



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 LA COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL
PROCESO DE RASPADO DEL CUERO EN LA FÁBRICA ECUATORIANA
DE CURTIDOS SALAZAR S.A. PARA REDUCIR SU VOLUMEN”**

AUTOR: Egdo. Chiluisa Sunta Darwin Augusto.

TUTOR: Ing. M.Sc. Diego Núñez.

Ambato - Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de investigación, previo obtener el Título de Ingeniero Mecánico, mediante el Tema: “ESTUDIO DE LA COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PROCESO DE RASPADO DEL CUERO EN LA FÁBRICA ECUATORIANA DE CURTIDOS SALAZAR S.A. PARA REDUCIR SU VOLUMEN”, elaborado por el Sr. Chiluisa Sunta Darwin Augusto, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la Tesis es original de su autor.
- Se ha revisado cada uno de sus capítulos.
- Está terminada y podrá continuar con los trámites correspondientes.

Ambato, 21 de Diciembre 2015

Ing. MSc. Diego Núñez

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo CHILUISA SUNTA DARWIN AUGUSTO con C.I.: 05026789080, certifico que el trabajo de investigación: “ESTUDIO DE LA COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PROCESO DE RASPADO DEL CUERO EN LA FÁBRICA ECUATORIANA DE CURTIDOS SALAZAR S.A. PARA REDUCIR SU VOLUMEN”, son responsabilidad de mi trabajo investigativo, como los contenidos, ensayos, simulaciones, conclusiones, recomendaciones y la propuesta, con la excepción de las referencias bibliográficas doy fe que este trabajo investigativo es original de su autor.

Ambato, 21 Diciembre del 2015

EL AUTOR

.....
Chiluisa Sunta Darwin Augusto
C.I.: 0502678980

DEDICATORIA

Al forjador de mi camino, a mi padre celestial, por ser el guía y apoyo, quien me levanta del mi continuo tropiezo.

A mis padres, José Augusto y Teresa de Jesús quienes durante su paso terrenal día a día lucharon por mi futuro y son la inspiración de mi vida.

A mi hermana Teresa Augusta que a través de su apoyo incondicional me da fuerzas para seguir luchando por mis sueños.

A todos ustedes por siempre mi corazón y mi pensamiento.

AGRADECIMIENTO

A mi Padre celestial ser maravilloso que me diera fuerza y fe para creer en lo que me parecía imposible terminar.

A mis hermanas Zoila Irene, Mónica del Rosario, Ana Ximena y mis sobrinos, por el cariño y apoyo moral que siempre he recibido con el cual he logrado culminar mi esfuerzo la realización de mi tesis.

Al Ing. M.Sc. Diego Núñez tutor de tesis, por la paciencia y sus conocimientos al revisar constantemente el trabajo de investigación. A la Universidad Técnica de Ambato, autoridades y profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica por su gestión y conocimientos impartidos.

A Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A. en su Gerente general el Ing. Santiago López por facilitar la realización de este estudio en sus instalaciones.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA
RESUMEN EJECUTIVO



Realizado por: Darwin Chiluisa

Revisado por: Ing. MSc. Diego Núñez.

“ESTUDIO DE LA COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PROCESO DE RASPADO DEL CUERO EN LA FÁBRICA ECUATORIANA DE CURTIDOS SALAZAR S.A. PARA REDUCIR SU VOLUMEN”

Para realizar las pruebas de reducción de volumen de los residuos sólidos del raspado del cuero se determinó los dos diferentes métodos, reducción química y reducción mecánica, la reducción química se obtiene mediante una prueba de incineración que fue realizada en los laboratorios LACONAL de la Facultad de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato y para la reducción mecánica se realizó pruebas con diferentes presiones e intervalos de tiempos que serán aplicados en cada una de las probetas.

El método de reducción química es el más aceptable tomando en cuenta que reduce el volumen más del 90 % pero se antepone a ello el efecto que causa al medio ambiente, lo cual hoy en día se realizan estudios para reducir la contaminación ambiental, mientras que la reducción mecánica reduce del 70% al 80% el volumen inicial del raspado del cuero, siendo el método más adecuado y aplicable en este estudio.

Finalmente se realizó pruebas para determinar presiones y tiempos y poder obtener la compactación adecuada del raspado del cuero

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
INDICE GENERAL.....	vi
CAPÍTULO I.....	1
1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2 TEMA.....	1
1.3 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3.1 CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.3.2 ANÁLISIS CRÍTICO	3
1.3.3 PROGNOSIS	3
1.3.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3.5 PREGUNTAS DIRECTRICES	4
1.3.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIFGACIÓN	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.5 OBJETIVOS.....	6
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO II	8
2 MARCO TEÓRICO	8
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	8
2.2 FUNDAMNTACIÓN FILOSÓFICA.....	9

2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	10
2.4	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	10
2.4.1	DISEÑO MECÁNICO.....	11
2.4.2	NEUMÁTICA Y OLEOHIDRÁULICA	22
2.4.3	COMPACTACIÓN.....	50
2.4.4	OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS	56
2.4.5	GESTIÓN DE PROCESOS	59
2.5	HIPÓTESIS	66
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	66
CAPÍTULO III.....		67
3	METODOLOGÍA.....	67
3.1	ENFOQUE INVESTIGATIVO	67
3.2	MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	67
3.2.1	INVESTIGACIÓN DE CAMPO	67
3.2.2	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	68
3.3	NIVELES O TIPO DE INVESTIGACIÓN	68
3.3.1	EXPLORATORIA	68
3.3.2	DESCRIPTIVOS	68
3.3.3	EXPLICATIVA	68
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	69
3.4.1	POBLACIÓN UNIVERSO (N).....	69
3.4.2	MUESTRA.....	69
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	71
3.5.1	VARIABLE INDEPENDIENTE:.....	71

3.5.2	VARIABLE DEPENDIENTE	72
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	73
3.7	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	73
3.8	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	73
CAPÍTULO IV		74
4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	74
4.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	75
4.2	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	125
4.2.1	DIAGRAMA DE FLUJO SIN COMPACTACIÓN	126
4.2.2	DIAGRAMA DE FLUJO CON EL PROCESO DE COMPACTACIÓN	127
4.2.3	MÉTODO ESTADÍSTICO	127
CAPÍTULO V		133
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
5.1	CONCLUSIONES.....	133
5.2	RECOMENDACIONES	134
CAPÍTULO VI.....		135
6	PROPUESTA.....	135
6.1.1	BENEFICIARIO	135
6.1.2	UBICACIÓN	135
6.2	DATOS INFORMATIVOS	135
6.3	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	136
6.4	JUSTIFICACIÓN.....	137
6.5	OBJETIVOS.....	138

6.5.1	GENERAL	138
6.5.2	ESPECÍFICOS	138
6.6	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	138
6.7	FUNDAMENTACIÓN	139
6.7.1	CÁLCULO DEL SISTEMA HIDRÁULICO	139
6.7.2	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA	148
6.7.3	PASADORES DE APOYO	150
6.7.4	MONTANTES	152
6.7.5	CAPITEL	157
6.7.6	CARGAS QUE ACTÚAN EN EL CAPITEL	158
6.7.7	SOPORTE DEL CILINDRO DE COMPRESIÓN	164
6.7.8	SOPORTE DE LA MESA DE COMPACTACIÓN	166
6.7.9	MESA DE COMPACTACIÓN	170
6.7.10	CÁMARA DE COMPACTACIÓN	176
6.7.11	TOLVA DE ALIMENTACIÓN	177
6.8	EVALUACION DE RECURSOS	178
6.8.1	COSTOS DIRECTOS	178
6.8.2	COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS	180
6.8.3	COSTO DE MANO DE OBRA	180
6.8.4	GASTOS DIRECTOS ADICIONALES	181
6.8.5	GASTOS TOTALES	181
6.8.6	PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS	181
	BIBLIOGRAFÍA	187

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Especificación de la calidad del aire.....	28
Tabla 2-2 Eficiencia y trabajo de diversos tipos de bombas.....	41
Tabla 2-3 Tipo de compactador	52
Tabla 2-4 Diseño del compactador	54
Tabla 3-1 Operacionalización de la variable independiente	71
Tabla 3-2 Operacionalización de la variable dependiente	72
Tabla 4-1 Compactación a 68950 kPa y 90 segundos	79
Tabla 4-2 Compactación a 68950 kPa y 180 segundos	80
Tabla 4-3 Compactación a 68950 kPa y 270 segundos	81
Tabla 4-4 Compactación a 137900 kPa y 90 segundos	82
Tabla 4-5 Compactación a 137900 kPa y 180 segundos	83
Tabla 4-6 Compactación a 137900 kPa y 270 segundos	84
Tabla 4-7 Compactación a 206800 kPa y 90 segundos	85
Tabla 4-8 Compactación a 206800 kPa y 180 segundos	86
Tabla 4-9 Compactación a 206800 kPa y 270 segundos	87
Tabla 4-10 Compactación a 275800 kPa y 90 segundos	88
Tabla 4-11 Compactación a 275800 kPa y 180 segundos	89
Tabla 4-12 Compactación a 275800 kPa y 270 segundos	90
Tabla 4-13 Compactación a 344700 kPa y 90 segundos	91
Tabla 4-14 Compactación a 344700 kPa y 180 segundos	92
Tabla 4-15 Compactación a 344700 kPa y 270 segundos	93
Tabla 4-16 Compactación a 413700 kPa y 90 segundos	94
Tabla 4-17 Compactación a 413700 kPa y 180 segundos	95
Tabla 4-18 Compactación a 413700 kPa y 270 segundos	96
Tabla 4-19 Promedios totales.....	97
Tabla 4-20 Volumen compactado a 68950 kPa y 90 segundos	100
Tabla 4-21 Volumen compactado a 68950 kPa y 180 segundos	101

Tabla 4-22 Volumen compactado a 68950 kPa y 270 segundos	102
Tabla 4-23 Volumen compactado a 137900 kPa y 90 segundos	103
Tabla 4-24 Volumen compactado a 137900 kPa y 180 segundos	104
Tabla 4-25 Volumen compactado a 137900 kPa y 270 segundos	105
Tabla 4-26 Volumen compactado a 206800 kPa y 90 segundos	106
Tabla 4-27 Volumen compactado a 206800 kPa y 180 segundos	107
Tabla 4-28 Volumen compactado a 206800 kPa y 270 segundos	108
Tabla 4-29 Volumen compactado a 275800 kPa y 90 segundos	109
Tabla 4-30 Volumen compactado a 275800 kPa y 180 segundos	110
Tabla 4-31 Volumen compactado a 275800 kPa y 270 segundos	111
Tabla 4-32 Volumen compactado a 344700 kPa y 90 segundos	112
Tabla 4-33 Volumen compactado a 344700 kPa y 180 segundos	113
Tabla 4-34 Volumen compactado a 344700 kPa y 270 segundos	114
Tabla 4-35 Volumen compactado a 413700 kPa y 90 segundos	115
Tabla 4-36 Volumen compactado a 344700 kPa y 180 segundos	116
Tabla 4-37 Volumen compactado a 344700 kPa y 270 segundos	117
Tabla 4-38 Promedios de los volúmenes	118
Tabla 4-39 Valores de humedad relativa	120
Tabla 4-40 Métodos de compactación y su porcentaje de reducción.....	122
Tabla 4-41 Medias muestrales	129
Tabla 4-42 Datos de X y Y medias para 68950 kPa y 137900 kPa	130
Tabla 4-43 Desviación típica entre las dos fuerzas 68950 y 137900 kPa.....	130
Tabla 4-44 Datos de X y Y medias para 68950 kPa y 206800kPa	131
Tabla 4-45 Desviación típica entre las dos fuerzas 68950 y 20600 kPa.....	131
Tabla 4-46 Datos de X y Y medias para 68950 kPa y 275800 kPa	131
Tabla 4-47 Desviación típica entre las dos fuerzas 68950 y 275800 kPa.....	132
Tabla 4-48 Datos de X y Y medias para 68950 kPa y 344700 kPa	132
Tabla 4-49 Desviación típica entre las dos fuerzas 68950 y 344700 kPa.....	132
Tabla 6-1Matriz de selección de bomba	145
Tabla 6-2Matriz para seleccionar la estructura	149

Tabla 6-3 Partes del Bastidor	150
Tabla 6-4 Costos Directos	178
Tabla 6-5 Costo de materiales indirectos	180
Tabla 6-6 Costo de mano de obra	180
Tabla 6-7 Gastos directos adicionales	181
Tabla 6-8 Gastos totales	181

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Almacenamiento del raspado del cuero wet-blue.....	75
Figura 4-2 Recolección de residuos sólidos.....	76
Figura 4-3 Peso del raspado de cuero	76
Figura 4-4 Limpieza y colocación del raspado de cuero en el molde	76
Figura 4-5 Diferentes fuerzas aplicadas	77
Figura 4-6 Aplicación de la fuerza.....	77
Figura 4-7 Retiro de la probeta compactada	77
Figura 4-8 Probeta lista	78
Figura 4-9 Calibrador pie de rey	78
Figura 4-10 Medición de las probetas	78
Figura 4-11 Masa vs tiempo de fuerza aplicada.....	98
Figura 4-12 Volumen vs tiempo	119
Figura 4-13 Representación de la humedad relativa vs fuerza	120
Figura 4-14 Volumen Vs Métodos de compactación.....	123
Figura 4-15 Transporte del raspado de cuero.....	124
Figura 4-16 Peso del tanque en el que se transporta el raspado de cuero	124
Figura 4-17 Diagrama de flujo sin el proceso de compactación	126
Figura 4-18 Diagrama de flujo con el sistema de compactación	127
Figura 4-19 Región de Ha y Ho Para la fuerza de 68950 kPa y 137900 kPa	130

Figura 6-1 Diseño del bastidor	150
Figura 6-2 Disposición de los montantes	152
Figura 6-3 Cargas en los montantes	153
Figura 6-4 Cargas en el capitel.....	158
Figura 6-5 Momento flector	162
Figura 6-6 Cargas aplicada en el soporte de la mesa	167
Figura 6-7 Diagrama del momento	167
Figura 6-8 Carga sometida a la mesa de compactación	171
Figura 6-9 Diagrama de momento	172
Figura 6-10 Tolva de alimentación	177
Figura 6-11 Estructura de cuatro columnas UPN	182
Figura 6-12 Tanque hidráulico y sus componentes medidas 100x50x50	182
Figura 6-13 Cepillado de guías para el molde	183
Figura 6-14 Corte de las tapas para compactar	183
Figura 6-15 Suelda del conjunto del molde	184
Figura 6-16 Tanque Hidráulico.....	186

CAPÍTULO I

1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2 TEMA

“ESTUDIO DE LA COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PROCESO DE RASPADO DEL CUERO EN LA FÁBRICA ECUATORIANA DE CURTIDOS SALAZAR S.A. PARA REDUCIR SU VOLUMEN”

1.3 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 CONTEXTUALIZACIÓN

En el Ecuador la industria del curtido de pieles es una actividad estrechamente ligada a dos importantes sectores productivos del país, la industria del calzado y la marroquinería, se debe tomar en cuenta que en nuestro país es una rama productiva de perspectivas sobresalientes para la consolidación del mercado interno.

Según el boletín (B092) del Ministerio de Industrias y Productividad con fecha 24 de abril del año 2013, registra un desarrollo en el sector de la curtiembre, cuya producción creció en el orden del 8,6% entre 2011 y 2012. Estos avances se difundieron durante la Sesión Solemne por el aniversario 25 de la Asociación

Nacional de Curtidores del Ecuador (ANCE), que tuvo lugar en la ciudad de Ambato.

En el acto, la ministra de Industrias y Productividad, reconoció que la capacidad productiva de los curtidores se concentra en la provincia de Tungurahua, con un 76% del total, seguido por Imbabura, Azuay y Cotopaxi. Asimismo, señaló que la inversión en el sector incrementó del 8% al 55%, entre 2011 y 2012, un incremento de la producción del 87%, un aumento de las exportaciones de 152% y una mayor generación de empleo en el orden del 1150%. Por estas cifras, el modelo de gestión para reactivar a este grupo productivo ha convertido a nuestro país en un ejemplo a seguir en Latinoamérica. (Ministerio de Industrias y Productividad , 2013)

Los residuos sólidos se generan principalmente en las etapas de descarnado, recorte de pieles, raspado y lijado de los cueros. Los residuos del descarnado son principalmente grasas y tejidos biodegradables.

Se estima que cerca del 60% en peso de la piel bruta se elimina como residuo en la industria de curtido. Además, cerca del 15% del peso total de la piel se descarga en las aguas residuales principalmente en la forma de grasas, pelo degradado y fibras. Estos últimos son los responsables del lodo generado en aquellas empresas que poseen una planta de tratamiento de residuos líquidos. Los lodos, previamente secados, también se envían a vertederos municipales o privados.

Por otro lado, los residuos sólidos de otras etapas del proceso son, principalmente, cuero curtido en la forma de pedazos, viruta y polvo. Estos residuos se van acumulando junto a las máquinas de corte, raspado y lijado y son almacenados generalmente en tambores metálicos. Los desechos sólidos son retirados semanalmente por empresas contratistas que los envían a los vertederos municipales o son vendidos a empresas que producen cuero conglomerado.

En la provincia de Cotopaxi, específicamente en el cantón Salcedo barrio Chipualó se encuentra la empresa “Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A”. Especializados en la obtención del cuero para, vestimenta, calzado, tapicería de vehículos, marroquinería, cuenta con un personal capacitado, con la experiencia alcanzada en los años de trabajo, la empresa ha incrementado su desarrollo industrial, productivo y tecnológico, así brindando un mejor producto en todos los ámbitos requeridos por el cliente de las pequeñas industrias que utilizan como materia prima el producto final obtenido en la curtiembre.

1.3.2 ANÁLISIS CRÍTICO

En el Ecuador, el avance de la ciencia y la tecnología ayuda a las fábricas de curtidos a mejorar sus procesos de producción reemplazando procesos realizados de forma manual con maquinarias que faciliten y reduzcan el tiempo de producción, traslado o almacenamiento de residuos sólidos, obtenidos en los diferentes procesos.

En la Fábrica “Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.” donde se va a realizar el estudio, existe un almacenamiento del raspado de cuero inadecuado, el cual se acumula directamente luego dar el espesor definido al cuero.

El método de almacenamiento del residuo sólido proveniente del raspado del cuero está expuesto al medio ambiente y en contacto con los operarios que pasan por la sección de trabajo.

1.3.3 PROGNOSIS

En caso de no efectuarse el estudio de un sistema de compactación para los residuos sólidos en el proceso de raspado del cuero en la Fábrica “Ecuatoriana de Curtidos S.A” en la provincia de Cotopaxi Catón Salcedo, no se podrá reducir su

el volumen que este ocupa en la planta de tratamientos, provocando gastos innecesarios al momento de su almacenamiento y posterior transporte hacia el respectivo relleno sanitario del cantón Salcedo utilizado para este tipo de desechos sólidos producidos por el sector de la curtiembre.

1.3.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué sistemas de compactación de residuos sólidos se puede realizar en el proceso de raspado cuero de la Fábrica Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A. para reducir el volumen?

1.3.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿De qué manera se reducirá el volumen de los residuos sólidos producidos en el proceso de raspado del cuero en la Fábrica Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A.?

¿Qué tipo de compactación será la más adecuada para los residuos sólidos del raspado del cuero en la Fábrica Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A.?

¿Qué parámetros intervienen en la compactación de residuos sólidos?

1.3.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIFGACIÓN

1.3.6.1 DELIMITACIÓN DEL CONTENIDO

Este estudio se realizará con fundamentos basados en:

- Diseño mecánico.

- Máquinas Eléctricas.
- Estructuras metálicas.
- Neumática y oleohidráulica.
- Plantas industriales

1.3.6.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Esta investigación se llevará a cabo en la provincia de Cotopaxi, en el Catón Salcedo sector Chipualó, Fábrica “Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.”

1.3.6.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL

La presente investigación se realizará en el periodo comprendido entre Mayo 2015 – Diciembre 2015.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Dadas las circunstancias en la que se encuentra la industria de la curtiembre en el Ecuador especialmente en la provincia de Cotopaxi y teniendo una gran demanda en este producto por las políticas gubernamentales, se ve en la necesidad de realizar un estudio para poder reducir el volumen de los desechos sólidos en el proceso de raspado del cuero wet blue de la fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.

Este estudio representa un aporte que interactúa la teoría con la práctica, pues es un tema que abarca varios aspectos de la ingeniería, los cuales de una manera directa o indirecta logran fortalecer y consolidar los conocimientos del investigador, así como también de la comunidad en general.

Los beneficiarios en particular serán: La fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A. al disponer de información actualizada sobre la compactación de los desechos sólidos en el proceso de raspado del cuero wet blue, optimización del recurso humano como financiero y un eficiente flujo de trabajo para así generar productividad que fomente alta rentabilidad en la empresa.

Además es factible por que se cuenta con información bibliográfica y tecnológica, la fábrica Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A. brinda la disponibilidad de sus instalaciones, herramientas, información para poder llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar los sistemas de compactación de los residuos sólidos wet blue en el proceso de raspado cuero en la Fábrica Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A. para reducir el volumen.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el volumen de los residuos sólidos producidos en el proceso de raspado del cuero wet blue en la fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.
- Determinar un sistema de compactación de residuos sólidos en el proceso de raspado de cuero más adecuado.
- Identificar los parámetros que inciden en la compactación del rapado de cuero wet blue en la fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el año 2006, en la Escuela Superior Politécnica del Ejército se realizó el proyecto de investigación previo la obtención del título de ingeniero mecánico con el tema “Diseño y construcción de máquina compactadora de alimento para ganado de engorde, 150 kg/h”, elaborado por los señores estudiantes Pablo Alejandro León Sampedro y Alejandro Leonardo Coba Rodríguez

Las conclusiones a las que ha llegado con la investigación son: el briquetado o compactación de alimento es el proceso en el cual se desea ahorrar costos de almacenamiento y transporte además de obtener como resultado el aumento en el peso del ganado, el precio de producción del kilo de carne. Se realizó una serie de pruebas de compactación en estado natural variando la presión en función de la densidad del material, donde se observó que la presión de compactación fue demasiado grande ya que con la ayuda de un aglutinante se logró aumentar las fuerzas de cohesión entre las partículas y así reducir la presión

A continuación se revisó, que en el año 2014, en la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería En Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, el señor estudiante Horacio Willington Ortiz Beltrán, realiza un estudio con el tema: “Compactadora de bloques nutricionales para ganado, con una producción de 150 kg/h en bloques de 20x20x15 cm”.

Llegando a las siguientes conclusiones: una prensa hidráulica permite tener la fuerza constante a lo largo de todo su recorrido, lo que ayuda a obtener una cohesión adecuada que le da estabilidad y homogeneidad al producto. El rendimiento del sistema hidráulico esta entre el 84% de la potencia total nominal del sistema en donde las pérdidas se encuentra en gran en el motor y la bomba, siendo casi despreciables la de los demás componentes. La forma más adecuada para realizar el dimensionamiento de un sistema hidráulico es primero establecer una presión base y calcular el tamaño del actuador, aproximar este a una medida comercial y luego con esa referencia determinar los parámetros de la bomba y el motor para evitar un sobredimensionamiento perjudicial de los elementos. Al inicio se toma una presión base de 2000 psi que con el dimensionamiento completo se obtiene una presión necesaria de 1923 psi sin sobredimensionar el sistema. Al ser la fuerza aplicada una carga de impacto moderado y en una dirección su factor de seguridad de tres nos da una buena resistencia a la fatiga como se demostró y no hay un sobredimensionamiento que eleve los costos de construcción.

