General
- Máquinas y herramientas
- Mobiliario mayores
- Oficinas
- Mobiliario escolar
- Discapacidad

03 Asistente de búsqueda

04 Más información

- Bibliografía
- Glosario

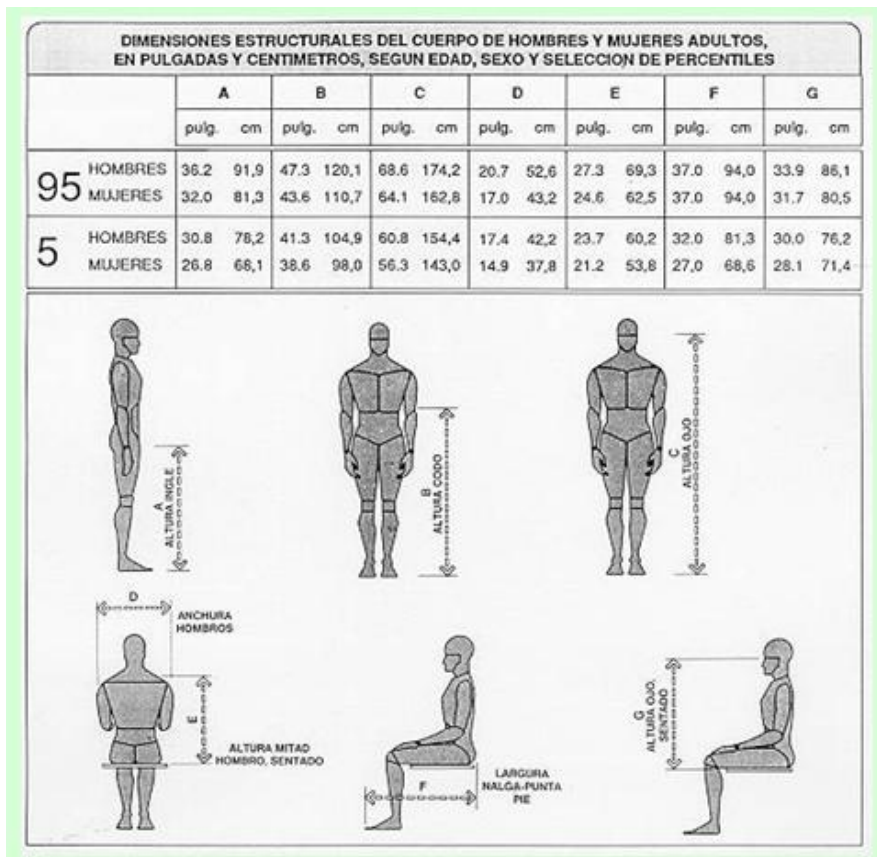
PERCENTIL 95

Home > Glosario > Factores humanos

Definición: El percentil 95 de una dimensión corporal representa el valor, de la misma, el cual no supera el 95% de la población. Por ejemplo, para una determinada población si el percentil 95 de una dimensión corporal es 1,8 metros, significa que sólo un 5% de la población tendrá una medida superior para esa dimensión concreta.

[Volver](#) | [Subir](#) | [Imprimir](#) | [Home](#)

DIMENSIONES PARA EL DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO



ANEXO 18

DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO

TABLA A-4 Distribución chi cuadrada (χ^2)

Área a la derecha del valor crítico

Grados de libertad	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	—	—	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.071	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.299
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.042	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.194	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.257	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.954	16.791	18.493	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
50	27.991	29.707	32.357	34.764	37.689	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60	35.534	37.485	40.482	43.188	46.459	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
70	43.275	45.442	48.758	51.739	55.329	85.527	90.531	95.023	100.425	104.215
80	51.172	53.540	57.153	60.391	64.278	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.196	61.754	65.647	69.126	73.291	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.328	70.065	74.222	77.929	82.358	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169

De Donald B. Owen, *Handbook of Statistical Tables*, © 1962 Addison-Wesley Publishing Co., Reading, MA. Reimpreso bajo permiso del editor.

Grados de libertad

- $n - 1$ para intervalos de confianza o pruebas de hipótesis con desviación estándar o varianza
- $k - 1$ para experimentos multinomiales o bondad de ajuste con k categorías
- $(r - 1)(c - 1)$ para tablas de contingencia con r renglones y c columnas
- $k - 1$ para la prueba de Kruskal-Wallis con k muestras

ANEXO 19

VIDA ÚTIL DE MAQUINNÁRIA

The screenshot shows the website of the Ministry of Finance of Ecuador. The header includes the national coat of arms and the text 'República del Ecuador' on the left, and the ministry's logo and name 'Ministerio de Finanzas del Ecuador' on the right. A navigation menu contains links for 'INICIO', 'CONTÁCTENOS', 'PREGUNTAS FRECUENTES', 'SALA DE PRENSA', and 'MAPA DEL SITIO'. A search bar with the text 'Buscar en este sitio' and a 'Google Custom Search' logo is present, with a 'Buscar' button. A sidebar on the left lists various categories: 'Información Fiscal y Financiera' (with sub-items: Ejecución Anual, Estados Financieros, Presupuesto, Transferencias, Deuda Pública, Seguimiento y Control), 'Legislación y Normativa' (with sub-items: Legislación Vigente, Normativa Vigente), 'La Institución' (with sub-items: Sobre el Ministerio, Subsecretarías), and 'Finanzas Para Todos' with a 'NUEVO' tag.