2.2 FUNDAMNTACIÓN FILOSÓFICA

Ontológica.- el Ingeniero mecánico es un ser físico porque diseña, analiza y evalúa es por eso por tal motivo que se revisara los diferentes tipos de compactación para poder dar una solución al raspado del cuero.

Epistemológica.- Se tiene claramente identificada la información que se va utilizar en la investigación que se realizará en la Universidad Técnica de Ambato donde se ejecutara el estudio los diferentes sistemas de compactación.

Axiológica.- En la investigación se maneja los siguientes valores como son el respeto que merece el personal donde se realizara el estudio de los sistemas de compactación.

El profesionalismo y la honestidad que se manejará con el fin de dar solución a un problema existente, en la fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El presente proyecto de investigación estará fundamentado mediante las siguientes normas:

- Normas ISO 6020/1 -160 BAR, selección de cilindros hidráulicos.
- Norma INEN 009. Código de Dibujo Técnico - Mecánico, presenta los parámetros técnicos a tomar en cuenta a la hora de realizar planos.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

¿Estudio de la compactación de residuos sólidos en el proceso de raspado del cuero en la Fábrica Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A. para reducir su volumen?

X= Estudio de un sistema de compactación de residuos sólidos en el proceso de raspado de cuero.

Y= Reducción de volumen.

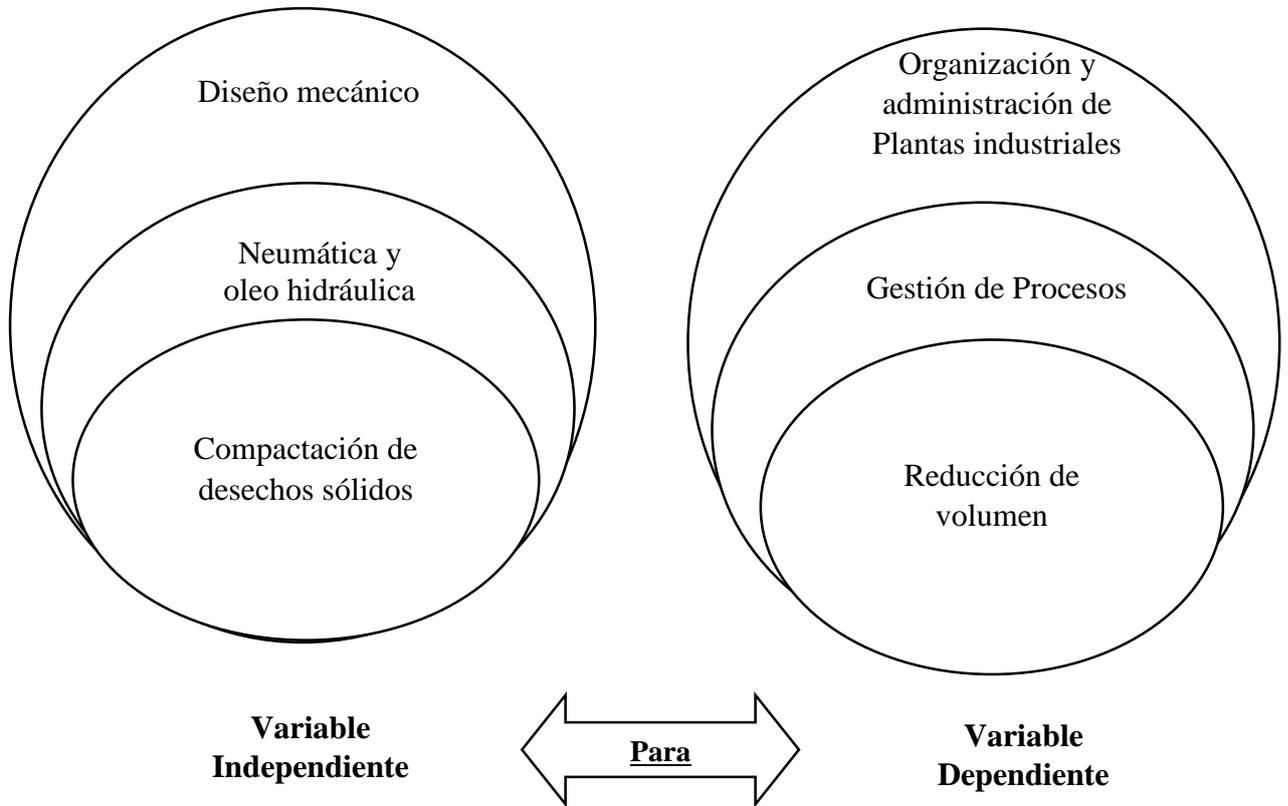


Gráfico 2-1 Categorías Fundamentales
Autor: Darwin Chiluisa

2.4.1 DISEÑO MECÁNICO.

El diseño mecánico, es una tarea difícil que necesita varias capacidades. Se necesita subdividir grandes relaciones en varias tareas simples. La complejidad del diseño mecánico requiere una secuencia de pasos en la que las ideas se presentan y se revisan.

Como primer paso se aborda la naturaleza del diseño en general, luego el diseño en la ingeniería mecánica de manera específica. El diseño mecánico es un trabajo iterativo que cuenta con muchas fases interactivas. Hay muchos recursos para apoyar al diseñador, entre los que se incluyen fuentes de información y un sin número de herramientas de diseño asistido por computadora. El ingeniero de

diseño no debe quedarse encerrado en un solo ámbito, necesita desarrollar competencia en su campo, también debe cultivar un sentido de responsabilidad y ética profesional.

La vida útil de un componente mecánico casi siempre está relacionada con el esfuerzo y la resistencia. Los puntos débiles siempre han estado presentes en el diseño y en la ingeniería mecánica los cuales se señalan mediante el factor de diseño y el factor de seguridad, ya sea en la forma determinista (absoluta) o en un sentido probabilístico. El enfoque probabilístico nos da la confiabilidad del diseño y para lo cual necesita buenos datos. (Budynas & Nisbett, Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, 2008)

Gran parte de la enseñanza de la ingeniería se dedica a temas de análisis, lo que significa descomponer, desarmar, descomponer en sus partes constituyentes. Esto es muy necesario. El ingeniero en diseño debe tener conocimientos cómo analizar sistemas de varios tipos, estos sea de índole mecánico, eléctrico, térmico o fluido. El análisis requiere un completo conocimiento tanto de las técnicas matemáticas acertadas, como de la física fundamental de la función del sistema. Pero, antes de que cualquier sistema pueda ser analizado, debe existir, y una hoja de papel en blanco proporciona poca sustancia para el análisis. Así, el primer paso en cualquier ejercicio de diseño de ingeniería es el de síntesis, que significa conjuntar. (Norton, 2009)

2.4.1.1 DISEÑO ESTRUCTURAL

2.4.1.2 VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

Cuando se viaja por el diferentes lugares, se podría llegar a la conclusión que el acero es el material estructural perfecto ya que se observa muchos puentes, torres, edificaciones y otras estructuras de acero. Luego de ver todas sus aplicaciones sería necesario conocer todas sus propiedades que hacen conveniente su uso. (McCormac, Diseño de Estructura Metálicas , 1999)

Alta resistencia

La resistencia por unidad de peso va relacionada con el poco peso que poseen las estructuras, siendo de gran importancia en los puentes que tienen grandes claros, edificaciones altas, y en estructuras con malas condiciones de cimentación.

Uniformidad

Durante el paso del tiempo las propiedades del acero no cambian, esto se observa en las estructuras de concreto reforzado.

Elasticidad

Tomando en cuenta las hipótesis de diseño el acero es el material que más se acerca en su comportamiento, a comparación de los demás materiales, por lo que sigue la ley de Hooke hasta esfuerzos muy elevados.

Durabilidad

Si se realiza un mantenimiento adecuado y periódico las estructuras de acero durarán indefinidamente, últimos estudios realizados indican que bajo ciertas condiciones las estructuras no requieren mantenimiento alguno.

Ductilidad

Esta propiedad es muy importante ya que le permite a la estructura soportar grandes deformaciones sin fallar cuando se aplican esfuerzos de tensión altos, si el material no posee esta propiedad será duro y frágil y se romperá cuando este expuesto a un golpe.

Tenacidad

Es la propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades, el material puede estar expuesto a deformaciones durante su montaje o fabricación y aun así soportar ser doblado, martillado, taladrado y cortado sin sufrir daño alguno.

Propiedades diversas

A continuación se cita varias ventajas que posee el acero estructural:

Facilidad de unión mediante varios conectores como la soldadura, remaches y los tornillos, se puede prefabricar de manera fácil los miembros, rápido montaje, resistencia a la fatiga, capacidad de laminado, reusar luego de ser desmontado, posibilidad de vender como chatarra. (McCormac, Diseño de Estructura Metálicas , 1999)

2.4.1.3 DESVENTAJAS

Costos de mantenimiento

Como los aceros estructurales están expuestos al agua y al aire son susceptibles a la corrosión, de tal forma que deben ser pintados periódicamente.

Costo de protección contra el fuego

Los miembros estructurales son incombustibles, pero durante los incendios sus resistencias se reducen notablemente. Al ser un miembro estructural un excelente conductor de calor se debe proteger con materiales que posean ciertas propiedades como aislantes.

Susceptibilidad al pandeo

Mayor es la posibilidad de pandeo entre más largos y esbeltos sean los miembros a compresión.

Fatiga

La resistencia de los miembros estructurales puede reducirse cuando están sujetos a una variación de la magnitud del esfuerzo de tensión. (Solo cuando se presentan tensiones hay problemas de fatiga).

Fractura frágil

Bajo determinadas condiciones, el acero estructural puede perder su propiedad de ductilidad y presentarse una fractura frágil en lugares con concentración de esfuerzos. Las temperaturas muy bajas junto con cargas que generan fatiga, acentúan la situación. (McCormac, Diseño de Estructura Metálicas , 1999)

2.4.1.4 USOS DEL DISEÑO MECÁNICO

Existen varios usos, en los cuales se aplica el diseño mecánico, por ejemplo: en la manufactura, que se realizan procesos para la creación de máquinas o partes de máquinas. Para el ensamble de piezas comerciales con o sin piezas manufacturadas.

También se realiza un rediseño ergonómico, para un mejoramiento de piezas dirigido a la comodidad. Programas de mantenimiento: procedimientos, frecuencias, parámetros, reemplazos.

Para el reciclaje y reutilización: separación, procesamiento y remanufactura de piezas. (Rodríguez, 2011)

2.4.1.5 PROCESOS DE DISEÑO

Casi siempre, el proceso de diseño comienza con la identificación del problema o de una necesidad.

Por lo general, el reconocimiento y la expresión de ésta constituyen un acto muy imaginativo, porque el problema o la necesidad quizá sólo sean una vaga inconformidad, un sentimiento de inquietud o la detección de que algo no está bien. Muy frecuentemente la necesidad no es del todo evidente; el reconocimiento se acciona por una circunstancia adversa particular o por un conjunto de circunstancias aleatorias que se originan casi de manera simultánea. Citamos un ejemplo, la necesidad de hacer algo por una máquina para elaborar muebles la cual se manifiesta por el nivel excesivo de ruido, el trabajo realizado no será el mismo, por la molestia que causa el ruido en los trabajadores, en el gráfico 2.2 indica las fases del diseño. (Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, 2008)

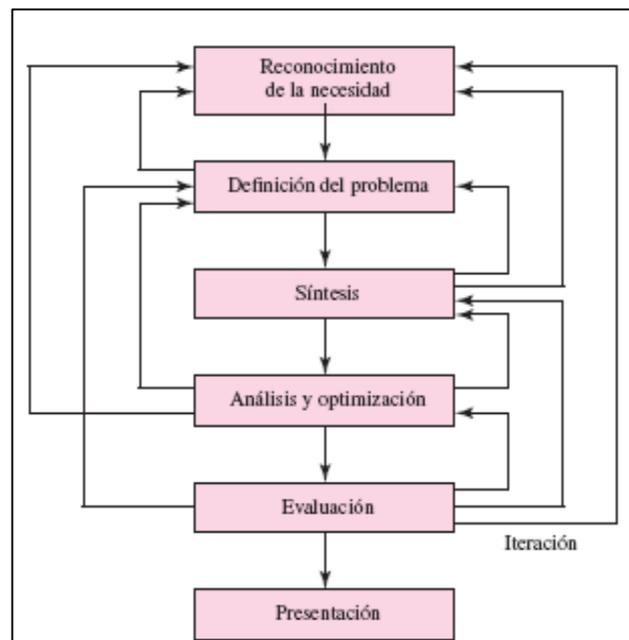


Gráfico 2-2 Fase del proceso de diseño

Fuente: (Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, 2008)

Se realiza una secuencia lógica de pasos que sigue el diseñador a partir de los datos de entrada, para obtener un resultado de ingeniería más práctico y funcional

que satisfaga un problema específico. El procedimiento es en esencia un ejercicio de imaginación y aplicación de conocimientos, pero requiere de un método estricto y organizado que facilita, pero no garantiza, la obtención de resultados. Cuando se menciona una sucesión de pasos se quiere señalar un orden lógico, pero esto no implica una progresión lineal de tareas. De hecho gran parte del proceso es iterativo, es decir, se parten de suposiciones válidas que se prueban, se comparan, se corrigen y se vuelven a probar a través de un ciclo de operaciones, hasta satisfacer las condiciones y requerimientos del problema. En general, el proceso de diseño puede verse como un conjunto de bloques operacionales que requieren datos de entrada tanto al inicio como durante el proceso, y generan resultados, que son a su vez entradas del siguiente paso. Desde el punto de vista del proyecto de ingeniería, el proceso consume una gran variedad de recursos (tangibles e intangibles) y se espera obtener de él, bienes, servicios y conocimientos con valor agregado. (Rodríguez, 2011)

2.4.1.6 REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO

Los requerimientos fundamentales y necesarios para iniciar un proyecto de diseño se pueden agrupar en cinco aspectos:

Necesidad.- Como primer punto está reconocer una necesidad básica que requiera solución utilizando las herramientas del diseño mecánico; seguidamente se debe perfeccionar este planteamiento preliminar con más información sobre las restricciones y demandas particulares del problema.

Motivación.- , Es una herramienta muy útil a la hora de aumentar el desempeño de los trabajadores ya que proporciona la posibilidad de incentivarlos a que lleven a cabo sus actividades, generalmente esa motivación es con un fin de lucro (explotación comercial de productos, innovación, mejoramiento, productividad, eficiencia, etc.), pero también se debería tener entusiasmo por el diseño, para que

el ingeniero disfrute de su qué hacer y no se deje agobiar por las dificultades que pueda encontrar.

Creatividad.- Un valioso factor, olvidada en las aulas de clase, ignorada en los cursos técnicos, pero de vital importancia para encontrar soluciones alternativas e innovadoras a viejos y nuevos problemas; no debe olvidarse que ingeniería viene de ingenio, capacidad de crear.

Conocimientos.- En este punto se reúnen los conocimientos científicos (teóricos), ingenieriles (aplicados) y técnicos (prácticos y operativos) indispensables para abordar el problema particular; no es necesario (y a veces es imposible) saber todo desde un comienzo, por lo cual se debe tener acceso constante a fuentes de información, tanto científica y técnica como comercial; igualmente es imprescindible que el ingeniero cuente con destrezas en el uso de herramientas de modelación, computación y cálculo, que durante el transcurso del proceso de diseño puede ir mejorando.

Recursos.- Materiales (materias primas, insumos, locaciones, máquinas herramientas, procesos, servicios industriales, etc.), humanos (equipo interdisciplinario de ingenieros y técnicos, operarios, profesionales de apoyo, etc), tiempo (cronograma) y dinero con qué invertir todo lo anterior. En proyectos de ingeniería se verá la complejidad de la planeación, organización, ejecución y control de los recursos, lo cual supera usualmente la dificultad del problema de diseño en sí mismo. Resumiendo lo anterior, se puede decir que para solucionar todo problema de ingeniería es necesario saber hacerlo, querer hacerlo y tener con qué hacerlo. (Rodríguez, 2011)

2.4.1.7 SOLUCIÓN

Se debe fundamentarse en el diseño final apto de un elemento de máquina, producto, máquina o proceso de elaboración; que debe tener planos, prototipo virtual, construcción y prueba de al menos un prototipo físico y especificaciones del proceso de manufactura para su producción en serie. (Rodríguez, 2011)

2.4.1.8 PASOS DEL PROCESO DE DISEÑO

Con el diseño mecánico el objetivo a realizar, es un producto útil que cumpla con los requerimientos, necesidades del cliente o institución y de igual forma cumpla estándares de confiabilidad, seguridad, económicos, y de manufactura práctica. (Mott, Diseño de Elementos de Máquinas, 2006)

Seguidamente se detalla cada uno de los pasos que se deberían tomar muy cuenta para un diseño satisfactorio.

Diseño Preliminar

- Sugerencia básica de la necesidad.
- Reconocimiento del estado del problema.
- Tabla de datos.
- Aclaración del problema.

Diseño básico

- Partición en subsistemas.
- Propuesta de alternativas de resolución de subsistemas.
- Elección de alternativas de solución.
- Unificación de subsistemas.

Diseño de detalle

- Selección de elementos comerciales.
- Análisis de los elementos manufacturados.
- Unificación de los subsistemas y elementos.
- Planos de ensamble y de taller.
- Ensayos & prototipos.
- Programas computarizados (CAD 3D, CAD CAM)
- Ensayos dinámicos y estáticos.

Diseño Conclusivo

- Planos finales: detalle ensamble y explosión
- Diseño de detalles.
- Realización de la pieza.

Bitácora de diseño

- Apuntes de cálculo y planos.
- Manuales de mantenimiento e instalación.
- Registros
- Catálogos comerciales del medio

2.4.1.9 PRONÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO

Un sistema debe funcionar bien durante una determinada vida de servicio; para cumplir este propósito los resultados deseados se deben producir a lo largo de un tiempo determinado, de tal modo que su vida útil se puede tener en cuenta al determinar el funcionamiento real de sistema.

2.4.1.10 SIMPLIFICACIÓN DEL DISEÑO

El creador del diseño es quien debe tomar la decisión con fundamentos y principios, suplementados con información empírica y experiencia. Las ciencias sirven de fundamentos para el diseño de las máquinas.

Las matemáticas y la física (cinemática, estática, dinámica, resistencia de materiales) son muy importantes, pero también existen muchas materias a considerar, como el dibujo técnico, la economía, la metalurgia, la termodinámica y la transmisión de calor, la mecánica de fluidos y la teoría de circuitos eléctricos.

El diseño puede ser simple o enormemente complejo, fácil o difícil, matemático o no matemático, y puede implicar un problema trivial o uno de gran importancia eso dependerá del problema al que le estamos dando solución. (Rodríguez, 2011)

2.4.1.11 SIGLAS UTILIZADAS

AGMA: American Gear Manufactures Association (Asociación Americana de Fabricantes de engranajes).

AISC: American Iron and Steel Construcción (Instituto Americano de la Construcción de Acero).

AISI: American Iron and Steel Institute (Instituto Americano del Hierro y del Acero).

ASA: American Standard Association (Asociación Americana de Estándares)

ASME: American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de ingenieros Mecanicos)

ASTM: American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Prueba de Materiales).

AWS: American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadores).

SAE: Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices).

2.4.2 NEUMÁTICA Y OLEOHIDRÁULICA

La neumática es una rama de la ingeniería que se dedica al estudio y aplicación del aire comprimido, mientras que la oleohidráulica utiliza como fluido de trabajo el aceite obtenido de la destilación del petróleo, de ahí su nombre, son sistemas que ayudan en la automatización de diversos procesos industriales, estos sistemas también pueden ser eléctricos y mecánicos. (Solé, 2011)

2.4.2.1 NEUMÁTICA

El término neumática se refiere al estudio del movimiento del aire. En los sistemas de aire comprimido se realiza un funcionamiento controlado con la utilización de motores y cilindros neumáticos, los mismos que se pueden utilizar en diferentes maquinas como, martillos neumáticos, vibradores, sistemas de frenos, pistolas utilizadas en el área de pintura, prensas neumáticas, etc.

Características del fluido

Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es necesario para la vida sobre la tierra. Indispensable para la combustión. Los gases que contiene el aire pueden ser separados por medios físicos, como es la destilación fraccionada, un litro de aire en condiciones normales pesa 1,293 gramos. (Anda, 2011)

Aire neumático

Para utilizar el aire atmosférico en los sistemas neumáticos se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El aire neumático a utilizarse debe ser seco y sin ninguna clase de agentes agresivos ni contaminantes.
- Tener en cuenta que cuando se comprime el aire se genera condensados, los mismos que son mayores si el sistema se encuentra en contacto con temperaturas bajas.
- Se debe utilizar filtros de 40 micras para conseguir aire limpio.
- Mediante el uso de separadores de agua o secadores de aire, que son instalados en la red de distribución se tiene aire seco que necesita el sistema.
- El aire comprimido que se emplea en la industria procede del exterior. Se comprime de 6 a 8 bares de presión (87y 116 psi), no debe sobrepasar en su utilización los 10 bares (145 psi).
- Una vez realizado su función el aire neumático debe ser expulsado del sistema, cuidando el medio ambiente y la seguridad de las personas cuando se encuentra en ambientes cerrados.

Magnitudes y Unidades

Las unidades utilizadas para la presión se representan mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{F}{A} \left(\frac{N}{m^2} \right)$$

Ecuación 2-1

Dónde:

F representa la fuerza ejercida (newton), sobre una superficie A, (metro cuadrado).

Unidades

Aplicando el Sistema Internacional (S.I.) la unidad a utilizarse es el Pascal (Pa), pero sin embargo hay otras unidades que son aceptadas por el S.I.

$$1 \text{ Pa} = \text{N/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ kp/cm}^2$$

$$1 \text{ kp (kilopondio)} = 9,8 \text{ N.}$$

La atmosfera (atm): $1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar}$.

Columna de mercurio (mm Hg): $1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$

Presión absoluta: presión p_1 medida desde un nivel cero 0.

Presión relativa: presión p_2 medida desde la presión atmosférica p_0

$$p_1 = p_2 + p_0$$

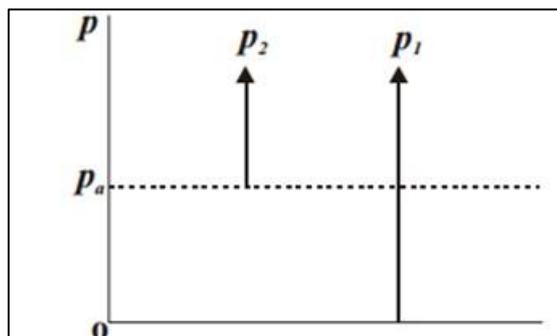


Gráfico 2-3 Suma de presiones
Autor: (hidrapri)

El vacío

Se considera vacío cuando hay una presión menor a la atmosférica, el instrumento que nos ayuda a medir esta presión es el manómetro.

Caudal (Q)

Es el volumen de un fluido (V) que pasa por una sección (A), transversal a la corriente, en una unidad de tiempo (t).

$$Q = \frac{V}{t} \left(\frac{m^3}{s} \right) \quad \text{Ecuación 2-2}$$

Humedad

Resulta de medir la cantidad de agua (en forma de vapor) que contiene el aire, y depende principalmente de la temperatura con la que se maneje.

Humedad absoluta (H)

Interpreta la cantidad total de vapor de agua que contiene el aire. Su unidad de medida es en gr/m³. Esta magnitud no se usa puesto que el dato obtenido no es objetivo, sino que depende de la temperatura.

Humedad relativa (Hr)

Señala la relación entre la humedad del aire m_v y la máxima humedad que podríamos tener a una temperatura dada, es decir, masa de vapor saturado m_s . Es adimensional. (hidrapri)

$$H_r = \frac{m_v}{m_s}$$

Consumo de aire

El consumo de aire que tiene el cilindro está dado por la relación de compresión, por el área del pistón y por la carrera en ciclos /minuto. (Solé, 2011)

La relación de compresión a nivel del mar es:

$$\frac{0.987 + P_{aire}(bar)}{0.987}$$

2.4.2.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA NEUMÁTICO

Elementos activos, son los que transfieren energía al fluido.

2.4.2.3 COMPRESORES

Son los encargados de suministrar al sistema una adecuada presión y caudal de aire que aspiran de la atmósfera, su ubicación debe ser en un lugar fresco y exento de polvo o partículas que contaminen el aire. Datos necesarios de los compresores:

- Caudal que proporciona y
- Relación de presión $\frac{P_{salida}}{P_{entrada}}$

Tipos de compresores

- Compresores de embolo.- Se caracterizan porque durante su funcionamiento realizan un ruido excesivo, por lo cual su costo es bajo.
- Compresores rotativos.- Su funcionamiento es silencioso y su costo es elevado.

Elementos pasivos, son los aquellos que consumen energía, la transportan, administran o controlan.

2.4.2.4 ACUMULADOR

Su tarea es mantener una presión apropiada en el sistema neumático, su dimensión depende del caudal que necesite el sistema y de la potencia del compresor. Normalmente el acumulador tiene un sensor de presión, el cual activará el compresor cuando la presión disminuya hasta un cierto límite y lo desconectará cuando la presión aumente.

2.4.2.5 ACONDICIONADORES DE AIRE

Son elementos que nos dan la posibilidad de mantener el aire en condiciones ideales (humedad, lubricación, limpieza), para ayudar con la prolongación de la vida útil del sistema. Estos elementos son:

Filtros

Son indispensables, aun si exista tratamiento del aire a la salida del compresor o depósito, para disminuir la presencia de partículas o condensados. Combina un separador centrifugo y un elemento filtrante, un deflector da al aire un movimiento ciclónico que su misión es adherir a las paredes las partículas y gotas que se recogen y luego son purgadas, gráfico2.4.

En la tabla 2.1, se tiene la especificación de la calidad del aire según la norma ISO 8573, norma internacional del aire comprimido.

Tabla 2-1 Especificación de la calidad del aire

ISO8573-1:2010 CLASE	Partículas sólidas				Agua		Aceite
	Número máximo de partículas por m ³			Concentración másica mg/m ³	Punto de roció a presión de vapor	Líquida g/m ³	Concentración total de aceite (líquido, aerosol y vapor)
	0,1 - 0,5 micras	0,5 - 1 micras	1 - 5 micras				mg/m ³
0	Tal como especifique el usuario o el proveedor del equipo y más estrictos que los de la Clase 1.						
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70 °C	-	0,01
2	≤ 400 000	≤ 6000	≤ 100	-	≤ -40 °C	-	0,1
3	-	≤ 90 000	≤ 1000	-	≤ -20 °C	-	1
4	-	-	≤ 10 000	-	≤ +3 °C	-	5
5	-	-	≤ 100 000	-	≤ +7 °C	-	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ +10 °C	-	-
7	-	-	-	5 - 10	-	≤ 0,5	-
8	-	-	-	-	-	0,5 - 5	-
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-
X	-	-	-	> 10	-	> 10	> 10

Autor: ISO 8573

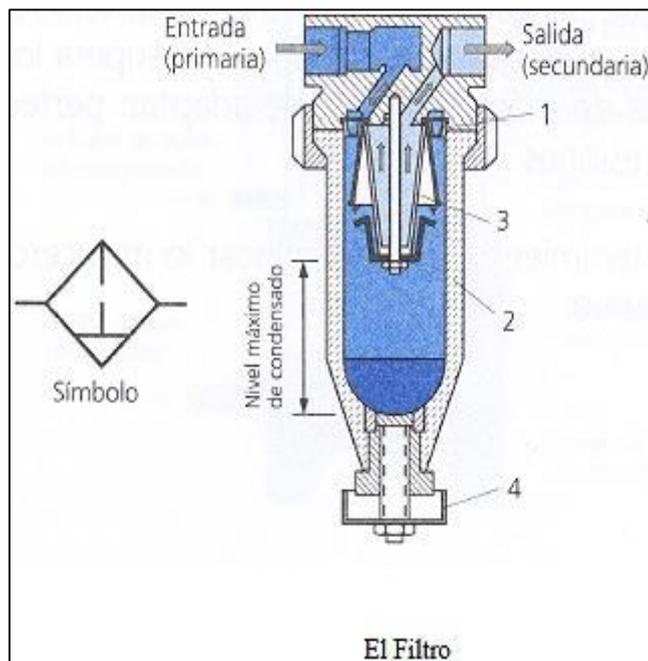


Gráfico 2-4 Filtro de purga
Autor: (Anda, 2011)

Lubricadores

Son los que permiten engrasar los elementos móviles del sistema neumático, al mezclar el aire comprimido con una leve neblina de aceite que es arrastrada por todo el circuito.

Regulador o limitador de presión

Se encarga de que la compresión en el circuito se mantenga por debajo de un cierto límite y a presión constante. Dispone de una válvula de escape que libera aire cuando la presión aumenta. Grafico 2.5

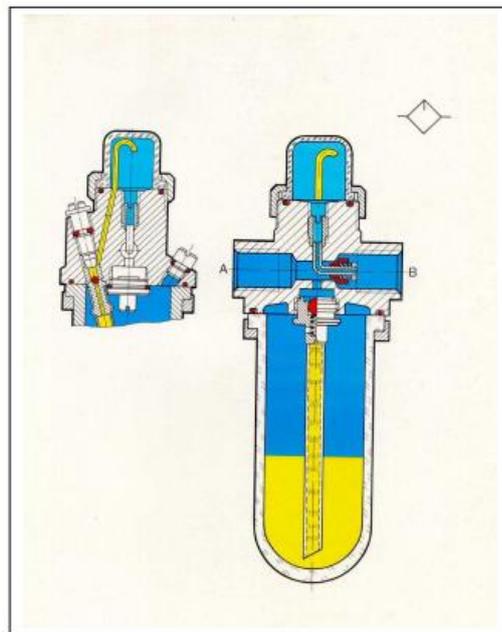


Gráfico 2-5 Lubricador de aire comprimido
Autor: (FESTO)

Silenciador

Es el encargado de reducir el ruido cuando se expulsa el aire a la atmósfera. gráfico 2.6. (Anda, 2011)



Gráfico 2-6 Silenciador neumático
Autor: (FESTO)

Elementos de transporte

Son los encargados de llevar el fluido en los circuitos hasta los puntos de consumo, estos elementos son las tuberías.

El material debe ser lo suficientemente resistente como para soportar la presión del aire en su interior. Además debe presentar una superficie lisa en su interior.

Elementos de regulación y control

La presión y el caudal del aire comprimido, que se va a utilizar para el movimiento de las partes operativas o motrices del sistema neumático, va a estar controlado mediante distintos tipos de válvulas.

Según la ISO 1219 los símbolos de las válvulas, y su clasificación es la siguiente:

- Válvulas distribuidoras (de vías).
- Válvulas de bloqueo.
- Válvulas de presión.
- Válvulas de estrangulación.
- Válvulas de cierre

Los símbolos del gráfico 2.7 ilustran el funcionamiento de las válvulas reguladoras, cada posición de mando viene representada por un cuadrado, las flechas indican la dirección de paso, las rayas transversales los cierres. Las conducciones se conectan al cuadrado que representa la posición de reposo de la válvula.

- A) Ilustra una válvula de 3/2 vías, cerrada en reposo.
- B) Se indica la válvula de 3/2 vías, abierta en reposo.
- C) Ilustración de las válvulas de: 2/2 vías, 3/2 vías, 3/3 vías con posición central cerrada, 4/2 vías, 4/3 vías con, posición central cerrada, 4/3 vías, con posición central salidas a escape y 5/2 vías.
- D) Se observa una válvula anti-retorno que no posee resorte, válvula anti-retorno con resorte, válvula de escape rápido, válvula selectora de circuito o módulo “O” y válvula de simultaneidad o módulo “Y”.
- E) Válvula limitadora de presión, válvula de secuencia, válvula reguladora de presión, sin con escape. (FESTO)

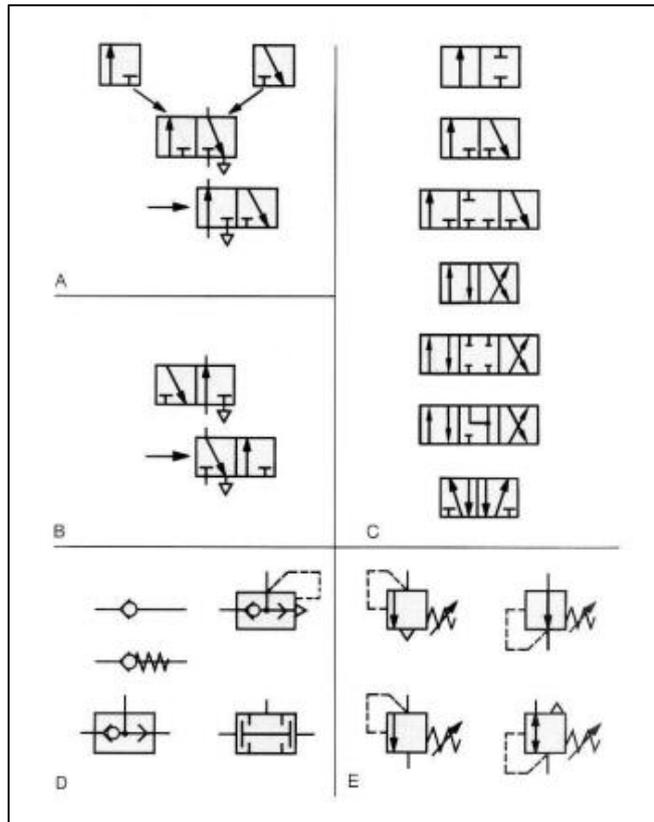


Gráfico 2-7 Símbolos según la ISO 1219

Autor: (FESTO)

Válvula anti- retorno

Las válvulas de boqueo cierran el paso únicamente en una dirección y dejando libre en la contraria. El cuerpo de estanqueidad es comprimido por el rebote, pero que se acciona se la presión contra el efecto del resorte llega a ser mayor que su fuerza antagonista.

Válvulas de regulación de presión y caudal

Su trabajo es impedir el paso del aire en un sentido y dejar pasar el mismo en sentido opuesto. La obturación del paso puede lograrse con una bola impulsada por la propia presión de trabajo.

Elementos actuadores

Son aquellos que tienen el trabajo de transformar la energía neumática en otra energía, por lo general de tipo mecánico.

Cilindros

Son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica con movimiento rectilíneo alternativo. Hay dos tipos de cilindros.

Cilindro de simple efecto

En este cilindro, el aire entra a presión por el orificio de la parte trasera del pistón y cuando se llena, el vástago realiza su trabajo en una sola dirección, (como se observa en el gráfico 2.8) en movimiento lineal, para retornar a la posición inicial el cilindro posee un resorte, por lo general este resorte está realizado para almacenar el 6% de la fuerza utilizada en el empuje.

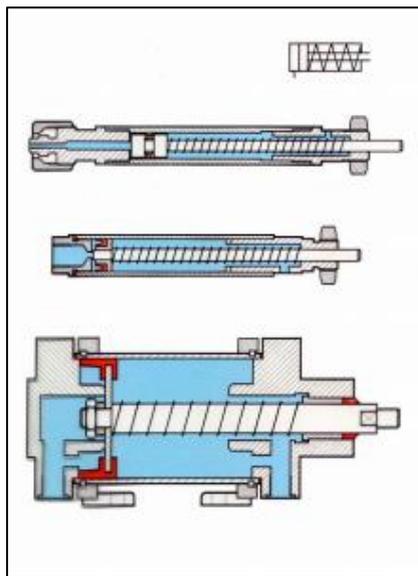


Gráfico 2-8 Cilindro de simple efecto
Autor: (FESTO)

Cilindro de doble efecto

Este tipo de cilindros realizan trabajo en dos direcciones, pero hay que tener en cuenta que la fuerza de avance realizado es mayor a la fuerza de retroceso, hay que tomar en cuenta el diámetro de vástago (gráfico 2.9).

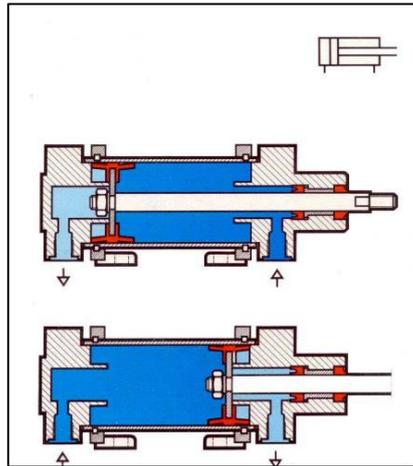


Gráfico 2-9 Cilindro doble efecto
Autor: (FESTO)

Motores

Son aquellos que transforman la energía neumática del circuito en energía mecánica de rotación, existen de varios tipos entre los más utilizados tenemos los motores rotativos de aspas y los motores de émbolo.

Representación

Para representar un circuito neumático se debe realizar en diferentes niveles, como se observa en el gráfico 2.10, en el nivel superior los actuadores, en el nivel medio los dispositivos de control y en el nivel inferior se sitúan los elementos como los compresores los acondicionadores de aire y los acumuladores. (hidrapri)

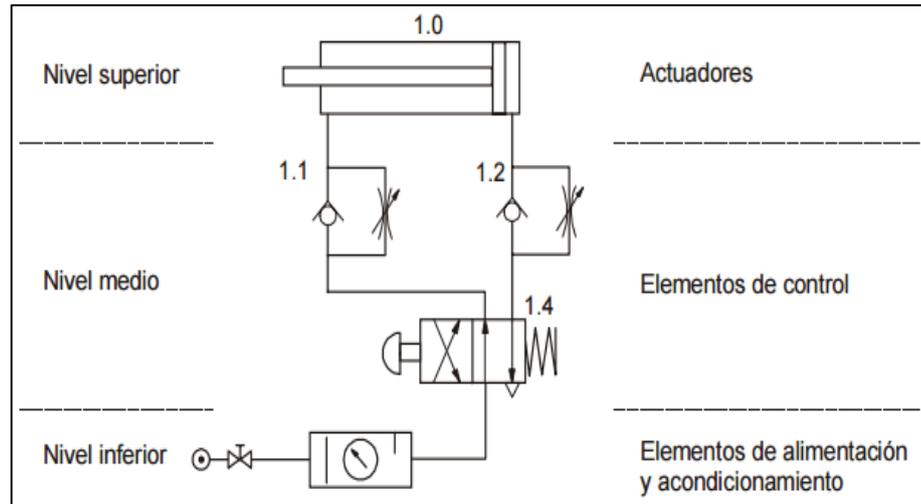


Gráfico 2-10 Representación de niveles de un circuito neumático
 Autor: (hidrapri)

2.4.2.6 SISTEMA HIDRÁULICO

La hidráulica es la encargada de estudiar las propiedades mecánicas de los fluidos que son aplicados en dispositivos que funcionan con líquidos. La oleohidráulica es una rama de la hidráulica y es la técnica aplicada a la transmisión de potencia mediante fluidos contenidos en un espacio determinado. (Solé, 2011)

Mediante esta rama de la hidráulica se resuelve dificultades como el flujo de fluidos por conductos o canales abiertos y el diseño de presas de embalse, bomba y turbinas. Se basa en el principio de Pascal, (gráfico 2.11) que dice que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo. (Mott, Mecánica de Fluidos, 2006)

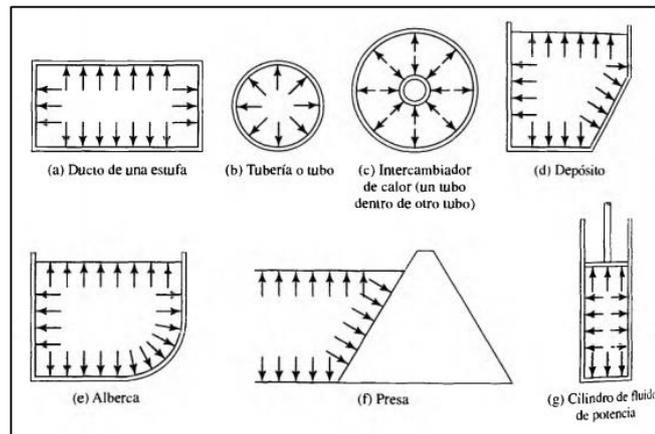


Gráfico 2-11 Dirección de la presión
 Autor: (Mott, Mecánica de Fluidos, 2006)

2.4.2.7 PRODUCCION DE ENERGÍA HIDRÁULICA

Una de las ventajas que nos brinda la energía hidráulica, es la posibilidad de transmitir grandes fuerzas, podemos decir que la hidráulica al utilizar aceites es auto lubricante, el posicionamiento de sus elementos mecánicos es ajustado y preciso, a causa de la incompresibilidad del aceite el movimiento es bastante uniforme, transmite la presión de mejor manera que el aire comprimido, puede producir más presión.

A pesar de estas ventajas hay también ciertos inconvenientes debido al fluido empleado como medio para la transmisión. Entre lo negativo tiende a sobresalir su suciedad, es inflamable y explosiva, es sensible a la contaminación y a las altas temperaturas, el alto costo de sus elementos mecánicos, el aceite envejece o sufre desgaste, tiene problemas de cavitación o entrada de aire, puede sufrir bloqueo.

(IEM-CHN, 2013)

2.4.2.8 COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Los elementos principales de un sistema hidráulico son: bomba, filtro, recipiente de almacenamiento de aceite, válvulas, actuadores, fluido hidráulico, todos estos elementos son unidos o conectados entre sí mediante tubos o mangueras.

2.4.2.9 BOMBAS

Las bombas son elementos del sistema hidráulico encargados de transformar la energía mecánica transmitida desde un motor eléctrico a energía hidráulica y se la entrega al fluido de trabajo. Existen varios tipos de bombas:

- Bomba de engranajes.
- Bomba de paletas.
- Bomba de pistones.

2.4.2.10 BOMBAS DE ENGRANAJES

Las bombas de engranajes son compactas, relativamente económicas y tienen pocas piezas móviles. Las bombas de engranajes externas se componen de dos engranajes, generalmente del mismo tamaño, que se engranan entre sí dentro de una carcasa. El engranaje impulsor es una extensión del eje impulsor. Cuando gira, impulsa al segundo engranaje. Cuando ambos engranajes giran, el fluido se introduce a través del orificio de entrada. Este fluido queda atrapado entre la carcasa y los dientes de rotación de los engranajes, se desplaza alrededor de la carcasa y se empuja a través del puerto de salida. Puede manejar presiones de hasta 250 bar, las fugas internas aceleran su desgaste. La bomba genera flujo y, bajo presión, transfiere energía desde la fuente de entrada, que es mecánica, hasta un actuador de potencia hidráulica como se observa en el gráfico 2.12. (FluidpowerZone.com)

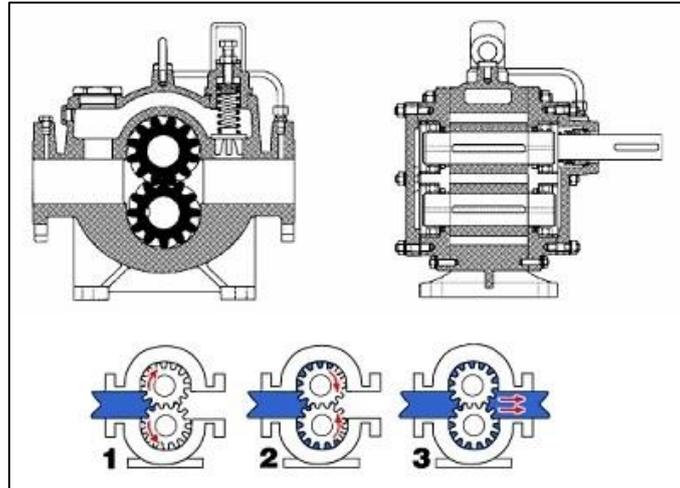


Gráfico 2-12 Bomba de engranajes
 Autor: (SISTEMAS HIDRÁULICOS DE TRANSMICIÓN DE POTENCIA)

2.4.2.11 BOMBA DE PALETAS

Principalmente consta de un rotor, paletas deslizantes y una carcasa. Se divide en dos tipos, las compensadas y no compensadas.

No compensadas

La parte giratoria de la bomba, o el conjunto del rotor, se ubica fuera del centro del anillo de leva o carcasa. El rotor está conectado a un motor eléctrico mediante un eje. Cuando el rotor gira, las paletas se desplazan hacia afuera debido a la fuerza centrífuga y hacen contacto con el anillo, o la carcasa, formando un sello positivo. El fluido entra a la bomba y llena el área de volumen grande formada por el rotor descentrado. Cuando las paletas empujan el fluido alrededor de la leva, el volumen disminuye y el fluido se empuja hacia afuera a través del puerto de salida como se puede observar en el gráfico 2.13.

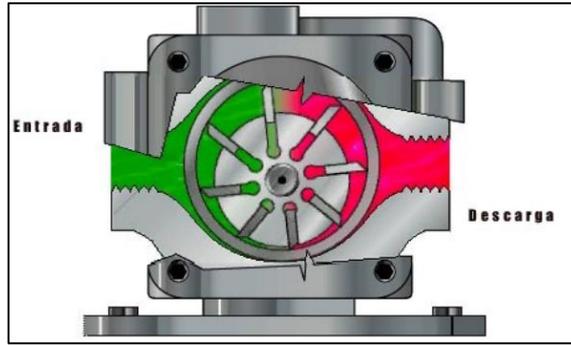


Gráfico 2-13 Bomba de paletas no compensada
 Autor: (FluidpowerZone.com)

Compensada

Para compensar en el funcionamiento de la bomba de paletas no balanceada, la forma del anillo en una bomba de paletas balanceada cambia de circular a forma de leva (gráfico 2.14). Con este diseño, los dos cuadrantes de presión se oponen entre sí. Dos puertos se encargan de la entrada del fluido y otros dos bombean el fluido hacia afuera. Los dos puertos de entrada y los dos puertos de descarga están conectados dentro de la carcasa.