Acuerdo No. 106

ANEXO AL ACUERDO No. 106

NORMAS PARA APLICAR AL CORTE DEL PERIODO ENERO - MARZO DEL EJERCICIO FISCAL 2000

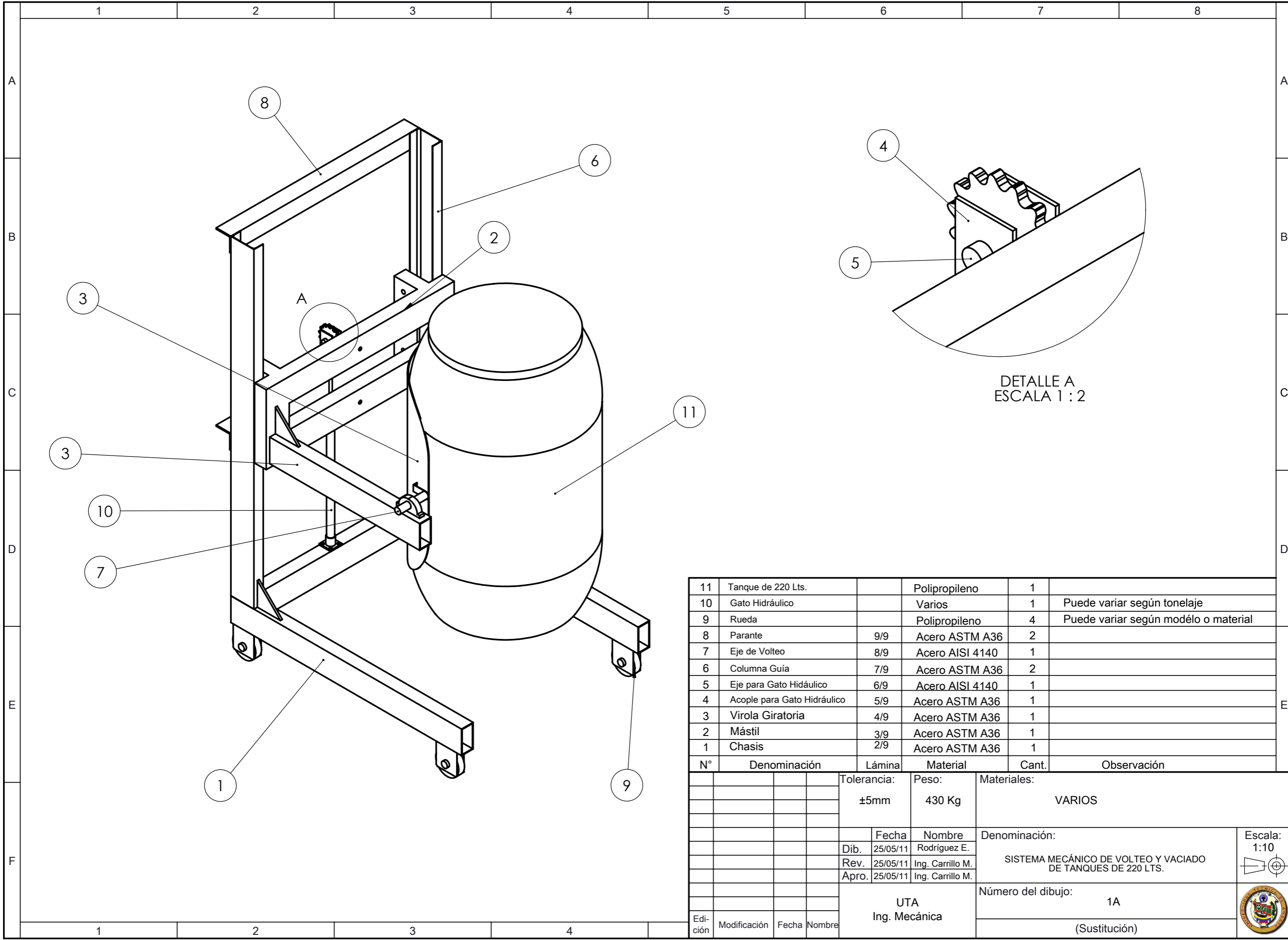
4. Vida útil

La vida útil a considerar será la siguiente:

- Equipos de computación y vehículos 5 años.
- Bienes muebles de uso general 10 años.
- Bienes inmuebles 50 años
- Bienes, equipos e instalaciones especializadas, la establecida en los catálogos o especificaciones técnicas del fabricante.

Las reparaciones, ampliaciones o adecuaciones que impliquen erogaciones capitalizables obligarán al recálculo del monto de la depreciación, en términos de la reestimación de la vida útil del bien.

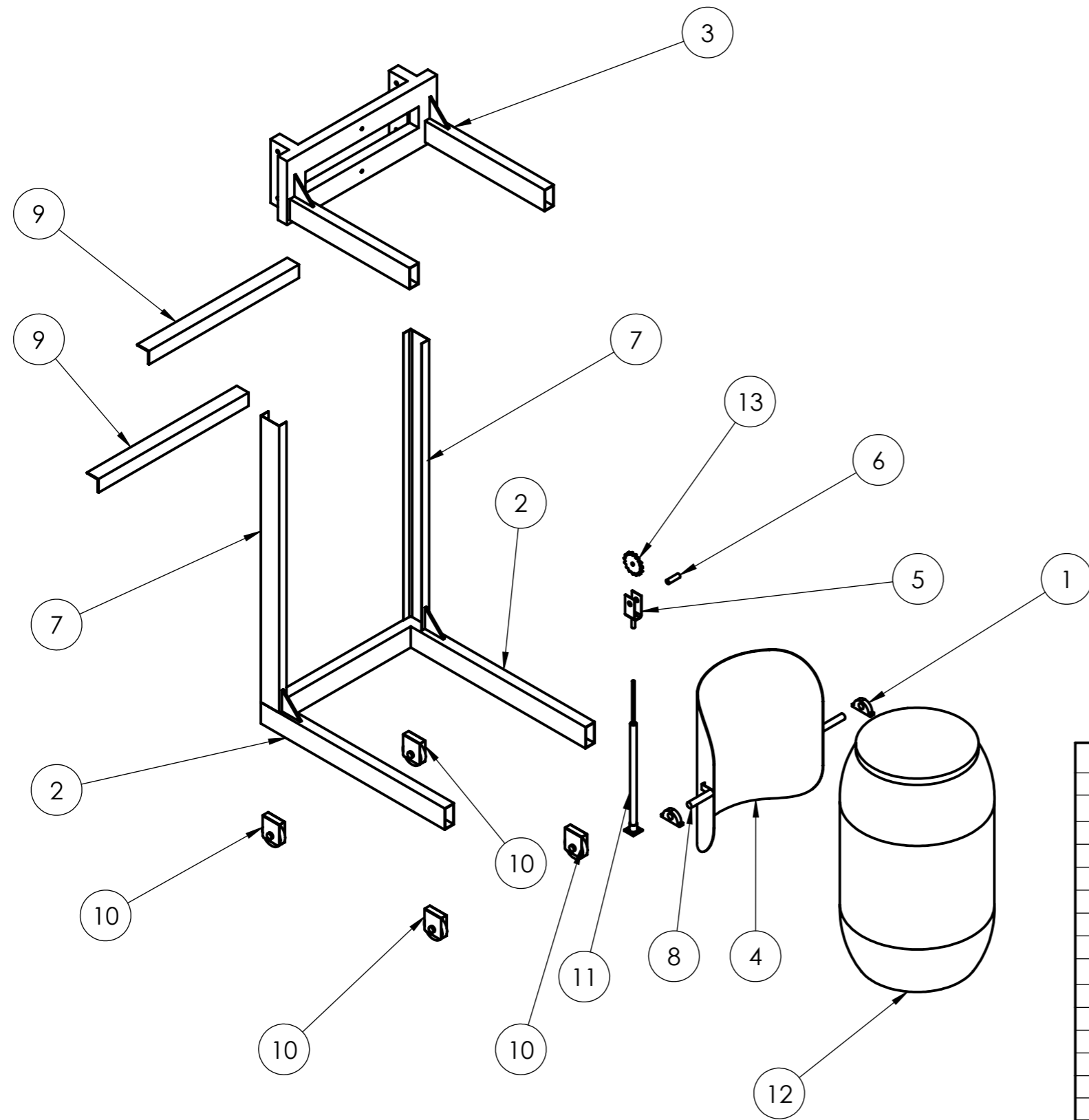
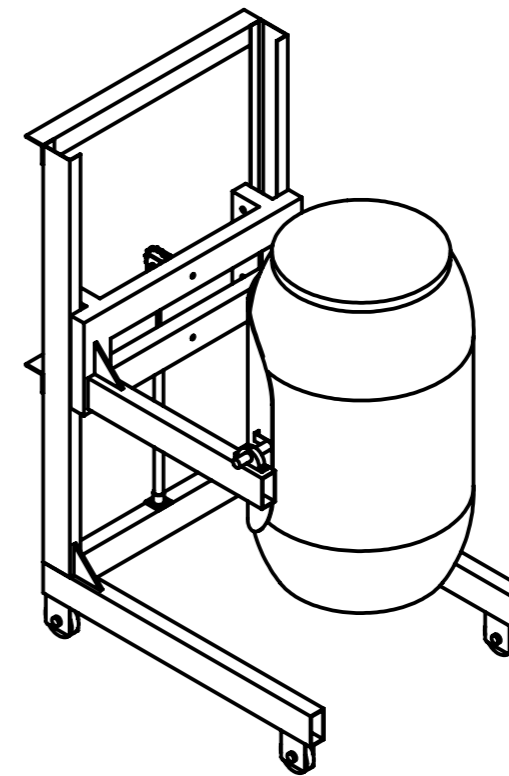
PLANOS



DETALLE A
ESCALA 1 : 2

11	Tanque de 220 Lts.		Polipropileno	1	
10	Gato Hidráulico		Varios	1	Puede variar según tonelaje
9	Rueda		Polipropileno	4	Puede variar según modelo o material
8	Parante	9/9	Acero ASTM A36	2	
7	Eje de Volteo	8/9	Acero AISI 4140	1	
6	Columna Guía	7/9	Acero ASTM A36	2	
5	Eje para Gato Hidráulico	6/9	Acero AISI 4140	1	
4	Acople para Gato Hidráulico	5/9	Acero ASTM A36	1	
3	Virola Giratoria	4/9	Acero ASTM A36	1	
2	Mástil	3/9	Acero ASTM A36	1	
1	Chasis	2/9	Acero ASTM A36	1	
N°	Denominación	Lámina	Material	Cant.	Observación