Como se encuentran ubicados sobre lados opuestos de la carcasa (gráfico 2.14), la fuerza excesiva o la acumulación de presión sobre uno de los lados es neutralizada por fuerzas equivalentes pero opuestas sobre el otro lado. Cuando las fuerzas se equilibran, se elimina la carga en los costados del eje.

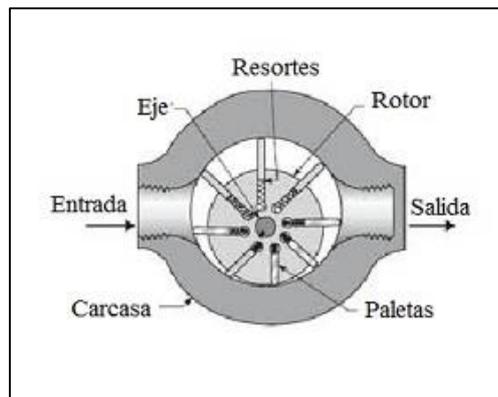


Gráfico 2-14 Esquema de la bomba de paletas
 Autor: (SISTEMAS HIDRÁULICOS DE TRANSMICIÓN DE POTENCIA)

Bomba de pistones

Su funcionamiento se realiza según el principio de que un pistón en movimiento alternativo dentro de un cilindro, aspira fluido al retraerse y lo expulsará en su cámara hacia delante. Sus diseños básicos son: radial y axial.

Las bombas de pistón axial convierten el movimiento giratorio de un eje de entrada en un movimiento axial de vaivén, que se produce en los pistones. Esto se logra por medio de una placa basculante que es fija o variable en su grado de ángulo. Cuando el conjunto del barril de pistón gira, los pistones giran alrededor del eje con las zapatas de los pistones haciendo contacto con y deslizándose sobre la superficie de la placa basculante.

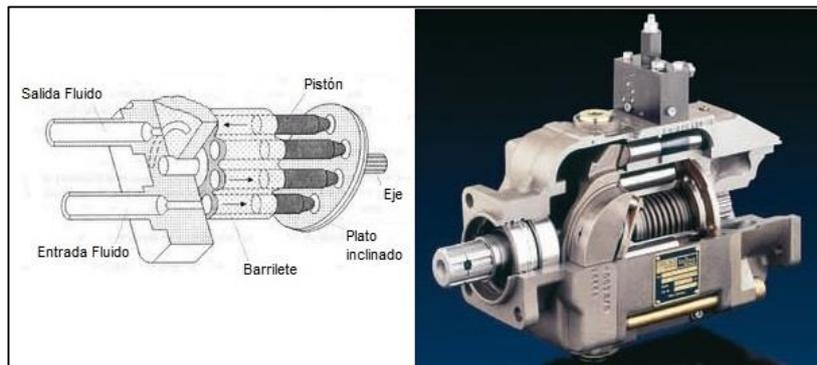


Gráfico 2-15 Bomba de pistones axial
Autor: (SISTEMAS HIDRÁULICOS DE TRANSMICIÓN DE POTENCIA)

La bomba de pistones radiales, (gráfico 2.16) en este tipo de bomba igual se puede regular el caudal de cada pistón, su cilindrada puede ser fija o variable, su rendimiento puede llegar hasta el 99%.

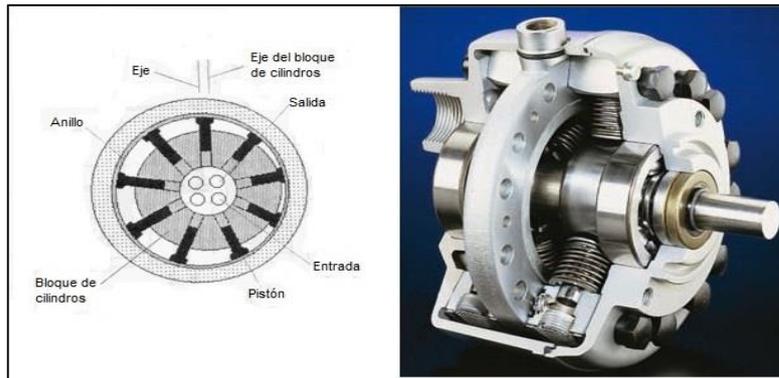


Gráfico 2-16 Bomba de pistones radial
 Autor: (SISTEMAS HIDRÁULICOS DE TRANSMICIÓN DE POTENCIA)

En la tabla 2.2 observamos los diferentes parámetros y condiciones de trabajos de los tipos de bombas hidráulicas, para tener en cuenta sus condiciones extremas.

Tabla 2-2 Eficiencia y trabajo de diversos tipos de bombas

Parámetro	Bomba de engranajes	Bomba de paletas	Bomba de pistones
Eficiencia	89 a 91%	95 a 97 %	Mayor a 98%
Condición de trabajo	Fluidos de alta suciedad	Fluidos calidad mediana	Fluidos muy limpios
Presión máxima	275 bar	175 bar	700 bar
Nivel de ruido	Muy ruidosa	mediano	silenciosa

Autor: (Anda, 2011)

2.4.2.12 ACTUADORES

Los actuadores hidráulicos son los encargados de proporcionar pares y fuerzas elevadas y un excelente manejo del movimiento, esta es su principal ventaja en comparación con los sistemas neumáticos y los sistemas eléctricos. El fluido de trabajo del sistema hidráulico es virtualmente incompresible y por las altas presiones con que se trabaja (35 – 350 bar) se tiene un control preciso del caudal para el actuador. (Solé, 2011)

2.4.2.13 CILINDRO HIDRÁULICO

Los cilindros hidráulicos de movimiento lineal normalmente son utilizados donde la fuerza de empuje y su desplazamiento son elevados. Su fuerza de salida, o movimiento, se produce en línea recta. Su función es convertir la potencia hidráulica en potencia lineal mecánica. Entre sus aplicaciones de trabajo se incluyen empujar, arrastrar, inclinar y ejercer presión. El tipo y el diseño del cilindro dependen de las aplicaciones específicas, en el gráfico 2,17 se observa como está conformado el cilindro hidráulico.

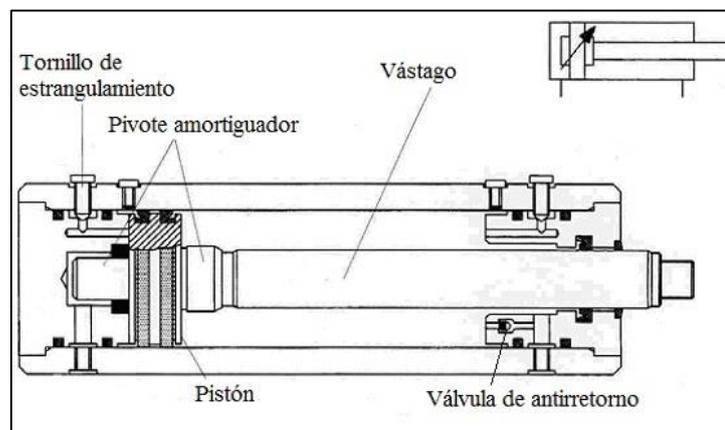


Gráfico 2-17 Cilindro hidráulico
Autor: (SISTEMAS HIDRÁULICOS DE TRANSMICIÓN DE POTENCIA)

2.4.2.14 TIPOS DE CILINDROS

EL ariete hidráulico

Es quizás el más simple de los actuadores, su esquema se observa en la gráfico 2.18. Tiene una sola cámara de fluido y ejerce fuerza en una sola dirección. Se utiliza en aplicaciones en las que se necesita estabilidad sobre cargas pesadas. Un solo cilindro activo se presuriza en un extremo solamente. El extremo opuesto se ventila hacia el depósito o la atmósfera.

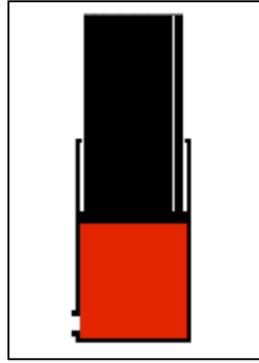


Gráfico 2-18 Ariete hidráulico
Autor: (FluidpowerZone.com)

Cilindro doble acción

Es el cilindro más común que se utiliza en la hidráulica industrial. Por qué se puede aplicar presión en cualquiera de los puertos, como se observa en el gráfico 2.19 su entrada y salida, suministrando potencia en ambas direcciones. Estos cilindros también se clasifican como cilindros diferenciales debido a las áreas de exposición desigual durante su trabajo de salida y entrada. La diferencia en el área efectiva se debe al área del vástago que reduce el área del pistón durante su retorno. La salida es más lenta que la retorno debido a que se requiere una mayor cantidad de fluido para llenar el lado del pistón del cilindro. Sin embargo, se puede generar más fuerza en salida del pistón debido a que el área efectiva es mayor. En el retorno, la misma cantidad de flujo de bombeo realiza su retorno al cilindro más rápidamente debido al volumen reducido desplazado por el vástago. Sin embargo, se genera menos fuerza por poseer un área efectiva menor.

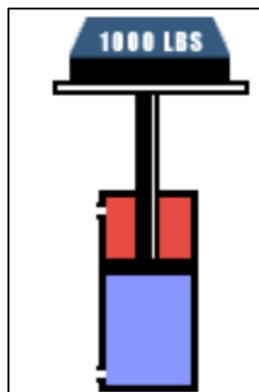


Gráfico 2-19 Cilindro doble acción
Autor: (FluidpowerZone.com)

Cilindro doble vástago

Se considera como un cilindro de tipo no diferencial. Las áreas de contacto en ambos lados del pistón son iguales, suministrando de este modo la misma fuerza en ambas direcciones, como se observa en el gráfico 2.20. Este tipo de cilindro generalmente se utilizaría, por ejemplo, para acoplar una carga a ambos extremos o cuando se necesita una misma velocidad en las dos direcciones.

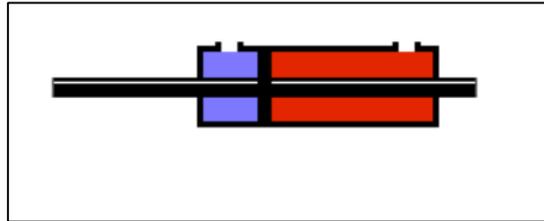


Gráfico 2-20 Cilindro doble vástago
Autor: (FluidpowerZone.com)

2.4.2.15 DISEÑO DEL CILINDRO HIDRÁULICO

El conjunto del cilindro consta de un cabezal de acero de extremo de la tapa, un conjunto de barril de acero, un cabezal de acero del extremo del vástago, un cojinete de vástago, un pistón como podemos y un vástago de pistón. Se utilizan vástagos de tensión y tuercas para mantener unidos los cabezales y el conjunto del barril. Sellos estáticos mantienen la presión conjunta. Se suministra un limpiador de vástago para impedir que cualquier material extraño se introduzca en el área del cojinete y del sello. El sellado de las superficies móviles es suministrado por el sello del vástago, que impide que se produzca una fuga de fluido más allá del vástago, y los sellos del pistón, que evitan que el fluido se desvíe del pistón. El fluido es dirigido hacia y desde el cilindro mediante el puerto de extremo de vástago y el puerto del extremo de la tapa.

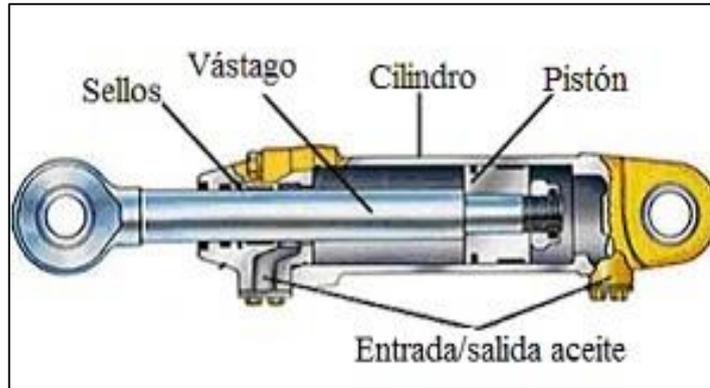


Gráfico 2-21 Partes del cilindro

Autor: (SISTEMAS HIDRÁULICOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA)

2.4.2.16 ACTUADORES HIDRÁULICOS ROTATIVOS

Motores oleohidráulicos

Los motores hidráulicos se clasifican como actuadores giratorios. Los motores se asemejan a las bombas en lo que se refiere a su construcción. Sin embargo, en lugar de empujar el fluido como lo hace la bomba, el fluido ejerce presión sobre el área interna de la superficie del motor, desarrollando fuerza torsional. La resistencia desde la carga se produce cuando el flujo de la bomba genera un movimiento de rotación continuo. Como los puertos de entrada y salida pueden estar presurizados, la mayoría de los motores hidráulicos se drenan externamente. (Anda, 2011)

Los motores hidráulicos nos brindan algunas ventajas, como: reducidas dimensiones en comparación con el motor equivalente eléctrico, poca inercia lo cual nos permite su fácil manejo, alto rendimiento, amplia rango de velocidades y gran potencia, su desgaste es mínimo por que funciona lubricado.

Tipos

Motor de engranaje. El motor es el encargado de desarrollar par por medio de la presión aplicada en los dientes de los engranajes, se limita a presiones de funcionamiento de hasta 140 kg/ cm² su rotación máxima es de 2400 rpm, son muy sencillos y poseen alta tolerancia a la suciedad en su lubricante.

Motor de paletas. Su par es desarrollado por la presión que se aplica a la superficie de las paletas rectangulares las cuales entran y salen de unas ranuras practicadas en un rotor acoplado, a un eje de accionamiento. Existen motores que pueden funcionar entre 5 y 150 rpm, con un par máximo de 620 Kgf/m con versiones dobles que permiten duplicar su par.

Motor de pistones. Genera un par por la presión que se da a los extremos de los pistones que se mueven alternativamente Son muy eficientes y tienen capacidad tanto para altas presiones como para altas velocidades. (Anda, 2011)

En el gráfico 2-22 se observa todos los tipos de motores descritos anteriormente.

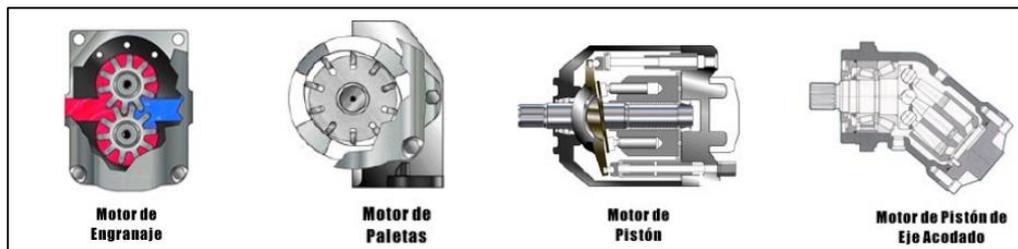


Gráfico 2-22 Tipos de motores hidráulicos
Autor: (FluidpowerZone.com)

2.4.2.17 CONTROL DE PRESIÓN

Es necesario tener conocimientos sobre el concepto básico de la manipulación de la fuerza a través un sistema hidráulico, mediante válvulas de control de presión. Los dos tipos básicos de diseño aplicados por estas seis válvulas son por accionamiento directo y accionadas por piloto. Seguidamente se indica los principios operativos de las válvulas de presión.

Una cuestión importante en los circuitos de potencia hidráulica es si se debe controlar el caudal de flujo o el nivel de presión. Un concepto erróneo es que la presión debe controlarse mediante un orificio o dispositivo de control del flujo.

Esto nunca se logra hacer con precisión. Para el control preciso de la fuerza, se han desarrollado seis tipos de controles de presión. Estos son:

La válvula de alivio.

Se puede controlar la presión máxima del sistema mediante una válvula de presión normalmente cerrada.

La válvula de descarga.

Una válvula de descarga es una válvula de control de presión normalmente cerrada piloteada en forma remota que dirige el flujo hacia el depósito cuando la presión en esa ubicación alcanza un nivel predeterminado.

La válvula de secuencia.

Una válvula de secuencia es una válvula de control de presión normalmente cerrada que asegura que una operación se produzca antes de otra, en base a la presión.

La válvula reductora de presión.

Una válvula reductora de presión es una válvula de control de presión normalmente abierta utilizada para limitar la presión en una o más ramas de un circuito hidráulico

La válvula de contrabalance.

Una válvula de contrabalance es una válvula de presión normalmente cerrada que se utiliza con los cilindros para compensar un peso o una carga potencialmente descontrolada.

La válvula de frenado.

Una válvula de frenado es una válvula de control de presión normalmente cerrada con los pilotos directo y remoto conectados simultáneamente para su operación. Esta válvula se usa con frecuencia con motores hidráulicos para el frenado dinámico.

Los símbolos de estas válvulas son similares; a menudo sólo su ubicación en el circuito hidráulico determina a qué tipo de válvula de presión pertenecen.

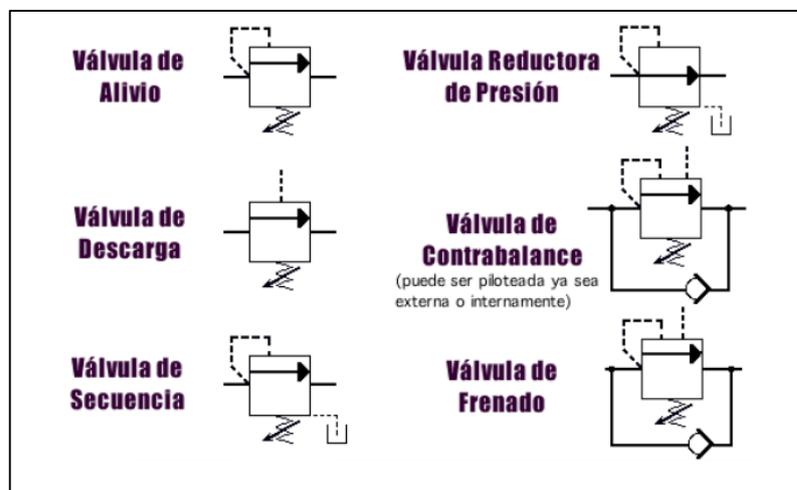


Gráfico 2-23 Simbología de las válvulas
Autor: (Anda, 2011)

2.4.2.18 TANQUE RESORVORIO PARA RECIRCULACIÓN DEL FLUIDO OLEOHIDRÁULICO

Además de recibir el suministro de fluido del sistema, el depósito tiene otras funciones importantes. Enfría el fluido hidráulico. Esto se logra disipando el exceso de calor a través de las paredes. Condiciona el fluido. Mientras el aceite espera para salir del depósito, los contaminantes sólidos se asientan mientras el aire se eleva y se escapa. Puede servir de soporte de montaje de la bomba u otros componentes

Un sistema hidráulico correctamente diseñado siempre incluye un depósito bien diseñado con sus partes como se observa en el gráfico 2-24. Un depósito industrial debe incluir los siguientes componentes: una placa deflector para evitar que el fluido que retorna penetre en la bomba, una cubierta de limpieza para el acceso de mantenimiento, un conjunto de respiradero de filtro para permitir el intercambio de aire, una apertura de relleno bien protegida del ingreso de contaminantes, un indicador de nivel que permita monitorear los niveles superiores e inferiores de fluido y conexiones y fittings adecuados para las tuberías de succión, tuberías de retorno y tuberías de drenaje.

El dimensionamiento del tanque se limita aproximadamente de 3 a 4 veces la capacidad de la bomba por minuto, su material para la construcción es de aluminio y acero inoxidable.



Gráfico 2-24 tanque reservorio
Autor: (SISTEMAS HIDRÁULICOS DE TRANSMICIÓN DE POTENCIA)

2.4.2.19 TUBERÍAS HIDRÁULICAS

Para la aplicación del fluido hidráulico se utilizan tanto tuberías rígidas de acero sin soldadura, como mangueras flexibles, no es aconsejable la utilización de elementos conformados por materiales galvanizados, por la razón que el zinc presente puede ser reactivo con los aditivos utilizados en los fluidos hidráulicos.

2.4.3 COMPACTACIÓN

La compactación o consolidación es un procedimiento por medio del cual se trata de densificar la masa, reduciendo a un mínimo la cantidad de vacíos que se contenga. Estos vacíos en la masa provienen de varias causas, de las cuales las dos más importantes son el llamado aire atrapado, y las vacuolas producidas por la evaporación de parte del agua.

Las técnicas de procesado se utilizan para mejorar la eficiencia de operaciones en sistemas de manejo de desechos sólidos, recuperar recursos (materiales utilizables), y recuperar productos de conversión y energía. El propósito es describir las técnicas más importantes utilizadas en el procesamiento de desechos sólidos. Debido a que muchas técnicas, especialmente aquellas asociadas con la recuperación de materiales y energía, están en un estado de cambio continuo con respecto a los criterios de diseño. Se presenta información adecuada de Ingeniería cuando la hay disponible; también se mencionan, cuando se conocen, factores que deben ser considerados en la selección de equipo, diferentes, al costo. Sin embargo, se hace énfasis en que si estas técnicas van a ser consideradas en el desarrollo de sistemas de manejo de desechos, los datos de diseño ingenieril y de la eficiencia se deben obtener de registros de instalaciones en operación, pruebas de campo, fabricantes de equipo y de la literatura.

Los principales propósitos del procesado, se describen cinco técnicas y el equipo involucrado en cada una de ellas. Estas técnicas son:

- 1) Reducción mecánica del volumen (compactación).
- 2) Reducción química del volumen (incineración).
- 3) Reducción mecánica del tamaño (fragmentación).
- 4) Separación de componentes (manual y mecánica) y
- 5) Secado y deshidratación (reducción del contenido de humedad).

De las cinco técnicas, las primeras dos han sido utilizadas en el procesamiento de desechos sólidos desde principios de siglo. Aunque se han usado extensamente en otros campos, las últimas tres técnicas no tienen una larga historia de aplicación en el procesamiento de desechos sólidos. (Tchobanoglous, Theissen, & Elianssen, 1982)

2.4.3.1 REDUCCIÓN MECÁNICA DE VOLUMEN

La reducción del volumen es un componente importante en el desarrollo y operación de casi todos los sistemas de manejo de desechos sólidos. En gran parte de los G.A.D. municipales, se utilizan vehículos equipados con mecanismos de compactación para la recolección de desechos sólidos. De tal manera se contribuye a la vida útil de los rellenos sanitarios, casi siempre se compactan los desechos antes de cubrirlos; el papel para recirculación se embala para el embarque a los centros de Procesado. En la actualidad, se han desarrollado sistemas de compactación de alta presión para reducir las necesidades de rellenos sanitarios y producir materiales adecuados para usos alternos; éstos y otros tópicos relacionados a la reducción de volumen obtenida mediante técnicas de compactación.

2.4.3.2 EQUIPOS DE COMPACTACIÓN

Los equipos de compactación utilizados en procesos de desechos sólidos se pueden clasificar como estacionarios y transportables. Donde los residuos son traídos y cargados en el compactador manual o mecánicamente, el compactador es estacionario. Usando esta definición, el mecanismo de compactación usado para comprimir los desechos en un vehículo de recolección es, en realidad, un compactador estacionario; en contraste, el equipo montado sobre ruedas usado para colocar y compactar desechos sólidos en un relleno sanitario se clasifica como móvil. En la Tabla 2.3 se reportan los tipos y aplicaciones de equipo de compactación usado frecuentemente

Tabla 2-3 Tipo de compactador

Equipo de Compactación Usado para Reducción de Volumen

Localización u operación	Tipo de compactador	Observaciones
Puntos de producción de desechos sólidos	Estacionario/residencial vertical	Pistón vertical de compactación; puede ser operado mecánica o hidráulicamente; usualmente de alimentación fuerte; desechos compactados en recipientes corrugados o papel o bolsas plásticas; usados en apartamentos de media y gran altura.
	Rotatorio	El mecanismo de pistón usado para compactar desechos en bolsas de papel o plástico sobre plataforma giratoria, la plataforma gira a medida que se llenan los recipientes, usado en apartamentos de media y gran altura.
	Bolsa o lanzador	Compactador puede ser alimentado por el conducto; ya sea con pistones verticales u horizontales; bolsas solas o solución continua. Las bolsas solas se deben reemplazar y las bolsas continuas se desatan y vuelven a colocar, se usan en apartamentos de media y gran altura.
	Bajo el mesón	Compactadores pequeños usados en residencias individuales y apartamentos; desechos compactados en bolsas especiales de papel; después de que los desechos son lanzados por la puerta de un panel en la bolsa y se cierra la puerta del panel se irrigan para control de olores; se presiona el botón para activar el mecanismo de compactación.
	Estacionario/comercial	Compactador con pistón vertical u horizontal; desechos comprimidos en recipientes de acero; los desechos son atados y removidos a mano; se usan en apartamentos de baja, media y gran altura, instalaciones comerciales e industriales.
Recolección	Estacionario/empacador	Vehículos de recolección equipados con mecanismo de compactación (ver Capítulo 6)
Transferencia y/o estación de procesado	Estacionario/trailer de transferencia estacionario	Trailer de transporte, generalmente cerrado, equipado con equipo de compactación interno.
	Baja presión Alta presión	Los desechos son compactados en grandes recipientes Los desechos son compactados en balas densas u otras formas
Sitio de disposición	Rueda movible o equipo de tracción	Equipo especialmente diseñado para obtener máxima compactación de los desechos.
	Estacionario/tracción montada	Los compactadores estacionarios movibles de alta presión se usan para reducción de volumen en sitios de disposición.

Autor: (Tchobanoglous, Theissen, & Elianssen, 1982)

Normalmente, los compactadores estacionarios se pueden describir de acuerdo con su aplicación como 1) trabajos tenues, como los usados en áreas residenciales o de industrias pequeñas, 2) comercial o industria liviana, 3) industrial pesada, y 4) estación de transferencia. Los compactadores usados en estaciones de transferencia se pueden dividir de acuerdo a la presión de compactación en: baja presión, menos de 100 lb/pg² (70,310 Kg/m²); presión alta, más de 100 lb/pg². En general, todos los compactadores en las de más aplicaciones también serán clasificados como unidades de baja presión.

Donde se usan grandes compactadores estacionarios, los desechos pueden ser comprimidos: 1) directamente en el vehículo de transporte. 2) en recipientes de acero que pueden ser movidos manual o mecánicamente, 3) en cámaras de acero diseñadas especialmente donde el bloque comprimido es atado con cintas u otros medios antes de ser removido, o 4) en cámaras donde son comprimidos en un bloque y luego sacados y acarreados sin atarlos.

Compactación de Baja Presión. Siempre, los compactadores de baja presión incluyen aquellos usados en apartamentos y establecimientos comerciales, equipo de embalaje usado para papel de desecho y cartón y compactadores estacionarios usados en estaciones de transferencia los compactadores estacionarios portátiles están siendo usados cada vez más por un número de industrias junto con operaciones de recuperación de materiales, especialmente para papel de desecho y cartón.

Compactación de Alta Presión. Recientemente se han desarrollado un número de sistemas de compactación de alta presión (hasta 5,000 lb/pg²). En la mayoría de estos sistemas se usa equipo especializado de compactación para producir desechos sólidos comprimidos en bloques o balas de varios tamaños. En un sistema el tamaño del bloque es de alrededor de 1.3m x 1.3m x 0.45m, y la densidad es de alrededor de 950 Kg/m³ a 1.100 Kg/m³. En otro sistema, los desechos pulverizados son expulsados, después de la compactación, en forma de cilindros de 22 cm. de diámetro; las densidades finales alcanzadas con este proceso varían de 960 a 1.010 Kg/m. La reducción de volumen obtenida con estos sistemas de compactación de alta presión varia con las características de los desechos; típicamente, la reducción varia de alrededor de 3 a 1 hasta 8 a 1.

2.4.3.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE COMPACTACIÓN

Algunos de los factores que se deben tomar en cuenta para la selección del equipo de compactación son:

- Propiedades de los desechos sólidos a ser compactados, incluyendo tamaño, contenido de humedad y densidad.
- Manera de transferencia y alimentación de los desechos al compactador.
- Formas de manejo y usos de los materiales compactados.
- Principales características de diseño del compactador (Vea Tabla 2.4).

Tabla 2-4 Diseño del compactador

Factores Importantes de Diseño en la Selección de Equipo Convencional de Compactación

Factor	Valor		Observaciones
	unidad	rango	
Tamaño de la cámara de cargue Tiempo del ciclo	Yd ³ s	< 1-11 20-60	Fija el tamaño máximo de los desechos que se pueden colocar en la unidad El tiempo necesario para la fase del pistón de compactación, partiendo de posición de retracción total para empacar desechos en la cámara de cargue entre el recipiente receptor y volver a la posición inicial.
Volumen de la máquina Desplazamiento	Yd ³ /h	30-1,500	El volumen de desechos que pueden ser desplazados por el pistón en el 1 h.
Presión de compactación Penetración del pistón	Lb/pg ² pg	15-50 4-26	La presión sobre la cara del pistón La distancia que penetra el pistón de compactación dentro del recipiente receptor durante el ciclo de compactación. A mayor distancia menor posibilidad de que los desechos caigan de nuevo en la cámara de cargue y se puede alcanzar mayor grado de compactación.
Relación de compactación		2:1-8:1	El volumen inicial dividido por el volumen final después de la compactación. La relación varía apreciablemente con la composición de los desechos.
Dimensiones físicas de la unidad	Variable	Variable	Afecta el diseño de áreas de servicio en edificios nuevos y la provisión de servicio para instalaciones existentes.

Autor: (Tchobanoglous, Theissen, & Elianssen, 1982)

2.4.3.4 REDUCCIÓN QUÍMICA DEL VOLUMEN

Además de la reducción mecánica del volumen, se han usado varios procesos químicos para reducir el volumen de los desechos sólidos, la combustión a campo abierto fue una práctica común, hasta principios de la década de 1970, en muchos sitios de disposición, este método todavía se usa en algunas partes del país. A principios de este siglo, se utilizó la reducción química para recuperar grasa de los desechos de alimentos y en el proceso se redujo el volumen. Desde comienzos de siglo, la incineración ha sido el método más comúnmente usado para reducir el

volumen de los desechos químicamente. Aunque otros procesos químicos como la pirólisis, hidrólisis y conversión química también son efectivos en la reducción del volumen de desechos sólidos, no se consideran en esta sección debido a que se usan principalmente para la recuperación de productos de conversión.. Debido a que la incineración se usa para la reducción de volumen y para la producción de energía, se limita a su aplicación en la reducción de volumen.. Los cálculos necesarios para determinar la cantidad de vapor que se puede producir de la incineración de desechos sólidos. Los temas a ser considerados incluyen: 1) discusión de la incineración de desechos municipales, 2) descripción de los procesos de incineración para desechos municipales, 3) discusión de las instalaciones y el equipo para control de la polución del aire, y 4) algunas consideraciones importantes del diseño y la eficiencia.

Uno de los rasgos más atractivos del proceso de incineración es el de que se puede usar para reducir el volumen original de los desechos sólidos combustibles en un 80 a 90 por ciento. En algunos incineradores nuevos diseñados para operar a temperaturas suficientemente altas para producir un material fundido antes de enfriarse, puede ser posible reducir el volumen hasta el 5 % o menos. Aunque la tecnología de la incineración ha avanzado en las dos últimas décadas, la polución del aire continúa siendo un problema grande de implementación. Aunque se puedan satisfacer las exigencias más estrictas de control de polución del aire mediante el uso de la tecnología existente y en desarrollo, el aspecto económico continúa siendo más un problema que con otras alternativas.

2.4.3.5 INCINERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

La incineración es un método de eliminación que supone la combustión de los materiales de desecho. Las instalaciones de incineración y otros tipos de sistemas de tratamiento son a veces descritos como "tratamientos térmicos". Las Incineradoras convierten los desechos en calor, gas, vapor y ceniza.

Las instalaciones de incineración se llevan a cabo tanto a pequeña escala por parte de personas como a gran escala por parte de las industrias. Se utilizan para eliminar desechos sólidos, desechos líquidos y gaseosos. Es reconocido como un método práctico para la eliminación de determinados residuos peligrosos (biológicos, tales como desechos médicos). La incineración es un método polémico para la eliminación de desechos, debido a cuestiones tales como la emisión de gases contaminantes. (Templates, 2007)

2.4.3.6 EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO

Con la corriente gaseosa generada en el gasificado se arrastrarán partículas sólidas orgánicas (carbón sin gasificar) e inorgánicas (principalmente Cr_2O_3 y SiO_2) que podrían comprometer la integridad de la caldera de fuel oil. Este material particulado (MP) podría además afectar la salud de los habitantes de la zona. (Laura Barreto, 2010 - 2011)

2.4.4 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Los procesos industriales son agregaciones de máquinas, equipos y elementos auxiliares destinados a transformar materias primas y obtener un producto con mayor valor agregado. En un proceso tiene lugar un intercambio entre distintos tipos de energía para conseguir las funciones deseadas que puede ser complicado. Asimismo, la interacción entre máquinas no siempre se produce de la forma más conveniente desde el punto de vista de la eficiencia energética y la productividad. En muchas ocasiones el rendimiento del proceso será inferior al que técnicamente puede conseguirse y en consecuencia se incrementarán los costes operacionales. Para comenzar un proyecto de optimización de procesos clasificamos en primer lugar las variables que deseamos controlar en dos tipos: Variables que determinan el consumo energético y Variables que determinan el rendimiento.

2.4.4.1 VARIABLES QUE DETERMINAN EL CONSUMO ENERGÉTICO

Un diseño inapropiado o el crecimiento progresivo de la capacidad de un proceso para adaptarse a la demanda conllevan la aparición de flujos energéticos no productivos. De igual forma si el proceso crece también lo hace su complejidad y las variables que nos indican el rendimiento del proceso no son fáciles de controlar intuitivamente. Veamos algunos ejemplos de lo que ocurre cuando vamos incorporando máquinas y equipos a un proceso:

- Se puede desequilibrar una red trifásica cuando se añade máquinas monofásicas.
- Cuando existe producción innecesaria de vapor más de lo que necesitamos o quizás distribuir fluidos soportando unas caídas de presión que penalizan el sistema de bombeo.
- Cuando el par motor que proporcionan las máquinas sea mayor que el requerido por las cargas o los ventiladores giren a mayor velocidad de la necesaria.
- Un compresor de capacidad fija puede no ser el más apropiado para un proceso con cargas fluctuantes.

Como en estos ejemplos, son muchas las condiciones de un proceso que hacen aparecer derroches. Y los derroches e ineficiencias pueden ser detectados, cuantificados, estudiadas las rentabilidades de las opciones de mejora y finalmente corregidos. La ineficiencia de los procesos aumenta conforme crece la complejidad del mismo ya que las nuevas incorporaciones de máquinas se hacen en la mayoría de las ocasiones sin conocer en detalle los flujos energéticos del proceso.

2.4.4.2 VARIABLES QUE DETERMINA EL RENDIMIENTO

La implementación de proyectos de integración en procesos industriales puede llevar mucho tiempo y ser complicada, pues normalmente nos enfrentamos a

seleccionar entre varias alternativas técnicas que darán resultados distintos. No es fácil la toma de decisiones y la determinación de la mejor opción. Más difícil aún es cuantificar cómo inciden los cambios en los costes operacionales y en la producción.

El problema puede resolverse si disponemos de información en tiempo real de las variables que nos determinan el rendimiento de un proceso, y eso es bastante sencillo si tenemos experiencia en procesos industriales. Evaluando esas variables y estudiando su comportamiento ante cambios en el proceso obtendremos información muy valiosa. Esto podemos hacerlo para todos los procesos si conocemos las variables que inciden en su rendimiento.

Por ejemplo en un ciclo de enfriamiento industrial, son muchas las variables a tener presente en un proyecto de integración (ciclos, etapas, perfiles de carga, etc.). Sin embargo, podemos medir el rendimiento en tiempo real de una instalación existente, de una forma relativamente sencilla a partir de lecturas de presiones y temperaturas en los puntos especificados. Mediante sensores se puede obtener este tipo de lecturas necesarias para cuantificar el rendimiento.

2.4.4.3 OBJETIVO DE LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Sirve para mejorar los procesos críticos de la empresa o fábrica (logística, operaciones, producción, compras, ventas, marketing, planificación, gestión de personas, etc.) para incrementar la productividad, ahorrar tiempo y recursos, y conseguir una gestión más eficaz. Ayuda a contar con mejores datos e información de cada uno de los procesos, para poder evaluar su funcionamiento en cada momento.

2.4.4.4 ALCANCE

Las actuaciones sistemáticas para optimizar procesos se han diseñado para mejorar especialmente dos tipos de procesos:

Procesos complejos

Cuanto más complejo es un proceso mayor es el potencial de mejora y más difícil es detectar pérdidas y desequilibrios de forma intuitiva. También es más complicado cuantificar las oportunidades de mejora, y sobre todo no resulta sencillo conocer qué nos interesa más entre distintas opciones posibles. Puede haber grandes diferencias en los resultados que obtendremos mejorando un proceso según la alternativa elegida. La captura sistemática de datos y su posterior análisis estadístico nos servirán para tomar decisiones que ahorran cantidades importantes de dinero.

Generación distribuida

La generación distribuida requiere un equilibrio en la obtención de energía, almacenamiento y consumo. Este equilibrio se complica conforme aumenta el tamaño de la instalación y especialmente si trabajamos con sistemas híbridos, donde muchas de las instalaciones existentes no dan el rendimiento óptimo por problemas de diseño. También es importante obtener datos de forma sistemática en instalaciones aisladas con cierta complejidad.

2.4.5 GESTIÓN DE PROCESOS

Se puede determinar un proceso como cualquier serie repetitiva de labores que una o varias personas (encargados) lo realizan para hacer llegar una salida a un Destinatario a partir de unos recursos que se utilizan (Recursos amortizables que necesitan emplear los encargados) o bien se consumen (Entradas al proceso).

El proceso tiene capacidad para transformar unas entradas en salidas.

ENTRADA → PROCESO → SALIDA

El proceso está constituido por actividades internas que de forma ordenada que logran un valor apreciado por el destinatario del mismo. Las actividades internas de cualquier proceso las realizan personas, grupos o departamentos de la organización. Son los destinatarios del proceso, internos o externos a la organización, los que en función de sus expectativas con relación al mismo juzgarán la validez de lo que el proceso les hace llegar.

El proceso consume o utiliza recursos que pueden ser, entre otros, materiales, tiempo de las personas, energía, máquinas y herramientas.

2.4.5.1 ORGANIZACIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES

Las instalaciones de una empresa no solo constituyen el espacio físico donde se localiza, sino también el lugar donde se desenvuelve y se lleva a cabo el proceso productivo de la misma. De ahí lo importante de que cada decisión que sea tomada en cuanto al diseño y distribución de la empresa, sea el óptimo.

La distribución y el diseño de las instalaciones, son decisiones anticipadamente analizadas y posteriormente elegidas, que permiten a la organización llegar a sus objetivos. Eso se debe a que el adecuado diseño y distribución de las instalaciones permite utilizar de manera más eficiente el espacio disponible con que se cuenta, así como facilitar el proceso de manufactura, minimizando inversiones en equipo y tiempo de producción y como consecuencia disminuye los costos en el manejo de los materiales.

Las instalaciones desempeñan un papel más que importante dentro de la organización, no solo albergan a la misma, también la ayudan en el proceso y capacidad productiva de esta.

2.4.5.2 DISEÑO DE INSTALACIONES

Para obtener una distribución satisfactoria en las instalaciones de la fábrica se utiliza el término LAYOUT que puede traducirse como “disposición” o “plan” y tiene un uso en el ámbito tecnológico-industrial. La noción de Layout se realiza para nombrar el esquema de distribución de los elementos del diseño.

LAYOUT es un paso necesario que sirve para establecer una relación física entre procesos. Abarca componentes de diseño y análisis, el diseño final de la distribución de una empresa se construirá a partir de un gran número de decisiones previamente analizadas y seleccionadas.

2.4.5.3 OBJETIVOS DEL LAYOUT

Los principales objetivos que se pretende llegar con su aplicación son

Minimizar:

La inversión en el equipo y en el tiempo total de producción, los costos del manejo de materiales, los tipos de equipo para manejo de materiales.

Así como:

Aprovechar el espacio existente de la manera más eficiente, Proveer seguridad y confort a los empleados, Facilitar el proceso de manufactura, Facilitar la estructura organizacional

2.4.5.4 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

También conocida como capacidad productiva, es el nivel máximo de actividad que puede alcanzar una fábrica bien estructurada. Su estudio es fundamental para la gestión empresarial, ya que permite analizar si se le está dando el uso adecuado a cada uno de los recursos en la organización y si existe oportunidad de optimizarlos.

El incremento o disminución proviene de las decisiones de inversión o desinversión, por ejemplo cuando se adquiere una maquinaria adicional o cuando se decide acortar el número de empleados.

La capacidad productiva se expresa en diversas unidades tales como:

Toneladas/mes

Volumen diario

Unidades por periodo de tiempo

Horas/hombre

En capacidad productiva también se nombran los siguientes conceptos:

La capacidad diseñada: como la tasa de producción ideal para la cual se diseñó la línea o planta de producción. Es la máxima producción teórica.

La capacidad efectiva: esta es la capacidad que una empresa desea alcanzar tomando en cuenta sus limitaciones de personal y equipo actuales. Es menor que la capacidad proyectada o diseñada.

La capacidad real: es la cantidad de producto terminado, horas trabajadas, etc., que una línea o planta de producción logra realizar. Ésta se determina al final de la producción.

La capacidad pico: es la máxima producción que se puede lograr en condiciones ideales.

2.4.5.5 DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

Como sabemos Layout (distribución de instalaciones) engloba una serie de decisiones previamente analizadas y seleccionadas para darle a la organización una distribución funcional para el proceso de producción y a su vez confort de los empleados. Estas decisiones de distribución toman en cuenta los siguientes aspectos:

Cantidad de espacio y distancias a recorrer entre elementos de la distribución. Estimación de la demanda del producto o servicio. Número de operaciones requeridas, magnitud del flujo entre elementos del sistema. Requerimientos de espacio para los elementos de la distribución. Disponibilidad de espacio entre los elementos de la distribución misma.

La capacidad productiva de una empresa se debe en gran medida a la adecuada utilización de sus recursos escasos, así disminuir al máximo desperdicios. Llevando a dicha empresa a elevar el grado de optimización de todos y cada uno de los recursos que emplea durante su proceso productivo.

Algunos aspectos tomados en cuenta en el diseño y distribución de las instalaciones es ocupar el espacio disponible de la mejor manera para: disminuir los tiempos, costos, recorridos, y traslados de los materiales así como los productos terminados. Pero no nada más eso, sino también dar confort y seguridad a las personas que trabajan dentro la empresa

Cuando estos aspectos se combinan, le es más fácil lograr sus objetivos y aumentar la capacidad productiva de la organización.

2.4.5.6 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En el año del 2002 se realizó el “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos del Ecuador”, auspiciado por la OPS/OMS (Organización Panamericana de la Salud / Organización mundial de la Salud), cuya visión conceptual se basaba en el apoyo al desarrollo de la gestión de los desechos con un enfoque sistemático, multidisciplinario e intersectorial, sin embargo, no se estableció una línea base con indicadores que permitan medir la eficiencia de la aplicación del estudio o de otras estrategias preparadas por el Gobierno del Ecuador, por lo que se hacía fundamental conocer los parámetros de las diferentes regiones socio-económicas del país, pues la planificación depende de los escenarios de cada región.

El COOTAD (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización) en su artículo 55 establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales son los responsables directos del manejo de sus desechos sólidos pero no se puede negar su baja capacidad de gestión en este tema, pues, la mayor parte de municipios crearon unidades para proveer el servicio bajo la dependencia jerárquica de las direcciones de higiene y en otros a través de las comisarías municipales que tienen una débil imagen institucional y no cuentan con autonomía administrativa ni financiera.

Desde el año 2002 hasta el 2010 la situación a nivel nacional no había variado significativamente, de un total de 221 municipios 160 disponían sus desechos en botaderos a cielo abierto, perjudicando y contaminando los recursos suelo, agua y aire; con la consiguiente afectación a la salud de la población y en especial de los grupos de minadores que trabajaban en condiciones inadecuadas. Los restantes 61 municipios, presentaban un manejo de sus desechos con insuficientes criterios técnicos, en sitios de disposición final parcialmente controlados.

Frente a este panorama y debido a los impactos generados, el Ministerio del Ambiente empezó con el control y seguimiento permanente a estos sitios. A partir del año 2009, el mecanismo adoptado por la Institución fue el inicio de procesos administrativos a los municipios que no mejoraran los métodos de disposición final de los residuos y que no aplicaran cambios para encuadrarse en una política de respeto ambiental, que abarque cada proceso desde la generación de desechos en los hogares hasta la disposición final.

Bajo este contexto, el Gobierno Nacional a través del Ministerio del Ambiente, en abril del año 2010, crea el PROGRAMA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS (PNGIDS), con el objetivo primordial de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, con un enfoque integral y sostenible; con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos e impulsando la conservación de los ecosistemas; a través de estrategias, planes y actividades de capacitación, sensibilización y estímulo a los diferentes actores relacionados.

Las metas iniciales definidas por el Programa contemplaban el que un 70% de la población del Ecuador disponga sus desechos en un relleno sanitario técnicamente manejado hasta el año 2014.

Actualmente el programa ha iniciado una nueva etapa que ha supuesto la ampliación del plazo de ejecución hasta el 2017, año para el cual el objetivo es eliminar los botaderos a cielo abierto de todos los municipios del país. Debido a la complicada situación por la que atraviesan los distintos municipios en relación al manejo de sus residuos, se ha hecho necesario priorizar el apoyo inmediato a 33 GADs, los cuales representan una población de 1.171.540, equivalente al 8% de la población, la selección de los cantones para brindar apoyo técnico, dotación de estudios e incentivos se basa en la necesidad y urgencia que presente cada uno, así como la predisposición para el trabajo conjunto con el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos-PNGIDS.

Hasta el momento el PNGIDS MAE ha beneficiado a 15 GADs con la entrega de geomembrana y ha financiado el estudio de Gestión Integral de Residuos Sólidos de 47 GADs de los cuales 24 han finalizado y los restantes 23 están en proceso.