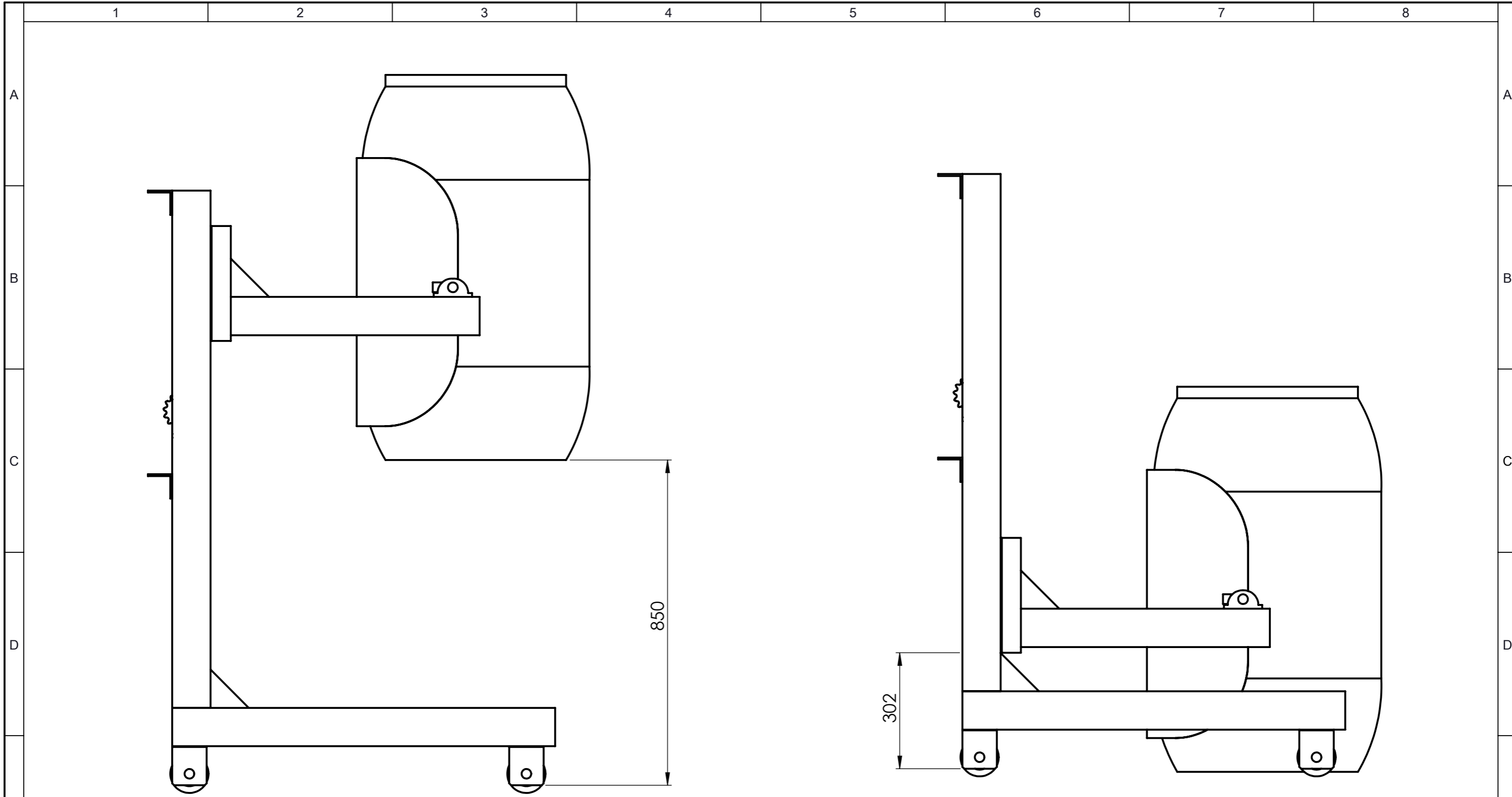
Tolerancia:		Peso:		Materiales:	
±5mm		430 Kg		VARIOS	
Fecha		Nombre		Denominación:	
Dib.	25/05/11	Rodríguez E.		SISTEMA MECÁNICO DE VOLTEO Y VACIADO DE TANQUES DE 220 LTS.	
Rev.	25/05/11	Ing. Carrillo M.		Escala: 1:10	
Apro.	25/05/11	Ing. Carrillo M.		Número del dibujo: 1A	
UTA Ing. Mecánica				(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		



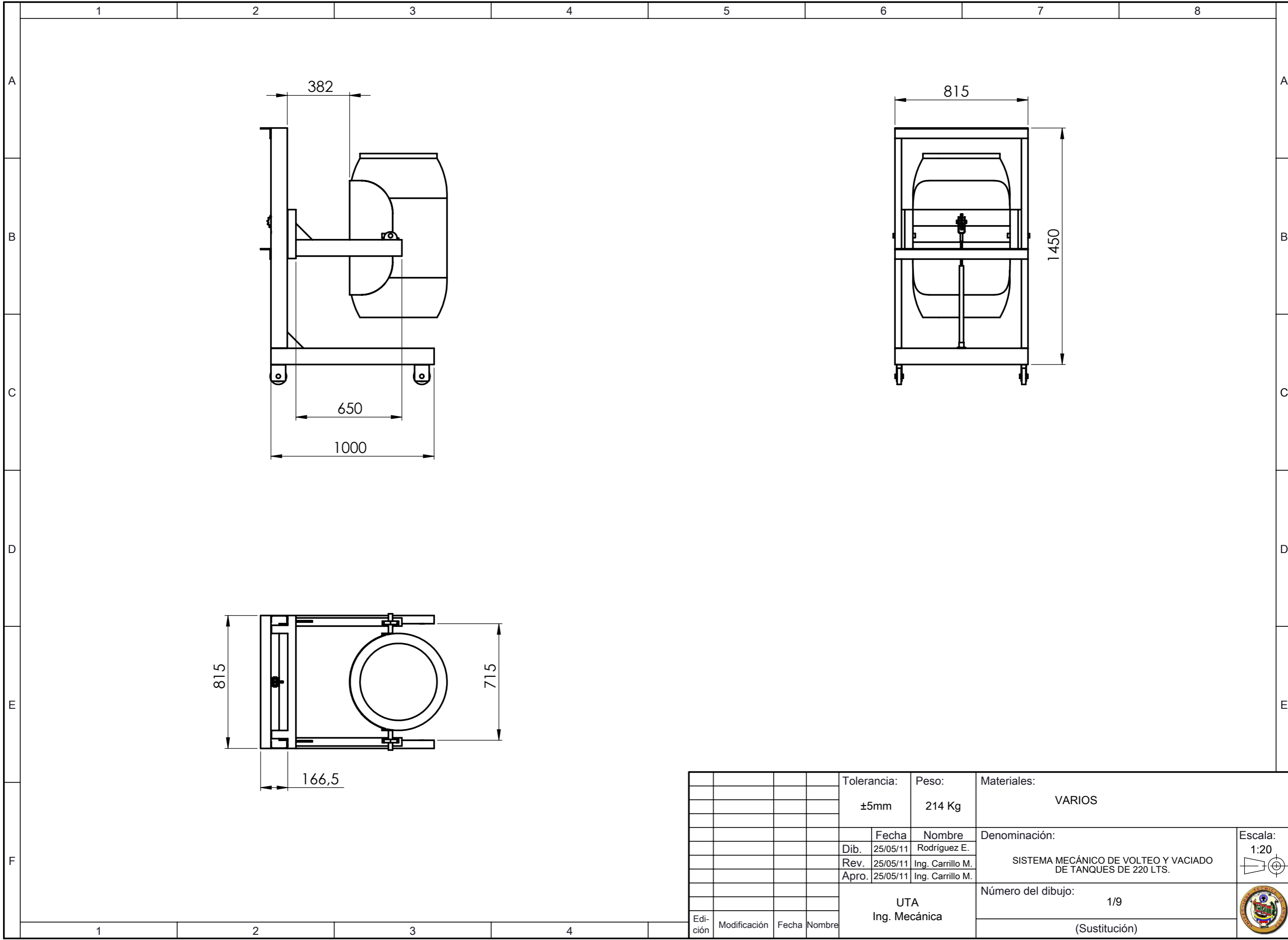
13	Catarina		Acero	1	
12	Tanque de 220 litros		Polipropileno	1	
11	Gato Hidráulico		Acero	1	Puede variar según tonelaje.
10	Rueda		Polipropileno	4	Puede variar según modelo o material.
9	Parante	9/9	Acero ASTM A36	2	
8	Eje de Volteo	8/9	Acero AISI 4140	1	
7	Columna Guía	7/9	Acero ASTM A36	2	
6	Eje para Gato Hidráulico	6/9	Acero AISI 4140	1	
5	Acople para Gato Hidráulico	5/9	Acero ASTM A36	1	
4	Vírola Giratoria	4/9	Acero ASTM A36	1	
3	Mástil	3/9	Acero ASTM A36	1	
2	Chasis	2/9	Acero ASTM A36	1	
1	Chumaceras		Acero	2	
No.	Denominación	Lámina	Material	Catn.	Observación