2.5 HIPÓTESIS

La compactación mecánica de volumen reducirá de mejor manera los residuos sólidos en el proceso de raspado del cuero wet blue, que la compactación química tomando en cuenta el grado de contaminación.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

Variable independiente

Estudio de un sistema de compactación de los residuos sólidos del raspado del cuero en la Fábrica Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A.

Variable dependiente

Reducir el volumen

Término de relación

Para

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO

El presente proyecto de investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que estará basando en los procesos actuales que tiene la fábrica “Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A.” de acuerdo a su realidad en el tratamiento de los residuos sólidos en el proceso del raspado del cuero. En ciertos tramos del estudio usaremos el análisis cualitativo como es la observación. Motivo por el cual en cada etapa del proyecto se emplearan enfoques cuantitativos.

3.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

Los métodos que se aplicará en esta investigación son: de campo y bibliográfica.

3.2.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Para que la investigación sea la más correcta y adecuada los estudios que realizaremos serán en la Fábrica “Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A.”, de tal manera que se pueda palpar como es el proceso del raspado del cuero y así poder proponer un sistema adecuado de compactación para estos desechos sólidos.

3.2.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

La investigación que se realiza está sustentada en la información que encontramos en varios textos, catálogos, revistas, internet con el objetivo de poseer los instrumentos apropiados para nuestro estudio.

3.3 NIVELES O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigaciones que se van a utilizar para el proyecto son los siguientes.

3.3.1 EXPLORATORIA

Se deberá realizar una investigación del problema con la finalidad de determinar el volumen del raspado del cuero, así desarrollar múltiples hipótesis que nos lleven compactar y disminuir su volumen.

3.3.2 DESCRIPTIVOS

Se conocerá los parámetros que intervienen para la compactación de los residuos sólidos del raspado del cuero, en la fábrica Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A.

3.3.3 EXPLICATIVA

Pues a través de esta investigación lograremos fijar como se disminuiría el volumen del residuo sólido del raspado del cuero a través de la compactación.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN UNIVERSO (N)

La población es la cantidad de kilogramos producidos del raspado de cuero wet blue a la semana, que son 150 kg/semanales. Cantidad con la que se desarrollara el presente estudio en la Fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.

3.4.2 MUESTRA

En la presente investigación la muestra nos da un valor muy cercano a la población.

Dónde:

N = Tamaño de la población.

Z = valor normal del intervalo de confianza.

σ = Desviación estándar de la población

e = Error de muestreo.

$$Z = 1,96$$

$$N = 150 \text{ kg/semanales}$$

$$\sigma = 0,5$$

$$e = 0,01$$

$$\eta = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

$$\eta = \frac{1,96^2 * 0.5^2 * 2}{0,01 * (150 - 1) + 1,96^2 * 0.5^2}$$

$$\eta = 1440600/9753$$

$$\eta = \mathbf{147,7 \text{ kg/semanales}}$$

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:

Estudio de un sistema de compactación de residuos sólidos en el proceso de raspado de cuero.

Tabla 3-1 Operacionalización de la variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Compactación de residuos sólidos.</p> <p>Las principales técnicas son:</p> <p>Reducción mecánica del volumen (compactación)</p> <p>Reducción química del volumen (incineración)</p>	<p>Compactación mecánica del volumen</p> <p>Compactación química del volumen</p>	<p>¿Qué compactación será la adecuada?</p> <p>(Alta presión, Baja presión)</p> <p>¿A qué temperatura se produce la incineración?</p>	<p>Menor de 100 lb/pulg² (baja presión)</p> <p>Hasta 5000 lb/pulg²</p> <p>Temperatura entre 760 a 871 °C (1400^a 1600 °F)</p>	<p>Cuaderno de notas</p> <p>Manómetro</p> <p>Termómetro</p>

Autor: Darwin Chiluisa

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Reducir el volumen.

Tabla 3-2 Operacionalización de la variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Además de la reducción mecánica de volumen, se usan varios procesos químicos para reducir el volumen de los desechos sólidos.	Reducción mecánica	¿Qué reducción de volumen se obtendrá con estos sistemas de compactación?	De tres a uno en un sistema de baja presión y hasta de ocho a uno en un sistema de alta presión.	Observación Ficha técnica
	Reducción química	¿Con este proceso químico que reducción de volumen se obtendrá?	Se reduce de un 80 a 90 por ciento	Incineración

Autor: Darwin Chiluisa

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para la recolección de la información se utilizarán técnicas como la observación directa, ya que se requiere observar el comportamiento del material al ser compactado y analizar la información que servirá como guía en la investigación. Documental para la recolección de información de libros, publicaciones, artículos, estudios, fichas técnicas normas y reglamentos entre otros.

3.7 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La información obtenida de las probetas de los ensayos de compactación mecánica como también de la compactación química será recopilada para sustentar la investigación y comparar los datos recolectados.

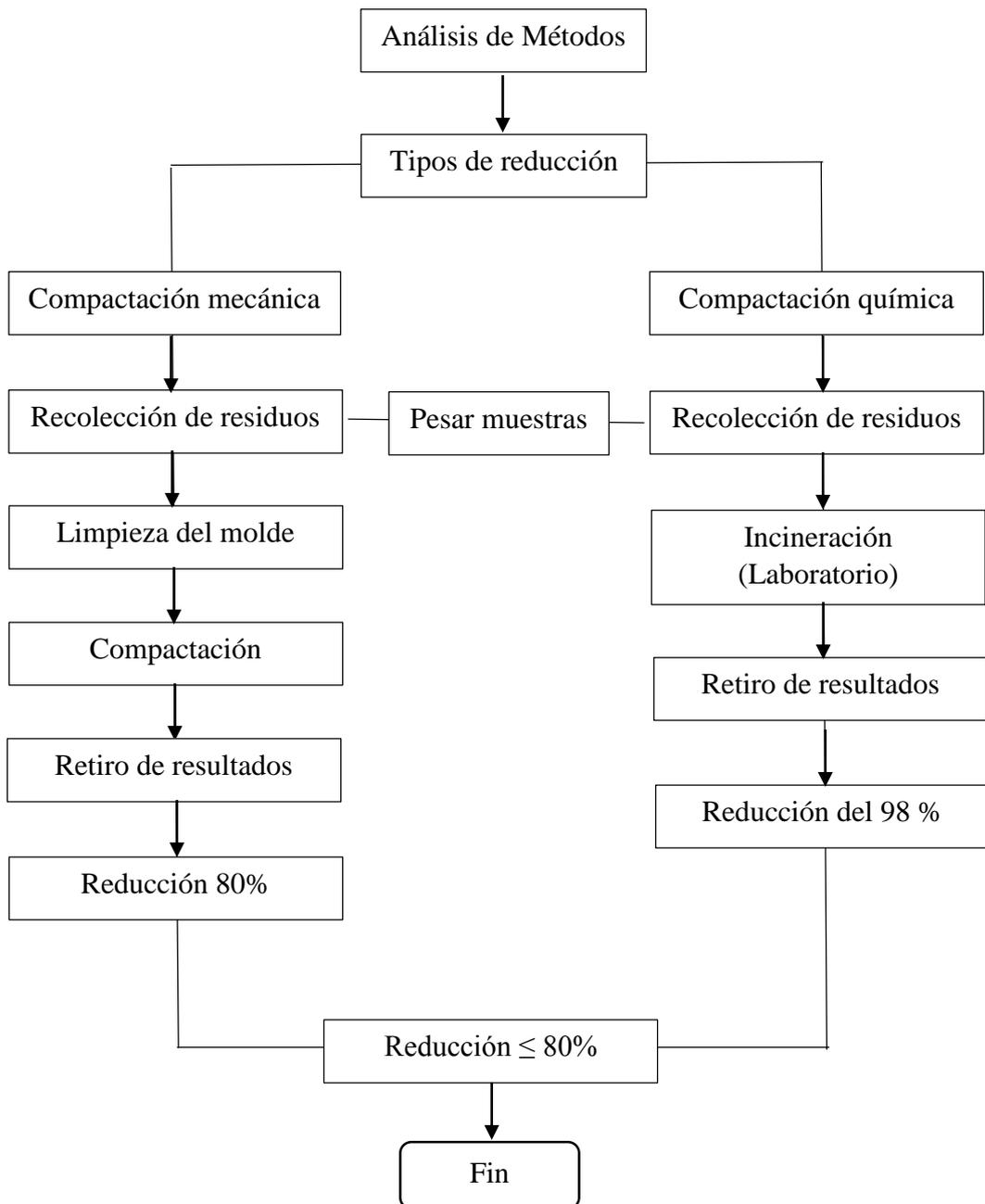
3.8 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección, procesamiento y análisis de la información se seguirá los siguientes puntos:

- Construcción de un molde para compactar el raspado de cuero wet-blue.
- Compactación mecánica, realizada con una presión inicial.
- Incremento de presión para visualizar el comportamiento del material compactado.
- Variación de tiempos de compactación.
- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.
- Compactación química.
- Comparación de resultados mecánicos y químicos.
- Selección del sistema de compactación apropiado.

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el proceso de raspado del cuero “wet-blue”, se obtiene los desechos sólidos que son almacenados sin ningún tipo de tratamiento que permita reducir su volumen, y ayude a conservar el área de trabajo organizada, el espacio que este material ocupa en la fábrica Ecuatoriana de curtidos Salazar S.A., como se puede observar en la figura 4.1 es de 36 metros cúbicos.



Figura 4-1 Almacenamiento del raspado del cuero wet-blue
Autor: Darwin Chiluisa

A continuación se detalla los pasos realizados en las pruebas de compactación mecánica para disminuir el volumen de raspado de cueros wet-blue.

- Paso 1. Obtención del desecho sólido en la Fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A, como se indica en la figura 4.2



Figura 4-2 Recolección de residuos sólidos
Autor: Darwin Chiluisa

- Paso 2. Se pesa las muestras de raspado del cuero, con un peso de 150 gramos cada una.



Figura 4-3 Peso del raspado de cuero
Autor: Darwin Chiluisa

- Paso 3. Realizar la limpieza del molde para colocar el raspado del cuero que va hacer compactado y obtener las deferentes probetas para el posterior análisis.



Figura 4-4 Limpieza y colocación del raspado de cuero en el molde
Autor: Darwin Chiluisa

- Paso 4. Aplicar las diferentes fuerzas con las que se va a trabajar y sus respectivos intervalos de tiempo.



Figura 4-5 Diferentes fuerzas aplicadas
Autor: Darwin Chiluisa



Figura 4-6 Aplicación de la fuerza
Autor: Darwin Chiluisa

- Paso 5. Prescindir de la fuerza aplicada al molde para poder retirar la probeta ya compactada.



Figura 4-7 Retiro de la probeta compactada
Autor: Darwin Chiluisa



Figura 4-8 Probeta lista
Autor: Darwin Chiluisa

- Paso 6. Mediante la utilización de un calibrador pie de rey y una balanza electrónica se procede a medir y pesar las probetas.



Figura 4-9 Calibrador pie de rey
Autor: Darwin Chiluisa



Figura 4-10 Medición de las probetas
Autor: Darwin Chiluisa

Se realiza la compactación del raspado de cuero wet-blue a diferentes presiones y tiempos de aplicación, con los datos obtenidos a continuación se elaboran las siguientes tablas.

Tabla 4-1 Compactación a 68950 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 15/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 68950 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	144,31	
2	142,62	
3	143,50	
4	143,21	
5	142,92	
6	143,34	
7	143,66	
8	142,97	
9	143,78	
10	143,61	
TOTAL	PROMEDIO	143,39

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-2 Compactación a 68950 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 15/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 68950 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	143,71	
2	143,57	
3	143,23	
4	142,72	
5	143,90	
6	143,21	
7	143,13	
8	142,82	
9	143,26	
10	143,11	
TOTAL	PROMEDIO	143,26

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-3 Compactación a 68950 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 16/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 68950 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	142,91	
2	141,82	
3	142,01	
4	142,32	
5	142,11	
6	141,91	
7	142,02	
8	141,66	
9	142,01	
10	142,37	
TOTAL	PROMEDIO	142,21

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-4 Compactación a 137900 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 16/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 137900 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	143,61	
2	143,90	
3	144,80	
4	143,70	
5	143,02	
6	143,84	
7	142,98	
8	143,11	
9	142,79	
10	143,01	
TOTAL	PROMEDIO	143,48

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-5 Compactación a 137900 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 17/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 137900 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	143,02	
2	144,10	
3	143,13	
4	143,67	
5	143,81	
6	143,70	
7	142,98	
8	143,92	
9	143,01	
10	143,52	
TOTAL	PROMEDIO	143,48

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-6 Compactación a 137900 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 17/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 137900 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	142,56	
2	142,81	
3	143,33	
4	143,21	
5	145,37	
6	143,43	
7	143,81	
8	142,76	
9	143,23	
10	142,90	
TOTAL	PROMEDIO	143,34

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-7 Compactación a 206800 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
<p>FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO</p> <p>COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO</p>		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 18/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 206800 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	143,98	
2	144,31	
3	143,59	
4	143,20	
5	143,72	
6	144,23	
7	143,71	
8	144,12	
9	143,95	
10	144,11	
TOTAL	PROMEDIO	143,89

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-8 Compactación a 206800 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 18/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 206800 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	143,30	
2	143,82	
3	142,11	
4	143,90	
5	143,64	
6	143,30	
7	142,98	
8	143,12	
9	143,73	
10	142,92	
TOTAL	PROMEDIO	143,28

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-9 Compactación a 206800 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 19/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 206800 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	144,51	
2	143,23	
3	142,70	
4	143,12	
5	144,86	
6	143,28	
7	143,63	
8	143,21	
9	143,11	
10	143,01	
TOTAL	PROMEDIO	143,46

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-10 Compactación a 275800 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 19/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 275800 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	137,48	
2	140,13	
3	141,49	
4	138,41	
5	139,20	
6	139,31	
7	140,17	
8	138,43	
9	139,01	
10	139,23	
TOTAL	PROMEDIO	139,28

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-11 Compactación a 275800 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 20/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 275800 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	138,53	
2	139,56	
3	138,33	
4	138,23	
5	137,78	
6	138,50	
7	137,97	
8	138,21	
9	137,92	
10	137,61	
TOTAL	PROMEDIO	138,26

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-12 Compactación a 275800 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 20/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 275800 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	137,21	
2	137,23	
3	138,90	
4	137,71	
5	138,02	
6	137,82	
7	137,11	
8	138,23	
9	137,63	
10	137,34	
TOTAL	PROMEDIO	137,72

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-13 Compactación a 344700 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 21/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 344700 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	138,40	
2	140,01	
3	140,24	
4	138,72	
5	139,50	
6	139,34	
7	138,94	
8	139,22	
9	139,11	
10	138,97	
TOTAL	PROMEDIO	139,25

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-14 Compactación a 344700 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 21/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 344700 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	137,21	
2	138,94	
3	139,50	
4	138,32	
5	138,32	
6	138,41	
7	138,97	
8	139,40	
9	138,34	
10	138,11	
TOTAL	PROMEDIO	138,55

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-15 Compactación a 344700 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 22/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 344700 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	138,92	
2	138,40	
3	138,34	
4	138,48	
5	139,13	
6	138,01	
7	138,23	
8	138,91	
9	138,01	
10	138,21	
TOTAL	PROMEDIO	138,46

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-16 Compactación a 413700 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 22/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 413700 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	138,57	
2	137,41	
3	137,11	
4	138,21	
5	137,90	
6	137,32	
7	138,23	
8	138,11	
9	137,59	
10	137,84	
TOTAL	PROMEDIO	137,83

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-17 Compactación a 413700 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 25/09/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas	
	Peso inicial: 150 gramos	
Fuerza aplicada: 413700 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo	
N° de muestras	Peso final (gramos)	
1	136,53	
2	140,10	
3	137,44	
4	137,02	
5	138,23	
6	137,97	
7	137,61	
8	138,45	
9	137,23	
10	137,24	
TOTAL	PROMEDIO	137,79

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-18 Compactación a 413700 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 	
<p>FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO</p> <p>COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO</p>	
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 25/09/2015
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez	
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 6 horas Peso inicial: 150 gramos
Fuerza aplicada: 413700 kPa	Lugar: Taller IDM, Izamba Dirección: Alfonso Troya y Francisco Cobo
N° de muestras	Peso final (gramos)
1	137,09
2	135,50
3	136,91
4	137,23
5	136,83
6	136,65
7	137,28
8	136,69
9	137,12
10	136,28
TOTAL	PROMEDIO
	136,76

Autor: Darwin Chiluisa

Con los valores medios de la tabla 4.1 a la tabla 4.18 se realiza la tabla 4.19 que contiene los datos promedios , para luego graficar las curvas que faciliten comparar los resultados .

Tabla 4-19 Promedios totales

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 						
TABLA DE VALORES DE LOS PROMEDIOS TOTALES						
Realizado por: Darwin Chiluisa		Revisado por: Diego Núñez			Unidad: gramos	
kPa s	68950	137900	206800	275800	344700	413700
90	143,392	143,479	143,892	139,286	139,245	137,829
180	143,266	143,486	143,282	139,286	139,245	137,792
270	142,214	143,341	143,466	137,72	138,464	136,758

Autor: Darwin Chiluisa

En la Figura 4.11 se observa las gráficas obtenidas por cada fuerza aplicada al raspado de cuero, notablemente se dividen en dos grupos, con un intervalo de diferencia en cada uno de los grupos, la gráfica de color rojo, que tiene una fuerza de 82740 kPa la azul de 137900 Kpa y la verde de 206800 kPa están muy similares tanto así que apenas entre las tres graficas existe un diferencia de 1,678 gramos.

A continuación el intervalo de separación con el segundo grupo es de 2,92 gramos, de igual manera entre las gráficas de color lila de fuerza 275800 kPa, la celeste de 344700 kPa fuerza y la de 413700kPa de color naranja existe la diferencia de 2,487 gramos.

Luego es necesario realizar el análisis entre el volumen inicial que se coloca para la compactación mecánica y el volumen final obtenido aplicando los diferentes valores de fuerza y tiempos predeterminados.

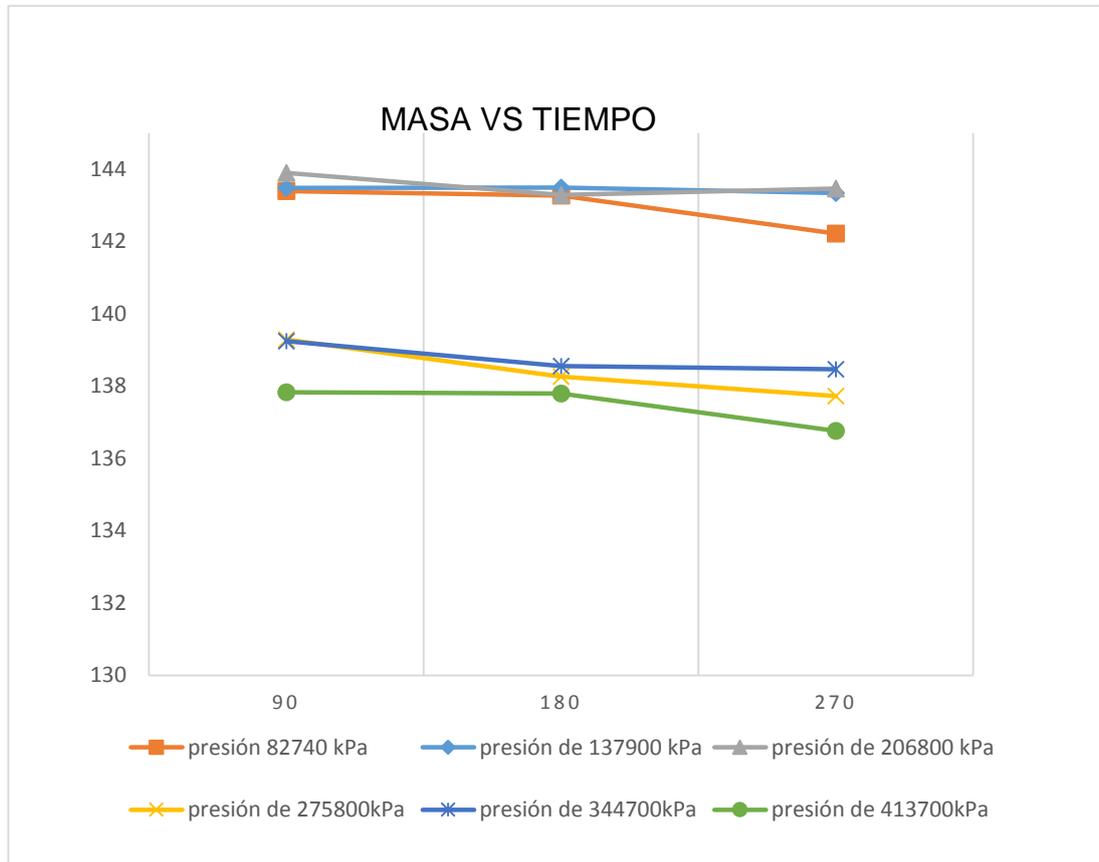


Figura 4-11 Masa vs tiempo de fuerza aplicada
 Autor: Darwin Chiluisa

En la figura 4.11 se observa las gráficas obtenidas por cada fuerza aplicada al raspado de cuero, notablemente se dividen en dos grupos, con un intervalo de diferencia en cada uno de los grupos, la gráfica de color rojo, que tiene una fuerza de 82740 kPa la azul de 137900 Kpa y la verde de 206800 kPa están muy similares tanto así que apenas entre las tres graficas existe un diferencia de 1,678 gramos.

A continuación el intervalo de separación con el segundo grupo es de 2,92

gramos, de igual manera entre las gráficas de color lila de presión 275800 kPa, la celeste de 344700 kPa fuerza y la de 413700kPa de color naranja existe la diferencia de 2,487 gramos.

Luego es necesario de la misma manera realizar el análisis entre el volumen inicial que se coloca para la compactación mecánica y el volumen final obtenido aplicando los diferentes valores de fuerza y los tiempos ya estimados..