		TOLERANCIA		PESO		MATERIAL:	
		±5mm		430 Kg		ACERO	
		Fecha		Nombre		MONTAJE DEL SISTEMA MECÁNICO DE VOLTEO Y VACIADO DE TANQUES DE 220 LTS.	
		Dib. 12-04-11		Rodríguez Edwin			
		Rev. 12-04-11		Ing. Carrillo M.			
		Apro. 28-04-11		Ing. Carrillo M.			
		UTA		N° 1B		ESCALA 1:20 	
		ING. MECANICA					
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(SUSTITUCIÓN)	

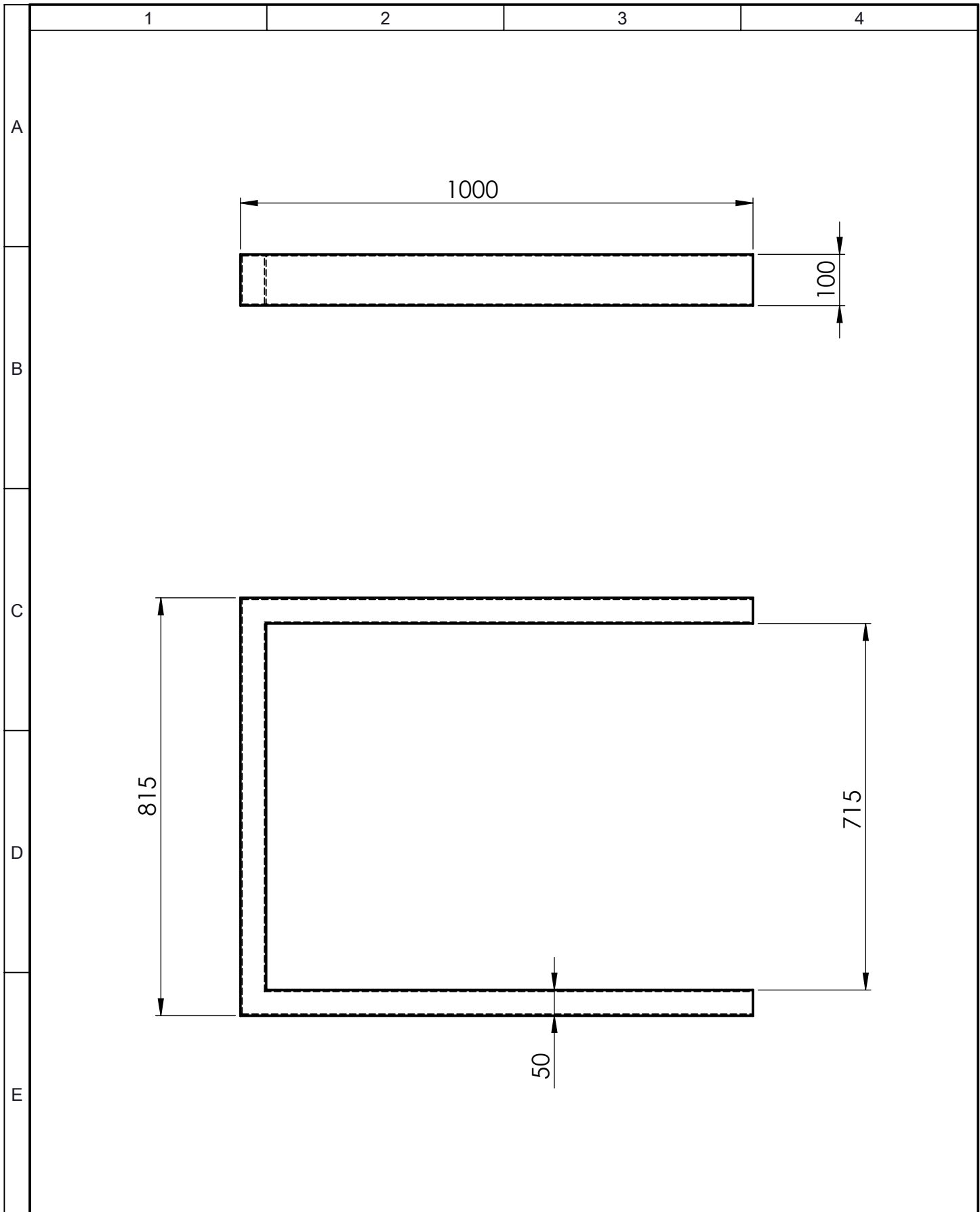




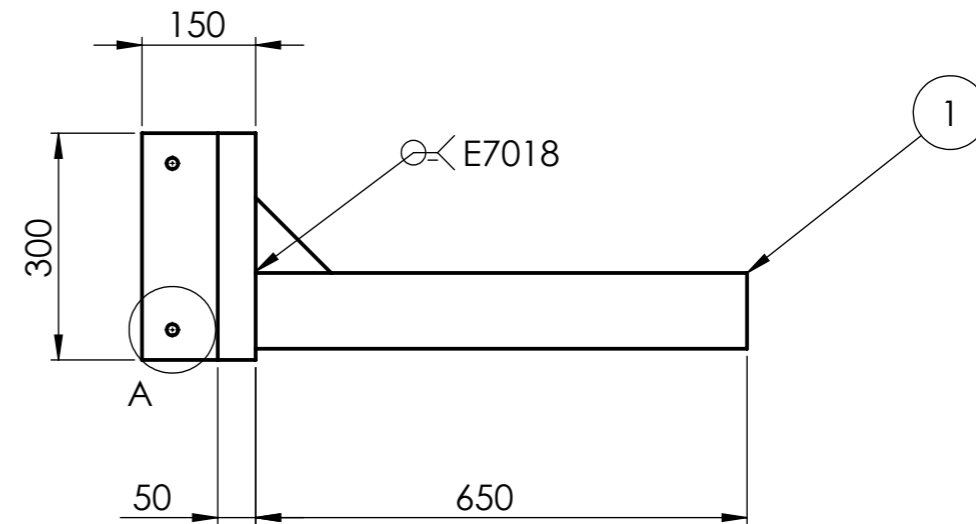
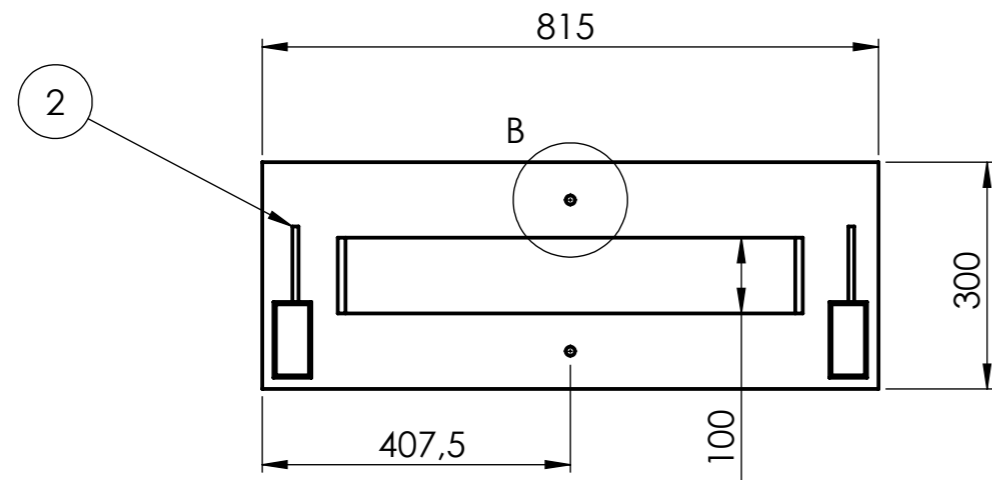
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±5mm	214 Kg	VARIOS	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	25/05/11	Rodríguez E.	MEDIDAS EXTREMAS
				Rev.	25/05/11	Ing. Carrillo M.	
				Apro.	25/05/11	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número del dibujo:	
				Ing. Mecánica		1C	
						(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:10 	



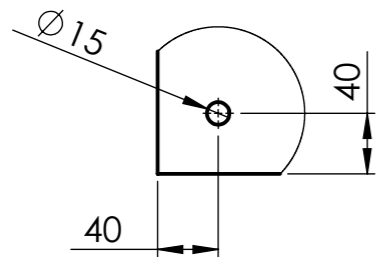
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±5mm	214 Kg	VARIOS	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	25/05/11	Rodríguez E.	SISTEMA MECÁNICO DE VOLTEO Y VACIADO DE TANQUES DE 220 LTS.
				Rev.	25/05/11	Ing. Carrillo M.	
				Apro.	25/05/11	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número del dibujo:	
				Ing. Mecánica		1/9	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala:	
						1:20	
							



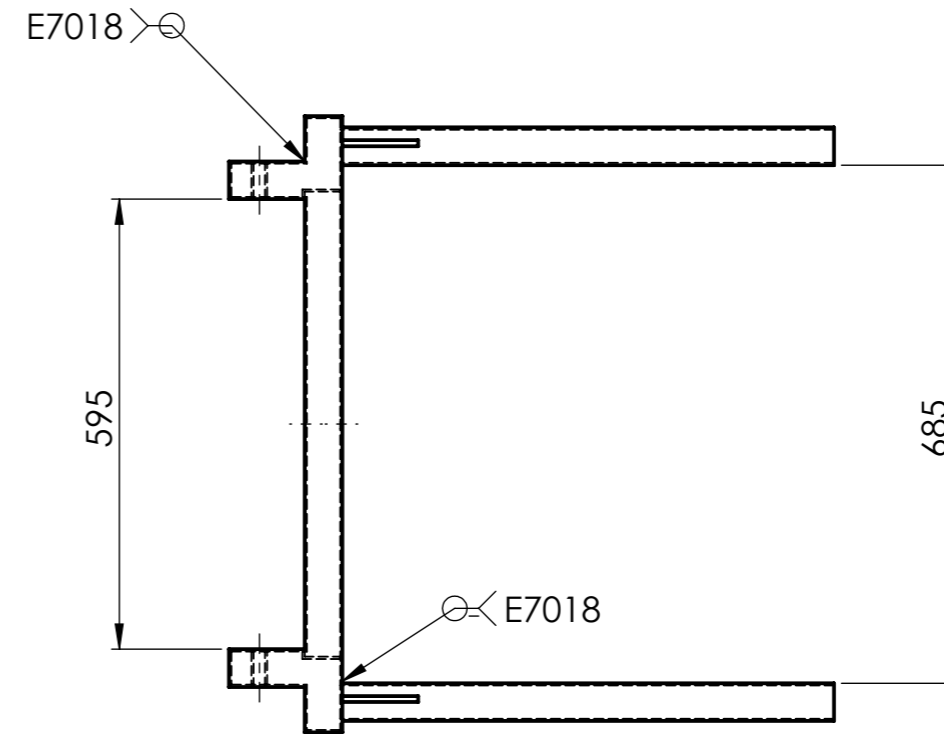
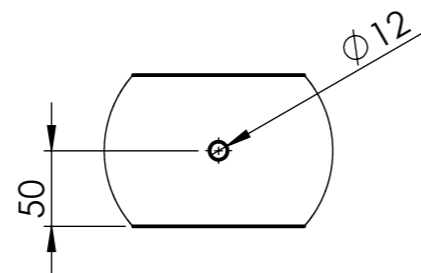
				Tolerancia: ±0,5mm	Peso: 20 Kg	Materiales: (TUBO 100X50X3) ASTM A36	
						Denominación: CHASIS	Escala: 1:10
				Fecha	Nombre		
				Dib. 25/05/11	Rodríguez E.		
				Rev. 25/05/11	Ing. Carrillo M.		
				Apro. 25/05/11	Ing. Carrillo M.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 2/9	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



DETALLE A
ESCALA 1 : 5

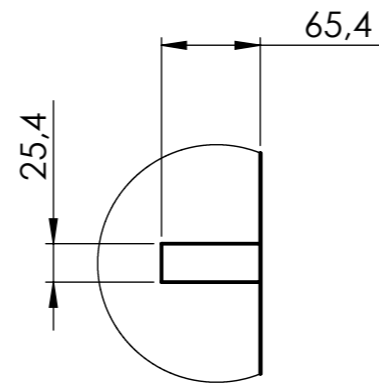
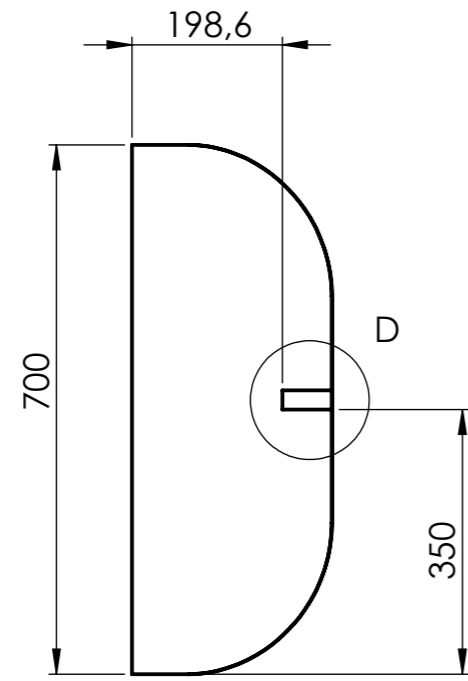


DETALLE B
ESCALA 1 : 5

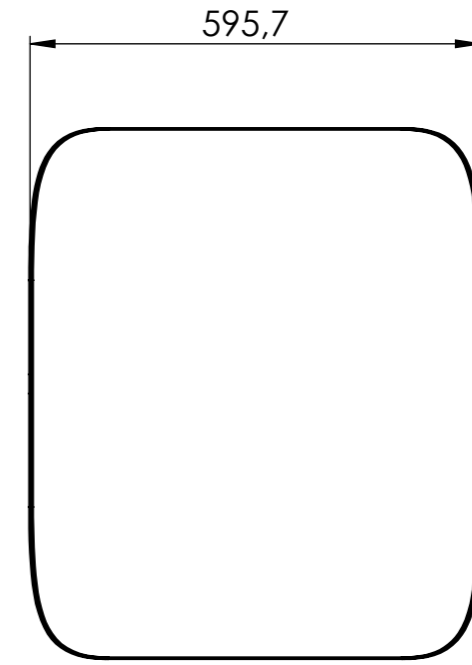


2	Plancha de 5mm	Acero ASTM A36	2	100X100 con ángulo de 45°
1	Perfil (100x50x3)	Acero ASTM A36	1	
N°	Denominación	Material	Cant.	Observación
		Tolerancia: ±5mm	Peso: 150 Kg	Materiales: ACERO ASTM A36
		Fecha	Nombre	Denominación:
		Dib. 25/05/11	Rodríguez E.	MÁSTIL
		Rev. 25/05/11	Ing. Carrillo M.	
		Apro. 25/05/11	Ing. Carrillo M.	
		UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 3/9
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)