Tabla 4-20 Volumen compactado a 68950 kPa y 90 segundos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 27/10/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 68950 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	185,15	
2	186,51	
3	183,55	
4	187,88	
5	186,97	
6	185,60	
7	188,34	
8	190,62	
9	190,53	
10	184,46	
TOTAL	PROMEDIO	186,96

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-21 Volumen compactado a 68950 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 28/10/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 68950 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	184,69	
2	185,51	
3	186,51	
4	182,40	
5	186,88	
6	183,78	
7	185,15	
8	185,60	
9	186,52	
10	182,41	
TOTAL	PROMEDIO	184,95

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-22 Volumen compactado a 68950 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
<p>FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO</p> <p>COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO</p>		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 28/10/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 68950 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	178,76	
2	180,59	
3	181,95	
4	181,04	
5	178,31	
6	181,40	
7	177,85	
8	181,95	
9	179,22	
10	177,39	
TOTAL	PROMEDIO	179,81

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-23 Volumen compactado a 137900 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 1/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 137900 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	172,83	
2	171,97	
3	177,26	
4	172,38	
5	175,30	
6	169,18	
7	173,20	
8	177,39	
9	174,66	
10	172,38	
TOTAL	PROMEDIO	173,75

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-24 Volumen compactado a 137900 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 1/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 137900 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	166,68	
2	167,13	
3	170,74	
4	167,82	
5	166,45	
6	167,36	
7	172,38	
8	168,27	
9	171,01	
10	174,66	
TOTAL	PROMEDIO	169,25

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-25 Volumen compactado a 137900 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 4/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 137900 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	166,77	
2	167,95	
3	165,81	
4	167,59	
5	162,34	
6	168,27	
7	166,27	
8	168,68	
9	170,32	
10	166,08	
TOTAL	PROMEDIO	167,01

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-26 Volumen compactado a 206800 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 4/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 206800 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	170,96	
2	173,97	
3	175,30	
4	173,75	
5	173,29	
6	171,42	
7	174,79	
8	169,87	
9	176,53	
10	169,18	
TOTAL	PROMEDIO	172,91

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-27 Volumen compactado a 206800 kPa y 180 segundos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 5/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 206800 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	173,15	
2	167,77	
3	172,79	
4	168,27	
5	168,68	
6	170,14	
7	168,96	
8	167,50	
9	170,51	
10	169,96	
TOTAL	PROMEDIO	169,77

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-28 Volumen compactado a 206800 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 5/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 206800 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	169,55	
2	172,10	
3	172,24	
4	169,82	
5	172,38	
6	171,19	
7	169,78	
8	170,78	
9	170,10	
10	169,23	
TOTAL	PROMEDIO	170,72

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-29 Volumen compactado a 275800 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 6/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 275800 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	173,29	
2	168,27	
3	173,75	
4	168,73	
5	167,36	
6	171,15	
7	169,50	
8	173,29	
9	172,83	
10	168,23	
TOTAL	PROMEDIO	170,64

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-30 Volumen compactado a 275800 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 6/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 275800 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	168,73	
2	175,57	
3	169,18	
4	169,64	
5	171,92	
6	169,18	
7	171,24	
8	173,29	
9	170,10	
10	174,20	
TOTAL	PROMEDIO	171,31

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-31 Volumen compactado a 275800 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 7/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 275800 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	168,27	
2	169,64	
3	171,01	
4	172,38	
5	170,55	
6	170,37	
7	173,29	
8	169,18	
9	168,27	
10	168,73	
TOTAL	PROMEDIO	170,17

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-32 Volumen compactado a 344700 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 7/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 344700 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	168,27	
2	171,01	
3	171,92	
4	167,82	
5	170,10	
6	169,64	
7	170,78	
8	168,27	
9	170,51	
10	168,73	
TOTAL	PROMEDIO	169,70

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-33 Volumen compactado a 344700 kPa y 180 segundos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 7/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 344700 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	168,73	
2	170,28	
3	173,29	
4	168,27	
5	168,73	
6	169,64	
7	167,82	
8	170,78	
9	167,82	
10	170,87	
TOTAL	PROMEDIO	169,62

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-34 Volumen compactado a 344700 kPa y 270 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 8/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 344700 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	173,29	
2	171,01	
3	166,45	
4	168,73	
5	167,82	
6	168,27	
7	169,18	
8	171,01	
9	169,64	
10	168,73	
TOTAL	PROMEDIO	169,41

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-35 Volumen compactado a 413700 kPa y 90 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 8/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 90 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 413700 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	173,29	
2	175,57	
3	177,85	
4	172,24	
5	169,64	
6	170,10	
7	178,40	
8	175,11	
9	170,23	
10	171,69	
TOTAL	PROMEDIO	173,41

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-36 Volumen compactado a 344700 kPa y 180 segundos

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 9/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 180 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 413700 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	173,29	
2	175,57	
3	175,57	
4	175,11	
5	171,92	
6	172,70	
7	173,84	
8	174,66	
9	170,10	
10	172,83	
TOTAL	PROMEDIO	173,56

Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 4-37 Volumen compactado a 344700 kPa y 270 segundos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 		
FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO COMPACTACIÓN DEL RASPADO DE CUERO		
Realizado por: Chiluisa S. Darwin	Fecha de ejecución: 9/11/2015	
Revisado por: Ing.MSc. Diego Núñez		
Tiempo de aplicación: 270 segundos	Tiempo total del procedimiento: 2 horas	
	Volumen inicial: 810,833 cm ³	
Fuerza aplicada: 413700 kPa	Lugar: Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
N° de muestras	Volumen final (cm ³)	
1	171,01	
2	168,73	
3	172,39	
4	168,73	
5	170,55	
6	170,10	
7	168,73	
8	168,27	
9	172,38	
10	167,82	
TOTAL	PROMEDIO	169,87

Autor: Darwin Chiluisa

En la siguiente tabla 4.38 se indican los valores promedios obtenidos de la tabla 4.20 a la tabla 4.37, mediante estos datos se graficara las curvas que indican la relación entre volumen vs tiempo de la presión aplicada.

Tabla 4-38 Promedios de los volúmenes

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 						
PROMEDIOS DE VOLUMENES						
Realizado por: Darwin Chiluisa			Revisado por: Ing.M.Sc. Diego Núñez		Unidades : cm ³	
kPa s	68950	137900	206800	275800	344700	413700
90	186,96	173,65	172,91	170,64	169,70	173,41
180	184,95	169,25	169,77	171,31	169,62	173,56
270	179,81	167,01	170,72	170,17	169,41	169,87

Autor: Darwin Chiluisa

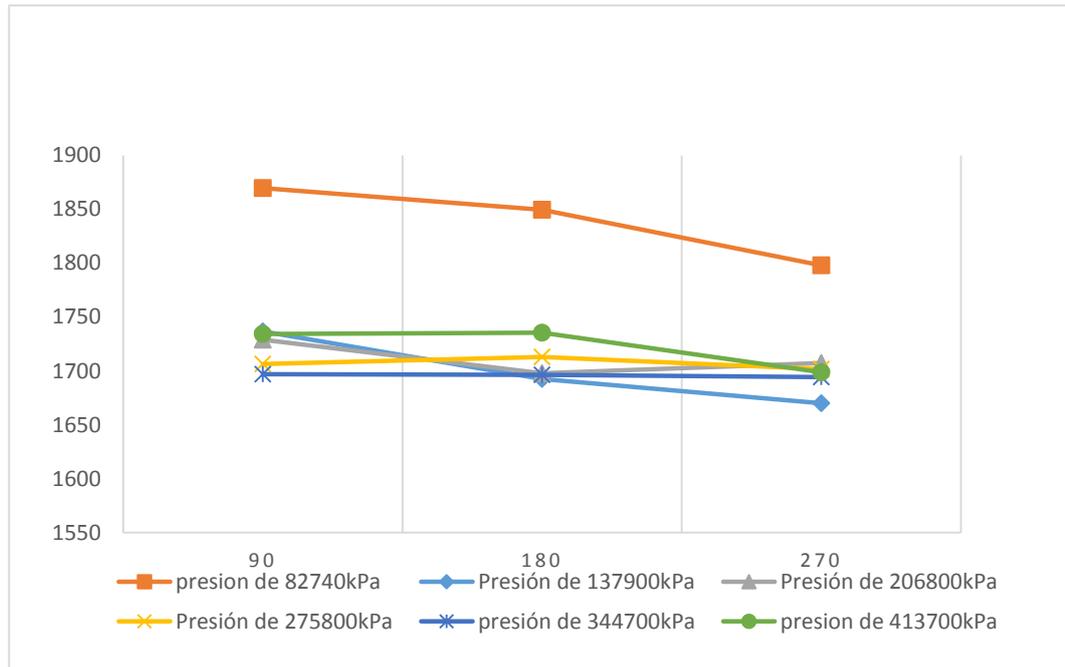


Figura 4-12 Volumen vs tiempo

Autor: Darwin Chiluisa

En el gráfico podemos observar que la línea roja que representa la reducción de volumen de raspado del cuero wet-blue a una fuerza de 68950kPa está en un media de 183,90 cm³ y dista de las demás de manera notoria, mientras tanto que las demás líneas de colores se encuentran por el mismo rango de compactación, estando entre ellas una media de 170,73 cm³ y entre las dos existe una diferencia de 13,16 cm³ al ser esta cantidad transformada en gramos serían unos 13 gramos de diferencia entre los métodos de compactación mecánica, aplicado las diferentes fuerzas y tiempos de compactación.

En la Tabla 4.39 se representará la humedad relativa con la que resultó cada una de las probetas de raspado del cuero “wet-blue” a diferencia de la humedad relativa con la que sale del proceso de raspado de cuero en la Fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.

Las muestras están compactadas con las fuerzas que se trabajó y a un tiempo de 90 segundos, para realizar la medida de la humedad relativa se utilizó los servicios

de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL).

(Anexo 1)

Tabla 4-39 Valores de humedad relativa

Humedad Relativa (%)	Presión kPa
56,3	Ambiente
57	68950
56,6	137900
55,6	206800
54,4	275800
54,0	344700
54,7	413700

Autor: Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL).

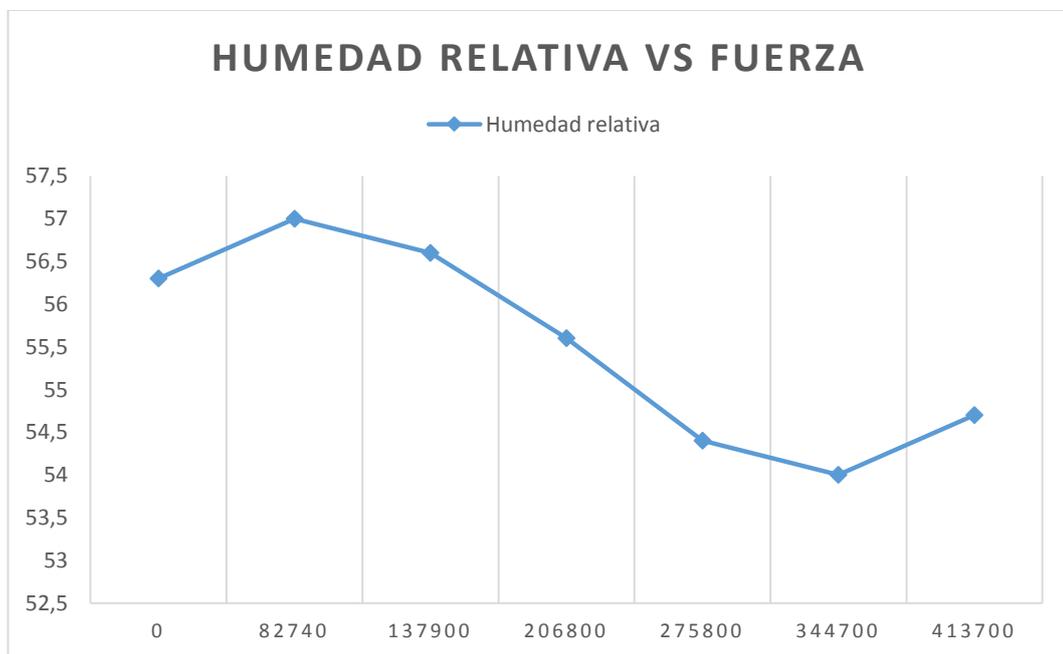


Figura 4-13 Representación de la humedad relativa vs fuerza
 Autor: Darwin Chiluisa

La humedad relativa con la que sale el raspado del cuero “wet-blue” una vez terminado el proceso es de 56,3%, y al inicio de la compactación tiende a aumentar su humedad, tanto así que aplicada la presión de 82740 kPa su humedad relativa es de 57%, la razón por la cual se da este aumento de humedad es debido a que todo el líquido que se encuentra aún en el raspado del cuero “wet-Blue” empieza a concentrarse en la parte central de la probeta, la cual se tomó para realizar las medidas de humedad, de acuerdo como se va aumentando la fuerza este líquido es evacuado en mínima cantidad pero así disminuyendo la probeta su humedad relativa y de igual forma su peso.

Por los datos obtenidos la compactación mecánica a fuerzas muy elevadas tiende a concentrar la humedad en el centro de la probeta como es el caso de la fuerza de 413700kPa, que la humedad relativa aumenta un poco.

En el proceso de raspado del cuero “wet-blue “, de la fábrica Ecuatoriana de Cutidos Salazar S.A., el manejo de este residuo sólido, como la transportación no es el adecuado, el volumen que ocupa en la fábrica es de unos 36 m³, al realizar la compactación mecánica y compactación química del raspado de cuero obtendremos la disminución del volumen, en esta última la reducción del volumen es aún más significativa, como nos indica el ensayo de cenizas realizado en la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos

(LACONAL).(Anexo2)

En la tabla 42 tenemos los valores de compactación de volumen mecánico como también la compactación química, con el volumen inicial de 810,83 cm³, valor que ocupó el molde con los 150 gramos de raspado de cuero para realizar las probetas compactadas.

Tabla 4-40 Métodos de compactación y su porcentaje de reducción

Método de compactación	Volumen (cm ³)	Porcentaje de Reducción (%)
Ninguno	810,83	0
Compactación Mecánica	169,25	80
Compactación Química (Incineración)	10,75	98,3

Autor: Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL).

A partir de la tabla 4.40, se obtiene el grafico 2 donde se observa la reducción de volumen del 100% que son los 150 gramos, con la compactación mecánica, la reducción de raspado del cuero “wet-blue” es del 80% que son los 169,25 cm³, mientras que con la compactación química la reducción del volumen llega a 10,75 cm³ que significa el 98,7% de reducción de volumen.

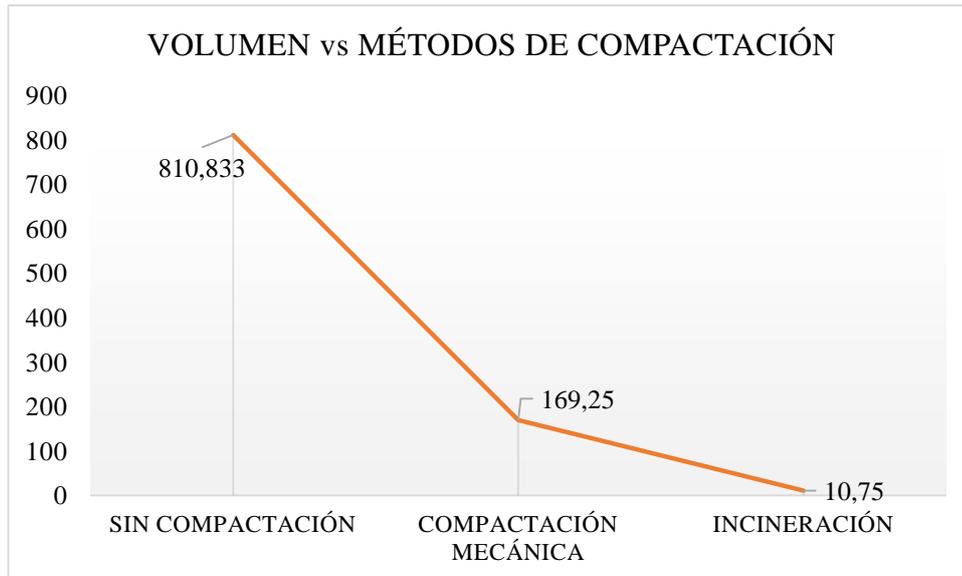


Figura 4-14 Volumen Vs Métodos de compactación
 Autor: Darwin Chiluisa

El mejor método de compactación es el método por reducción química, porque reduce el 98,3 % del volumen inicial, sin embargo hay que tomar en cuenta que hoy en día la mayoría de empresas y fábricas se encuentran realizando procesos para no contaminar el medio ambiente, además los costos de la compactación mediante este método son elevados, por tal razón se recomienda no realizar la incineración y proceder con el compactado mecánico para reducir el volumen del residuo sólido proveniente del raspado del cuero.

Como se muestra en la figura 4.15 el raspado de cuero “wet-blue” es transportado en tanques, el volumen que se transporta en cada tanque tiene un peso de 44 kg, en la figura 4.16 realizamos la diferencia de peso en kilogramos.



Figura 4-15 Transporte del raspado de cuero
Autor: Darwin Chiluisa



Figura 4-16 Peso del tanque en el que se transporta el raspado de cuero
Autor: Darwin Chiluisa

La recolección del raspado de cuero se lo realiza cada semana, donde son dos los trabajadores que efectúan este trabajo, los cuales están sujetos a esfuerzos físicos y riesgos laborales.

4.2 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para aceptar o rechazar la hipótesis, se realizó un estudio de los sistemas de compactación, entre la compactación mecánica y compactación química, y según los resultados se determinó que el más funcional es el método de compactación mecánica debido a que en su proceso no se genera algún grado de contaminación al medio ambiente.

El método de compactación química reduce más del 90% el volumen de raspado del cuero wet-blue pero al realizar este proceso de compactación se obtienen productos de la combustión como son cenizas, gases, partículas tóxicas y algunas con efectos cancerígenos, los cuales son perjudiciales en primer lugar para la persona que está expuesta a los mismos y para el entorno natural. Por sus efectos nocivos sobre la salud, su alto precio económico por que necesita aporte de energía exterior para su funcionamiento y su insostenibilidad, la compactación química para eliminar los residuos sólidos es fuertemente criticada.

Por las razones ya expuestas se plantearía un sistema de compactación mecánica mediante la aplicación de una fuerza adecuada que ayude a disminuir el volumen de raspado de cuero, y mejorar su almacenamiento en el interior de la planta de producción, seguido de un sistema de transporte del residuo sólido.

La figura 4-17 indica un diagrama de flujo con las operaciones que realiza en la actualidad la fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A. para poder para poder transportar y almacenar el raspado del cuero wet-blue.

Seguidamente tenemos en la figura 4.18 las operaciones que se realizarían con el compactado del residuo sólido.

4.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO SIN COMPACTACIÓN

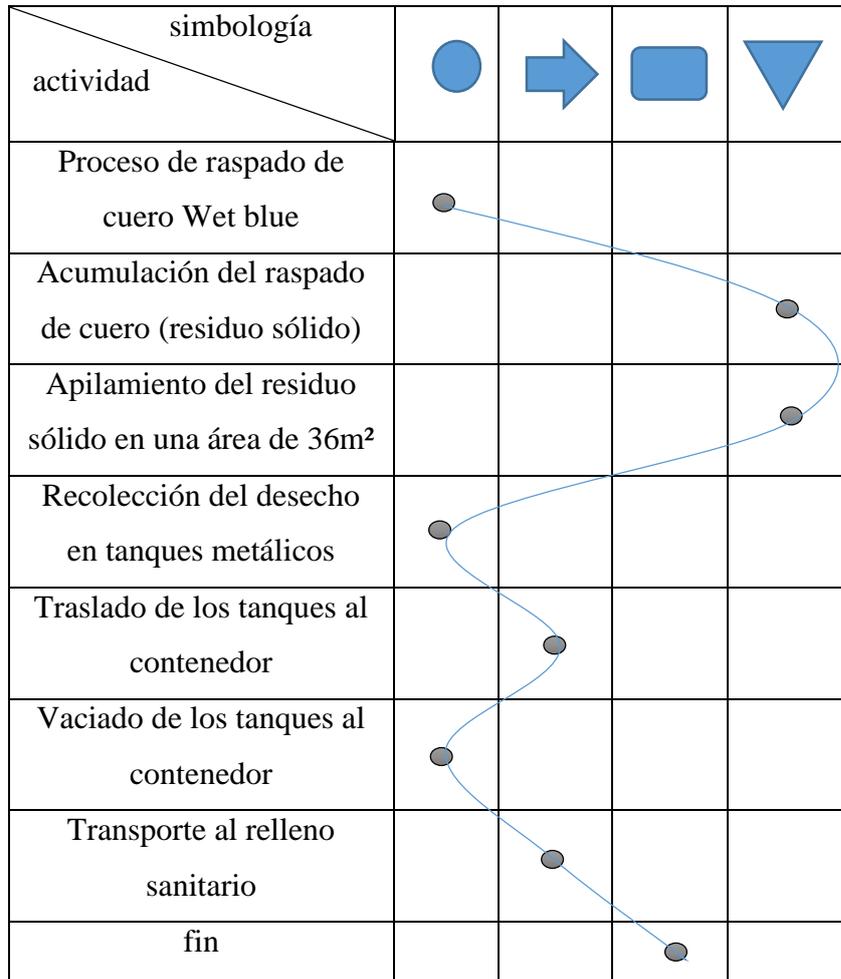
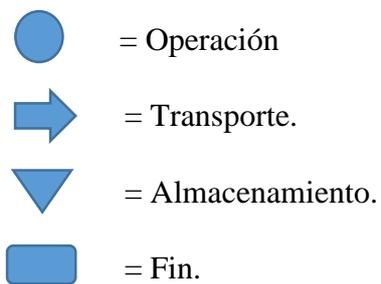


Figura 4-17 Diagrama de flujo sin el proceso de compactación
Autor: Darwin Chiluisa



4.2.2 DIAGRAMA DE FLUJO CON EL PROCESO DE COMPACTACIÓN

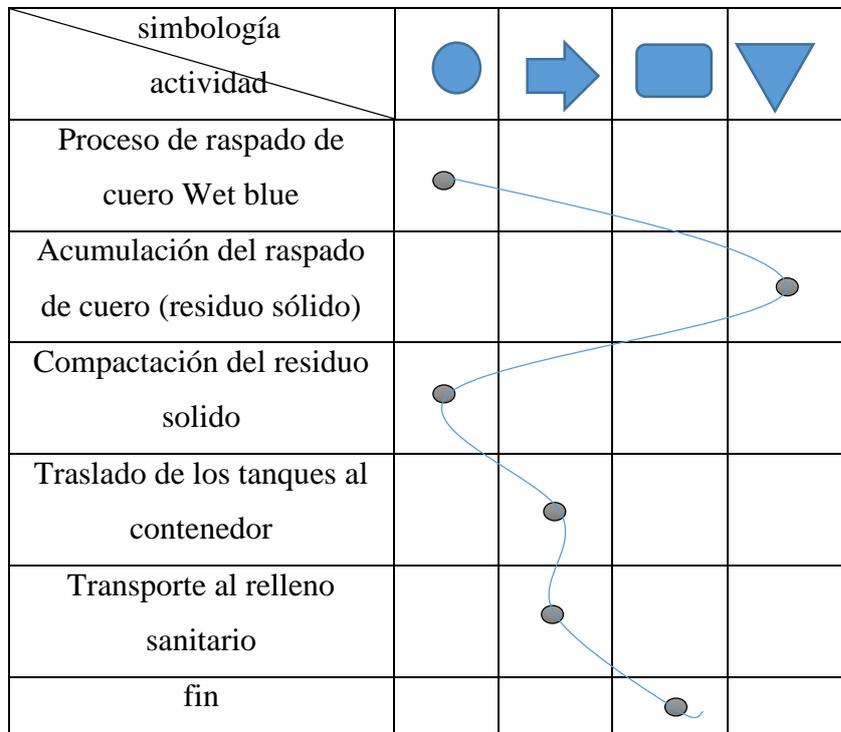


Figura 4-18 Diagrama de flujo con el sistema de compactación
Autor: Darwin Chiluisa

4.2.3 MÉTODO ESTADÍSTICO

4.2.3.1 Modelo Lógico

Hipótesis Alternativa

Ha: La compactación mecánica de volumen reduce de mejor manera los residuos sólidos en el proceso de raspado de cuero wet blue.