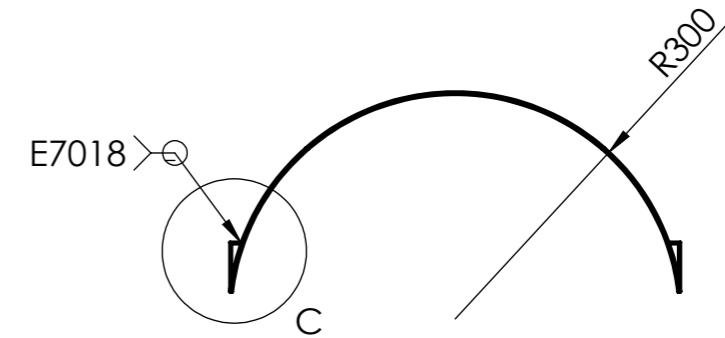
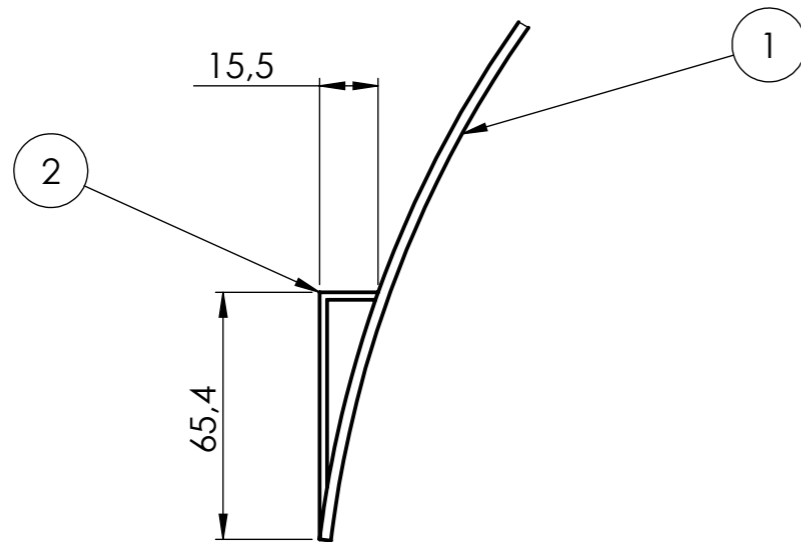




DETALLE D
ESCALA 1 : 5

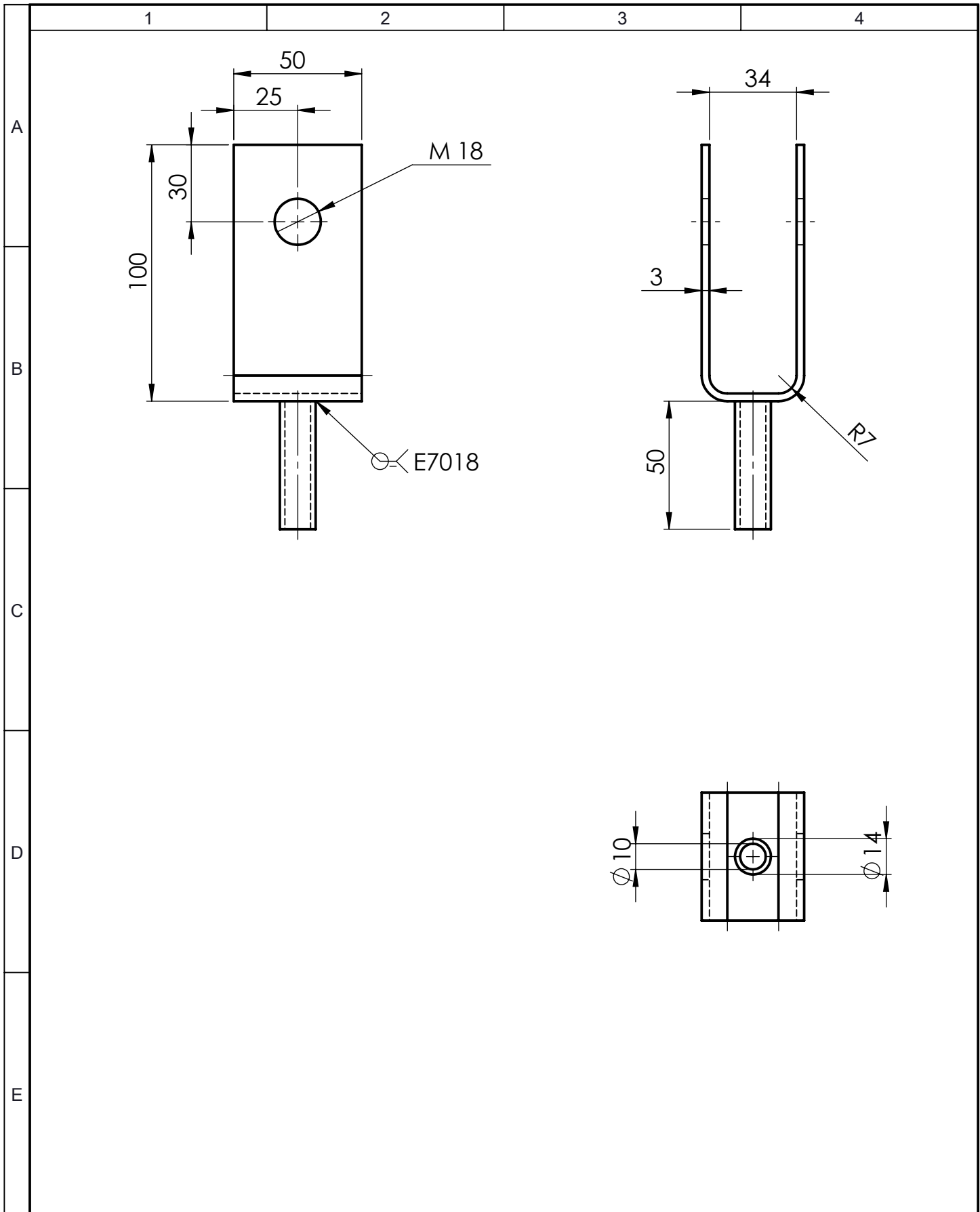


DETALLE C
ESCALA 1 : 2

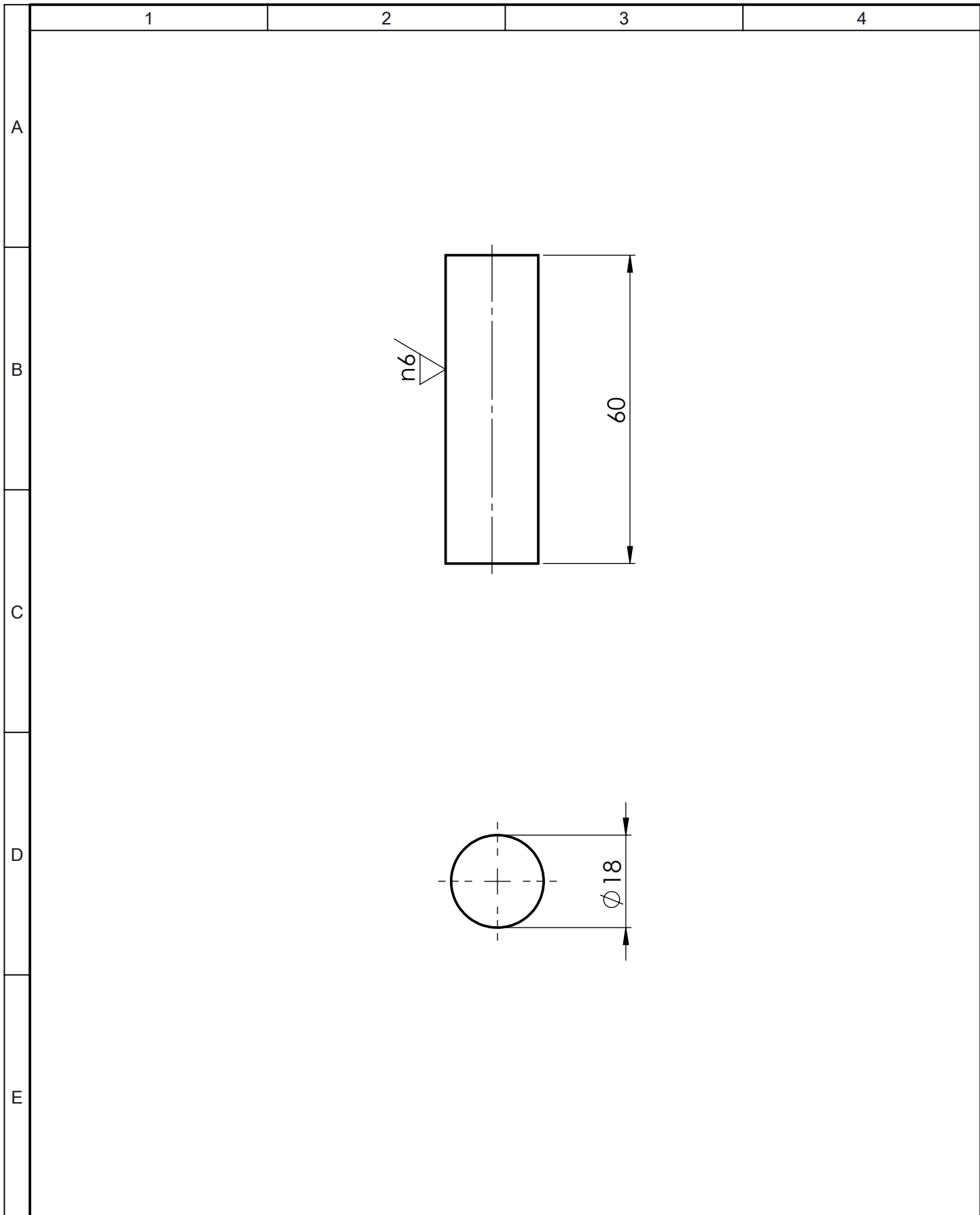


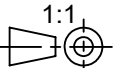

2	Platina de 4mm	Acero ASTM A36	2	
1	Plancha Corrugada de 3mm	Acero ASTM A36	1	Enrolada
N°	Denominación	Material	Cant.	Observación
		Tolerancia:	Peso:	Materiales:
		±5mm	125,6 Kg	ACERO ASTM A36
		Fecha	Nombre	Denominación:
		Dib. 25/05/11	Rodríguez E.	VIROLA DE VOLTEO
		Rev. 25/05/11	Ing. Carrillo M.	
		Apro. 25/05/11	Ing. Carrillo M.	
		UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 4/9
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)

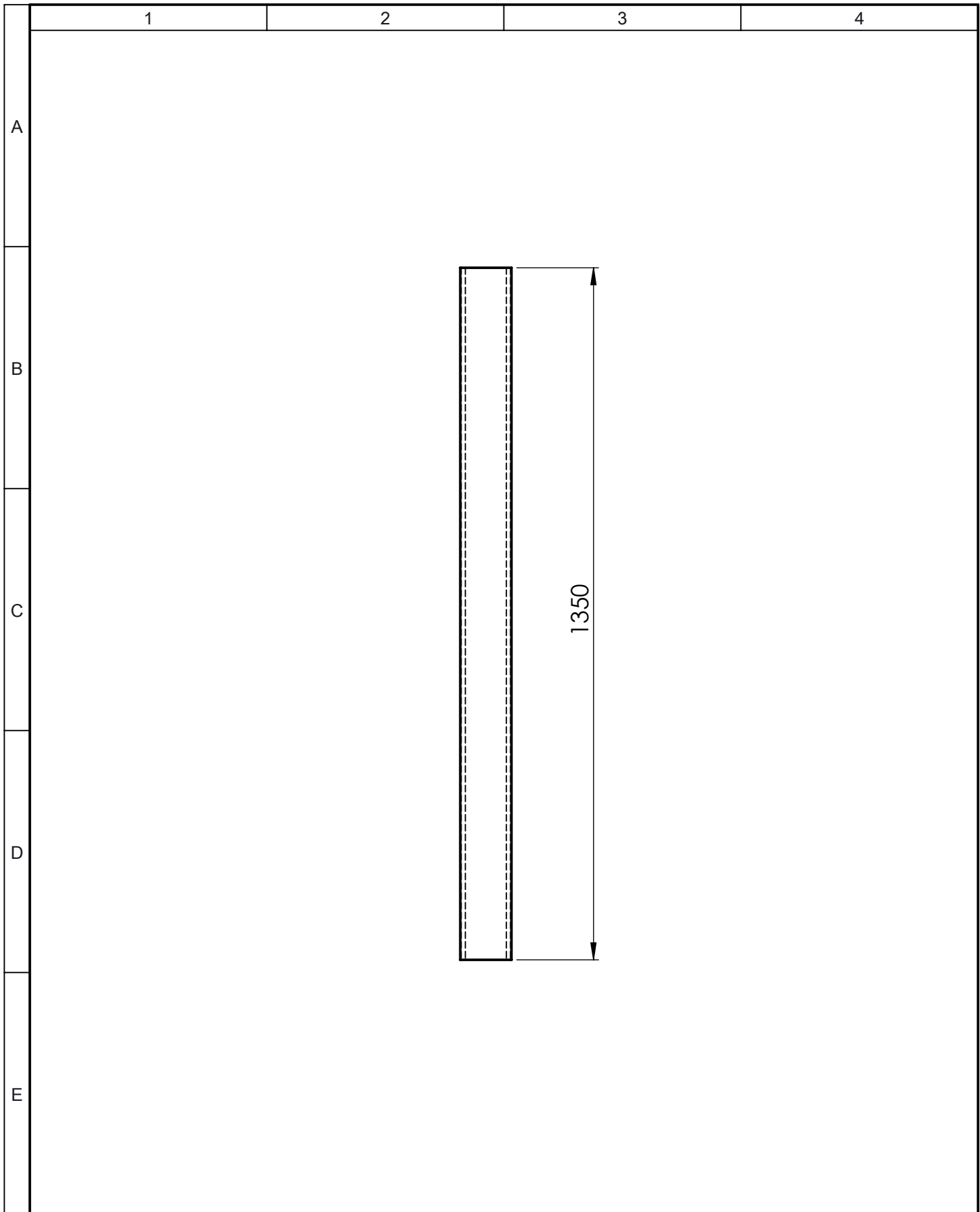




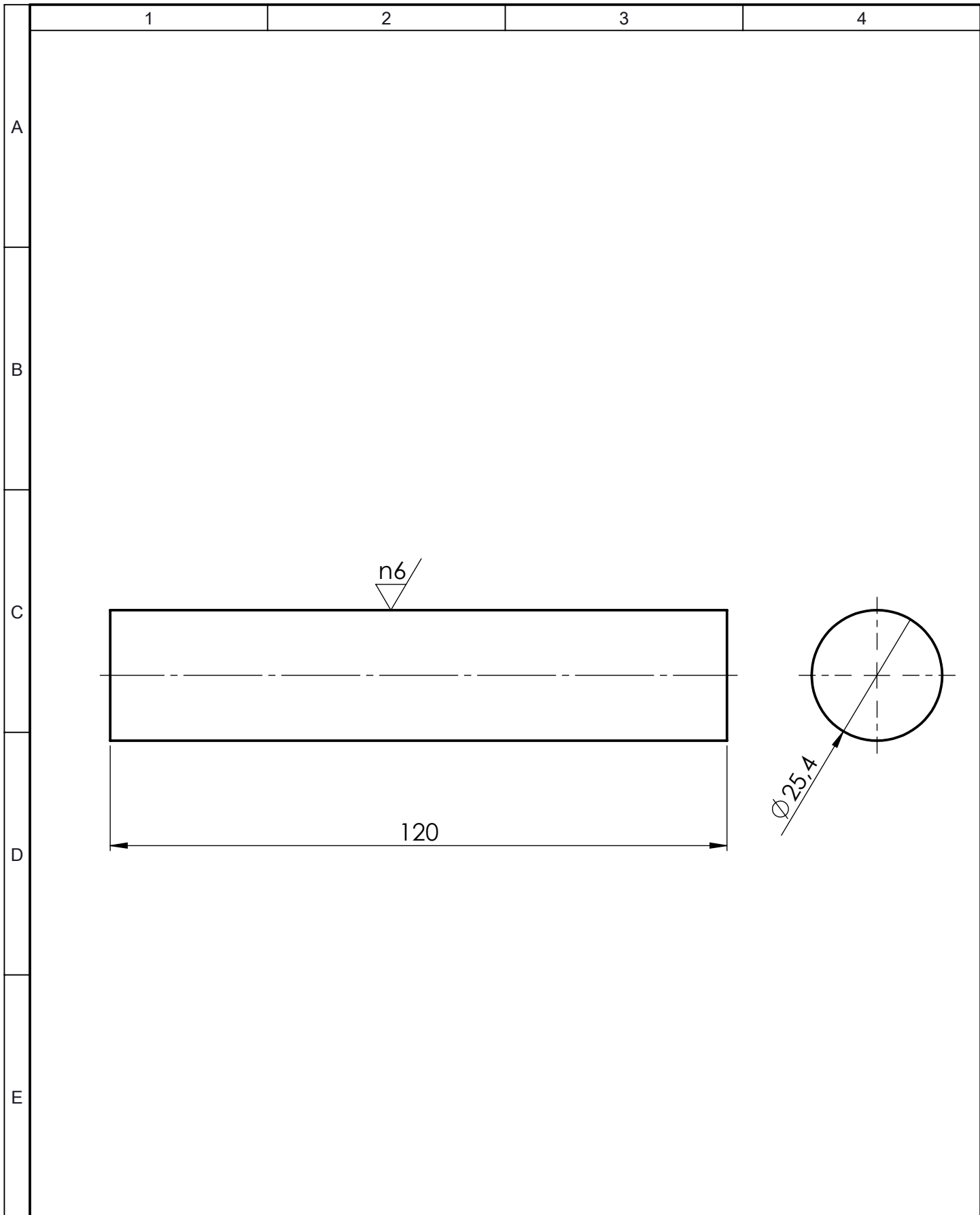
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				$\pm 0,5\text{mm}$	0.8 Kg	ACERO ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 25/05/11	Rodríguez E.	ACOPLE PARA GATO	
				Rev. 25/05/11	Ing. Carrillo M.		
				Apro. 25/05/11	Ing. Carrillo M.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo:	Escala:
						5/9	1:2
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



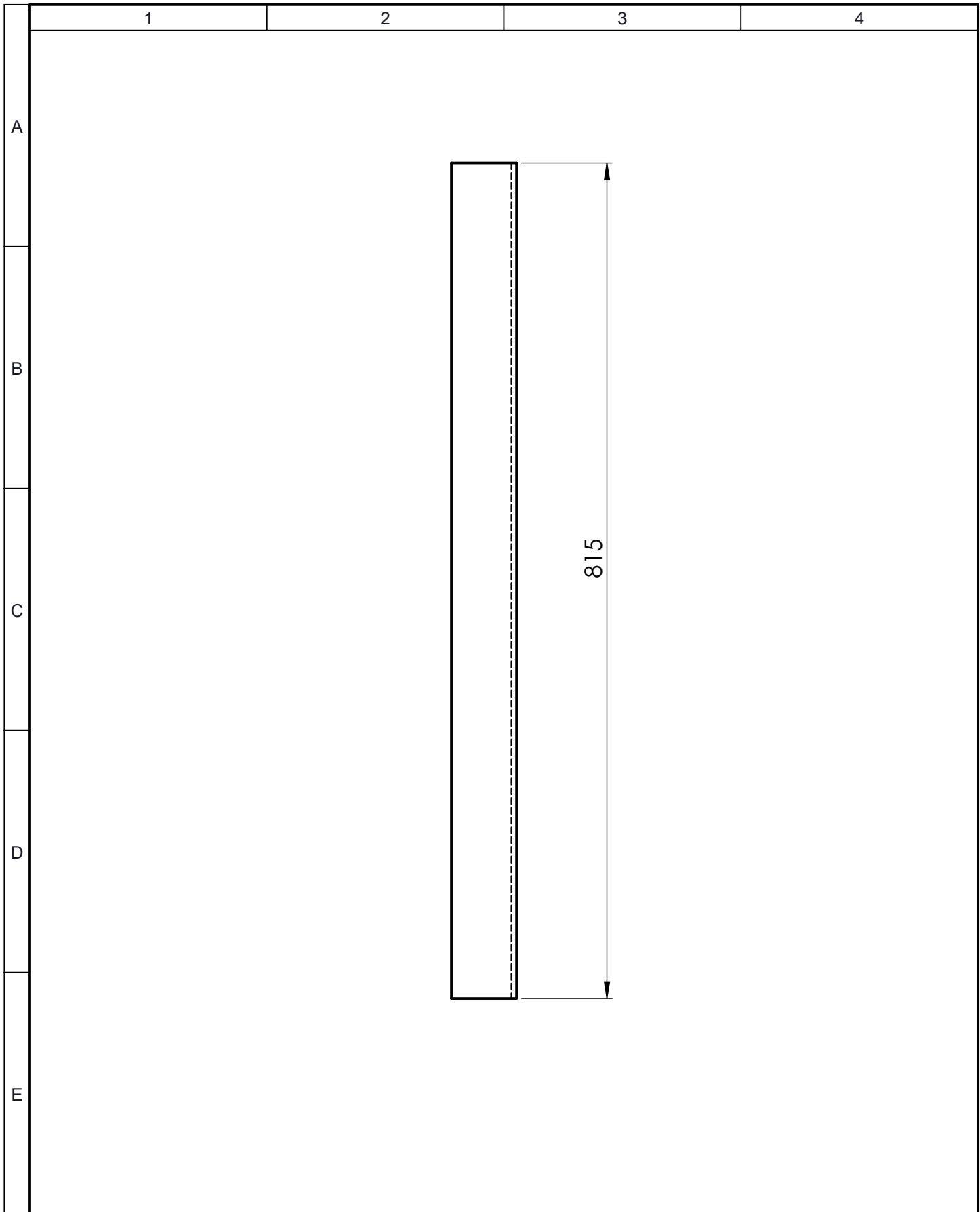
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:			
				±0,5mm	0.2 Kg	ACERO AISI 4140			
					Fecha	Nombre	Denominación: <h2 style="margin: 0;">EJE ACOPLE-GATO</h2>		Escala: 1:1 
				Dib.	25/05/11	Rodríguez E.			
				Rev.	25/05/11	Ing. Carrillo M.			
				Apro.	25/05/11	Ing. Carrillo M.			
				UTA Ing. Mecánica			Número del dibujo: 6/9		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)					



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:			
				±2mm	12.72 Kg	PERFIL UPN DE 100 ACERO ASTM A36			
					Fecha	Nombre	Denominación: <h2 style="margin: 0;">COLUMNA GUÍA</h2>		Escala: 1:10
				Dib.	25/05/11	Rodríguez E.			
				Rev.	25/05/11	Ing. Carrillo M.			
				Apro.	25/05/11	Ing. Carrillo M.			
				UTA Ing. Mecánica			Número del dibujo: 7/9		
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)		



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:			
				±0.05mm	0.48 Kg	ACERO AISI 4140			
					Fecha	Nombre	Denominación: <h2 style="margin:0;">EJE DE VOLTEO</h2>		Escala: 1:1
				Dib.	25/05/11	Rodríguez E.			
				Rev.	25/05/11	Ing. Carrillo M.			
				Apro.	25/05/11	Ing. Carrillo M.			
				UTA Ing. Mecánica			Número del dibujo: 8/9		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)					



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:			
				±5mm	4 Kg	ÁNGULO 2,5X2,5X3/16 ACERO ASTM A36			
					Fecha	Nombre	Denominación: PARANTE		Escala: 1:5
				Dib.	25/05/11	Rodríguez E.			
				Rev.	25/05/11	Ing. Carrillo M.			
				Apro.	25/05/11	Ing. Carrillo M.			
				UTA Ing. Mecánica			Número del dibujo: 9/9		
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)		