Hipótesis Nula

Ho: La compactación mecánica de volumen NO reduce de mejor manera los residuos sólidos en el proceso de raspado de cuero wet blue.

4.2.3.2 Verificación

Se procede a la verificación de la hipótesis, utilizando el método estadístico “t” de student el cual es una distribución simétrica, en forma de campana y la curva es atachada, en la cual se realizará un ensayo bilateral, hacia las dos colas con un nivel de significancia de 5%.

Este método se aplica con los datos obtenidos cuando se aplica la menor fuerza, y se compara con las otras fuerzas aplicadas al sistema de compactación, para reducir el volumen de residuos sólidos provenientes del proceso de raspado de cuero wet blue

Cálculo de los grados de libertad

$$v = n_1 + n_2 - 2 = 3 + 3 - 2 = 4$$

Probabilidad (α)

Es estimado por el investigador generalmente se toma valores entre 5% y 10%, este valor tiene que ver con el nivel de confianza de la investigación, por ejemplo si $P=0.05$ quiere decir que solamente un 5% de las veces que se realice un ensayo o una medición, el resultado podría deberse al azar y un 95% de los resultados serían reales. Para este estudio se estima un nivel de significancia de 0.05 (Anexo N° 03)

$$\alpha = \frac{0.05}{2} = 0,025$$

Medias muestrales.

En la tabla 4.41 se tiene los valores de las medias cuando se aplica la fuerza de 68950 como mínima y 413700 como máxima en los intervalos de tiempo empleados de 90,180 y 270 segundos, lo cual nos permite determinar la fuerza con la cual se realizara la compactación del desecho solido wet blue.

La prueba “t” students sirve para comparar dos datos obtenidos entre la fuerza menor aplicada con las fuerzas restantes, así justificando la fuerza que se aplicara en el sistema de compactación.

Tabla 4-41 Medias muestrales

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 						
MEDIAS MUESTRALES						
Realizado por: Darwin Chiluisa			Revisado por: Ing.M.Sc. Diego Núñez		Unidades : cm ³	
kPa	68950	137900	206800	275800	344700	413700
s						
90	186,96	173,65	172,91	170,64	169,70	173,41
180	184,95	169,25	169,77	171,31	169,62	173,56
270	179,81	167,01	170,72	170,17	169,41	169,87

Autor: Darwin Chiluisa

Calculo de la desviación típica y “t” student

Para el cálculo de la desviación típica se calcula con la siguiente ecuación:

$$S^2 = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2 + \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

El cálculo de “t” student se determina con la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{S^2}{n_1} + \frac{S^2}{n_2}}}$$

En la siguiente tabla 4.42 se realiza la media entre la fuerza mínima de 68950 kPa (5 toneladas métricas) y la siguiente de 137900 kPa (10 toneladas métricas).

Tabla 4-42 Datos de X y Y medias para 68950 kPa y 137900 kPa

VOLUMEN REDUCIDO cm ³					
FUERZA kPa / TIEMPO s	90	180	270	Σ TOTAL	X̄ - Ȳ
68950	186,96	184,95	179,81	551,72	137,93
137900	173,75	169,25	167,01	510,01	127,5025

Autor: Darwin Chiluisa

Cálculo de la desviación típica y “t” student para la carga las dos primeras fuerzas aplicadas.

Tabla 4-43 Desviación típica entre las dos fuerzas 68950 y 137900 kPa

(Xi-X̄)²	(Xii-X̄)²	(Xiii-X̄)²	TOTAL S²	S
2403,94	2210,88	1753,93	6368,76	32,58
(Yi-Ȳ)²	(Yii-Ȳ)²	(Yiii-Ȳ)²	-	
2138,83	1742,85	1560,84	5442,53	30,12
			t	2,63

Autor: Darwin Chiluisa

Obtenido el valor de “t” student calculado, el valor de grado de libertad y el valor de significancia, mediante el software de análisis estadístico se obtendrá el rango de aceptación o rechazo de la hipótesis.

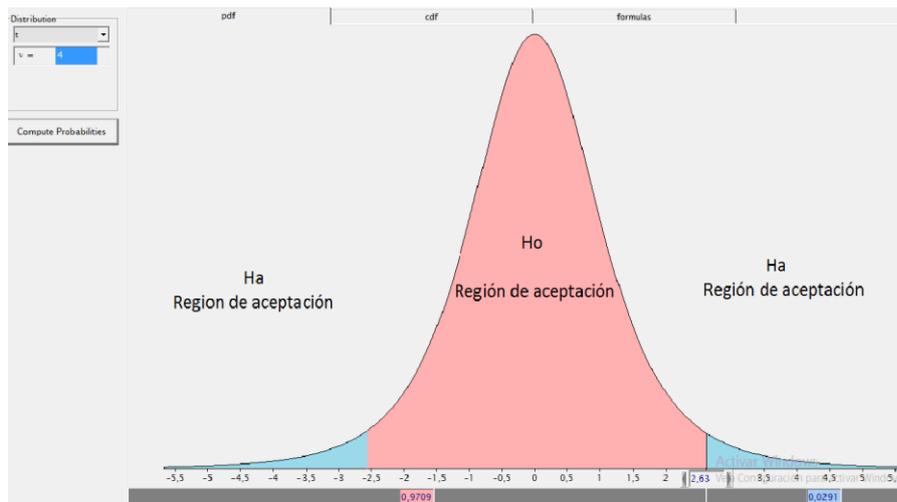


Figura 4-19 Región de Ha y Ho Para la fuerza de 68950 kPa y 137900 kPa

Autor: Darwin Chiluisa

Regla de decisión

Se acepta la hipótesis alterna H_a , La compactación mecánica de volumen reduce de mejor manera los residuos sólidos en el proceso de raspado de cuero wet blue, si el valor “t” a calcularse se encuentra fuera del rango de aceptación de $-2,63$ a $+2,63$, de lo contrario se aceptara la H_0 , La compactación mecánica de volumen No reduce de mejor manera los residuos sólidos en el proceso de raspado de cuero wet blue

De la comprobación realizada por el método estadístico “t” student se obtiene un valor t que esta fuera del rango $\pm 2,63$, por lo que se acepta H_a .

Tabla 4-44 Datos de X y Y medias para 68950 kPa y 206800kPa

VOLUMEN REDUCIDO cm³					
FUERZA kPa / TIEMPO s	90	180	270	Σ TOTAL	$\bar{X}-\bar{Y}$
68950	186,96	184,95	179,81	551,72	137,93
206800	172,91	169,77	170,72	513,4	128,35

Autor: Darwin A. Chiluisa S.

Tabla 4-45 Desviación típica entre las dos fuerzas 68950 y 20600 kPa

(Xi-X̄)²	(Xii-X̄)²	(Xiii-X̄)²	TOTAL S²	S
2403,94	2210,88	1753,93	6368,76	
(Yi-Ȳ)²	(Yii-Ȳ)²	(Yiii-Ȳ)²	-	30,27
1985,59	1715,62	1795,22	5496,43	
			t	2,42

Autor: Darwin A. Chiluisa S.

Tabla 4-46 Datos de X y Y medias para 68950 kPa y 275800 kPa

VOLUMEN REDUCIDO cm³					
FUERZA / TIEMPO	90	180	270	Σ TOTAL	$\bar{X}-\bar{Y}$
68950	186,96	184,95	179,81	551,72	137,93
275800	170,64	171,31	170,17	512,12	128,03

Autor: Darwin A. Chiluisa S.

Tabla 4-47 Desviación típica entre las dos fuerzas 68950 y 275800 kPa

$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_{ii} - \bar{X})^2$	$(X_{iii} - \bar{X})^2$	TOTAL S ²	S
2403,94	2210,88	1753,93	6368,76	32,58
$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(Y_{ii} - \bar{Y})^2$	$(Y_{iii} - \bar{Y})^2$	-	
1815,61	1873,16	1775,78	5464,55	30,18
			t	2,50

Autor: Darwin A. Chiluisa S.

Tabla 4-48 Datos de X y Y medias para 68950 kPa y 344700 kPa

VOLUMEN REDUCIDO cm ³					
FUERZA / TIEMPO	90	180	270	Σ TOTAL	$\bar{X} - \bar{Y}$
68950	186,96	184,95	179,81	551,72	137,93
344700	169,7	169,62	169,41	508,73	127,18

Autor: Darwin A. Chiluisa S.

Tabla 4-49 Desviación típica entre las dos fuerzas 68950 y 344700 kPa

$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_{ii} - \bar{X})^2$	$(X_{iii} - \bar{X})^2$	TOTAL S ²	S
2403,94	2210,88	1753,93	6368,76	32,58
$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(Y_{ii} - \bar{Y})^2$	$(Y_{iii} - \bar{Y})^2$	-	
1736,39	1729,73	1712,30	5178,42	29,38
			t	2,73

Autor: Darwin A. Chiluisa S.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Con el estudio que se realizó acerca de los sistemas de compactación de residuos sólidos en el proceso de raspado del cuero wet blue, se determinó el volumen producido en la fábrica, que es de 36 m³ el cual se obtiene en un mes de producción, y es la causa de pérdida de tiempo, espacio en su almacenamiento y transporte, que se lo realiza en la parte interna de la fábrica.
- La humedad relativa es un parámetro importante, con la que el residuo sólido sale del proceso de raspado del cuero wet blue está en un rango de 50% a 60% según los datos obtenidos del laboratorio (LACONAL), la cual es aceptable para realizar el método mecánico de compactación, y que el resultado sea el aceptable.
- Se determinó que el sistema de compactación mecánica reduce el volumen del residuo sólido proveniente del raspado del cuero wet blue, entre un 70% - 80% del volumen inicial, de esta manera se podrá mejorar el área de trabajo donde se almacenaba este residuo sólido.
- Las probetas realizadas con el raspado del cuero wet blue, muestran una buena unión entre partículas, por lo cual no resulta necesario añadir sustancias aglutinantes para obtener una buena compactación.

- Se observó que a la menor presión de compactación, que es 17237,57 kPa por un tiempo de aplicación de 90 segundos, las probetas de raspado del cuero wet-blue su cohesión es aceptable .
- No existe variabilidad apreciable en el volumen de las probetas compactas a las diferentes presiones.
- La compactación mecánica reduce en un 80% el volumen del raspado de cuero, la compactación química (incineración) reduce un 98,3 % el volumen de raspado del cuero

5.2 RECOMENDACIONES

- Para que se obtenga una mejor compactación del raspado de cuero, se debe tomar en cuenta que el residuo sólido no haya permanecido mucho tiempo apilado en la zona de almacenamiento ya que con la temperatura ambiental que tiene el interior de la fábrica este puede disminuir su humedad relativa y causar problemas en la compactación.
- Al realizar la compactación se debe tener en cuenta que en el momento de reducir su volumen el raspado de cuero se desprenderse de su humedad y va a ver en pequeñas cantidades de líquidos.
- Realizada la compactación es aconsejable que el almacenamiento se lo haga en una funda plástica para que el residuo sólido mantenga una buena cohesión de sus partículas.
- El proceso de compactación se lo debe realizar máximo con una diferencia de 24 horas desde que se obtiene el raspado del cuero wet blue.

CAPÍTULO VI

6 PROPUESTA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE COMPACTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PROCESO DE RASPADO DEL CUERO EN LA FÁBRICA ECUATORIANA DE CURTIDOS SALAZAR S.A.”

6.1.1 BENEFICIARIO

Con el estudio realizado de los sistemas de compactación para reducir el volumen de residuo sólido proveniente del proceso del raspado del cuero wet blue, el beneficiario es la fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.

6.1.2 UBICACIÓN

La fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A. se encuentra en la provincia de Cotopaxi, en el Cantón Salcedo, sector Chipualó.

6.2 DATOS INFORMATIVOS

La recolección de datos de la compactación del raspado de cuero fueron realizados en el taller IDM ubicado en las calles Alfonso Troya y Francisco Cobo, parroquia de Izamba, las pruebas de humedad relativa y de cenizas se realizaron en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos en los laboratorios de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL), los datos sobre peso y volumen de las probetas se realizó en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Como se demostró con anterioridad una vez realizadas todas las pruebas de compactación utilizando las diferentes presiones y tiempos los cuales se impusieron al inicio, se llegó a

plantear el sistema mecánico de compactación, para reducir el volumen que el raspado del cuero wet blue ocupa en las instalaciones de la fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A. de esta manera colaborar con la organización de la empresa y posibles accidentes laborales.

6.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En el año 2006, en la Escuela Superior Politécnica del Ejército se realizó el proyecto previo la obtención del título de ingeniero mecánico con el tema “Diseño y construcción de maquina compactadora de alimento para ganado de engorde, 150 kg/h”, elaborado por los señores estudiantes Pablo Alejandro León Sampedro y Alejandro Leonardo Coba Rodríguez.

Las conclusiones a las que ha llegado con esta investigación son: que el sistema tiene como finalidad ahorrar costos de almacenamiento y transporte. Se realizó una serie de pruebas de compactación en estado natural variando la presión en función de la densidad, donde se observó que la presión de compactación fue demasiado grande ya que con la ayuda de un aglutinante para aumentar las fuerzas de cohesión entre las partículas y así reducir la presión.

En el año 2014, en la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería En Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Mecatrónica realizado por el señor estudiante Horacio Willington Ortiz Beltrán se realiza el estudio con el tema: Compactadora de bloques nutricionales para ganado, con una producción de 150 kg/h en bloques de 20x20x15 cm.

Donde llega a la conclusión que: Después de varios análisis de selección se determinó que la compactación se va a realizar mediante una prensa hidráulica la cual suministrará la energía de compactación hacia la mezcla a través del cilindro hidráulico, que al bajar realizará la compactación dentro de un molde cúbico

formado por placas de acero y que al ser compactado el bloque asumirá esta misma forma. Para realizar un ciclo de compactación automático se usarán transductores que detectarán la posición final del vástago y presión del sistema hidráulico que se elevará cuando compacte el material, enviando así señales que entrarán al sistema de control eléctrico el que va ser totalmente cableado siendo una lógica de relés e interruptores quienes procesen las señales de entrada de los transductores y manipulen la electroválvula.

Para el análisis de resultados del producto obtenido de la compactadora, se evaluará su volumen tomando las medidas del cubo o bloque, y pesando su masa para así determinar la densidad de cada una de las muestras, y determinar que la máquina tiene una fuerza constante de compactación y por lo tanto una operación adecuada.

6.4 JUSTIFICACIÓN

En la mayoría de fábricas dedicadas a la transformación del cuero, específicamente que realizan el proceso de raspado de cuero wet blue, este residuo sólido se encuentra ocupando espacio en la planta de producción, donde se espera de 7 a 15 días o más, para que se acumule este residuo y luego pueda ser transportado al relleno sanitario sin darle ningún tipo de tratamiento.

Llevar de esta manera el residuo sólido puede causar problemas futuros en el relleno sanitario ya que por no estar compactado el sector donde se ubique este residuo será un lugar inestable debido a la inconsistencia del mismo y generador de accidentes laborales.

Como resultado de esta investigación se obtuvieron importantes parámetros que son útiles para poder diseñar un sistema de compactación, que permita enviar el residuo sólido del proceso de raspado del cuero wet blue al relleno sanitario de una manera técnica y sin que pueda causar riesgos futuros.

6.5 OBJETIVOS

6.5.1 GENERAL

Diseñar y construir un sistema de compactación, almacenamiento y transporte para los residuos sólidos en el proceso de raspado del cuero en la fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.

6.5.2 ESPECÍFICOS

Diseñar y seleccionar el sistema hidráulico para realizar la compactación del residuo sólido proveniente del raspado del cuero.

Diseñar la estructura de soporte de la máquina compactadora de residuos sólidos.

Diseñar la cámara donde se va a realizar la compactación.

6.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La implementación de un sistema que ayude a compactar, almacenar y transportar el raspado de cuero es factible realizarlo, porque se está tomando como base la investigación, y es un problema actual que tiene la Fabrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A, la cual se pretende disminuir con la aplicación de Ingeniería Mecánica.

Para la construcción de la estructura del sistema de compactación mecánico, y para la selección del sistema hidráulico con el que se compactará el raspado de cuero wetblue, se realizará una comprobación y selección de los elementos que posee la fábrica, tanto estructurales como hidráulicos, escogiendo así el elemento

más adecuado para el sistema. Además se cuenta con la confianza y el apoyo económico de la Fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A. siendo su representante el Ingeniero Santiago López en calidad de Gerente, lo que hace que el proyecto sea realizable.

6.7 FUNDAMENTACIÓN

6.7.1 CÁLCULO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

6.7.1.1 SELECCIÓN DEL CILINDRO

El sistema hidráulico es el encargado de transformar la energía hidráulica en energía mecánica, la misma que será aplicada en forma lineal para efectuar el compactado del raspado de cuero wet-blue.

Está compuesto de dos partes principales:

- La unidad de potencia (Motor, bomba, válvulas y accesorios)
- Cilindro.

Para realizar la compactación se utilizará una fuerza de 68950 kPa (5 Toneladas métricas) la cual se obtuvo al realizar las pruebas.

$$F = 68950 \text{ kPa}$$

$$F = 68950 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad F = 6,8950 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Donde:

F= Fuerza ejercida por el sistema hidráulico.

Para dimensionar el diámetro mínimo del cilindro tomamos la presión de 2000 psi

$$A = 1,45 \frac{F}{P}$$

1,45 es el factor para transformar directamente $\frac{N}{psi}$ a cm^2

$$A = 1,45 \frac{68950 N}{2000 psi}$$

$$A = 49,99cm^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 39,99m^2}{\pi}}$$

$$d = 7,97 \text{ cm ; } 3 \text{ pulgadas}$$

Para verificar el diámetro del cilindro requerido, se seleccionará nuevamente, utilizando tablas que están elaboradas mediante la ISO 6020/1 – 160 bar. (Anexo N° 04)

Pasos:

- Calcular la fuerza de empuje.

$$F = 68950 \text{ KN}$$

- Realizar la transformación a Kp (kilopondio)

$$F = 7030,24 \text{ Kp}$$

- Con la fuerza en KN observamos en la tabla (Anexo N°05) a que rango pertenece para obtener los datos de cilindro

$$F_1 = 68950 \text{ kN} \quad \text{Entonces} \quad F_{m\acute{a}x} = 80324 \text{ kN}$$

Los datos obtenidos son los siguientes:

Diámetro del pistón: 80 mm; 3,1 pulgadas

Diámetro del vástago: 45 – 56 mm.

Área S1: 50,24 cm².

Presión teórica: 139,93 bar.

$$P_{te\acute{o}rica} = \frac{Fkp}{S1cm^2}$$

Para verificar que la carrera del vástago (500 mm), no permita pandeo se utiliza la tabla de Anexo N° 06.

ZB: 260mm

XV: 125 mm

L= ZB+ carrera + XV

L= 260 + 500 + 125 = 885 mm

Mediante la tabla de pandeo (Anexo N°07), calculamos L_k .

$$L_k = 0,7 L$$

$$L_k = 0,7 * 885mm = 619,5 mm = 0,6195 m$$

Con el valor de L_k , utilizando un factor de seguridad igual a 3 y la $F = 7030 \text{ Kp}$ se obtiene el diámetro del vástago media la tablas de selección. (Anexo N°08).

Diámetro del vástago: 36 mm

Anteriormente se obtuvo los diámetros del vástago de 45 – 56 mm, utilizar el menor valor. La denominación del pisto se observa en el Anexo N°09 y sus respectivos componentes en el Anexo N°10.

6.7.1.2 SELECCIÓN DE LA BOMBA

Caudal Utilizado. (Ravell, 1999)

Área del cilindro:

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi * 3,81 \text{ cm}^2 = 45,6 \text{ cm}^2$$

Por lo que: por cada centímetro de avance se requiere 45,6 cm³ de fluido hidráulico, Si el recorrido es de 500 mm en un tiempo de 15 s, entonces:

$$Q_1 = 50 * 45,6 = 2,28 \text{ cc}^3 = \frac{2,28 \text{ l}}{15 \text{ s}} = 9,12 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Q_1 =Caudal utilizado en el avance

Tiempo de retroceso es de 10 s.

Área anular:

$$A_a = \pi R^2 - \pi r^2$$

$$A_a = \pi 3,81^2 - \pi 2,54^2 = 25,33 \text{ cm}^2$$

$$V_n = A_a * 50 \text{ cm} = 1,26 \text{ cc} = \frac{1,26 \text{ l}}{10 \text{ s}} = 7,56 \text{ l} \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

V_n = volumen necesario (Q_2)

Cilindrada de la Bomba

Caudal max = Q_1

Velocidad del motor : 1720 r.p.m

$$\text{Cilindrada} \frac{\text{cm}^3}{\text{rev}} = \frac{\text{caudal} \frac{\text{l}}{\text{min}}}{n(\text{RPM})}$$

$$\text{Cilindrada} = \frac{9,12 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{1720(\text{RPM})} = 0,0053 \frac{\text{l}}{\text{rev}} = 5,3 \frac{\text{cm}^3}{\text{rev}}$$

La cilindrada es teórica, para la cilindrada real se debe tomar en cuenta el rendimiento volumétrico que tiene la bomba que esta entre el 90%, entonces:

$$\frac{5,3}{0,9} = 5,9 \frac{\text{cm}^3}{\text{rev}}$$

Se tiene el caudal y cilindrada de la bomba que es necesaria para el sistema de compactación. La bomba hidráulica es la encargada de transformar la energía mecánica en hidráulica y suministrar fluido al sistema. Para la selección de la bomba se tomara en cuenta los siguientes factores importantes:

- Precio.
- Mantenimiento.
- Sensibilidad a la contaminación.
- Gama de caudales
- Rendimiento
- Compatibilidad de fluidos
- Tamaño
- Ruido.

Escala de 9-10 = Excelente.

Escala de 6-8 = Bueno.

Menor de 5 = Regular.

Tabla 6-1 Matriz de selección de bomba

Alternativas							
Criterio		Pistones		Engranajes		Paletas	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
	%						
Precio	20	6	1,2	9	1,8	8	1,6
Mantenimiento	15	7	1,05	9	1,35	8	1,2
contaminación	15	7	1,05	9	1,35	8	1,2
Variación de Caudales	15	7	1,05	9	1,35	9	1,35
Rendimiento	10	9	0,9	7	0,7	8	0,8
Compatibilidad fluido	10	9	0,9	8	0,8	8	0,8
Tamaño	10	7	0,7	9	0,9	8	0,9
Ruido	5	7	0,35	7	0,35	9	0,45
Total	100	59	7,2	67	8,6	66	8,3

Autor: Darwin Chiluisa

Con los datos obtenidos la bomba seleccionada es la de engranajes, la cual es muy recomendable para este tipo de trabajo, entre sus características esta que mantienen del 89 al 91 % de eficiencia, para la condición de trabajo maneja fluidos de alta suciedad, genera hasta 275 bares de presión.

Con las tablas del AnexoN°11, se puede preseleccionar la bomba para el sistema, en este caso una bomba con cilindrada de $6,5 \frac{cm^3}{rev}$, que no está muy separado del valor encontrado con los cálculos, en el caso de no encontrar una bomba con la cilindrada requerida, se puede instalar una de mayor cilindrada y agregar en el sistema un limitador de caudal.

Limitador de caudal

Para la selección del limitador de caudal con las especificaciones ya encontradas mediante los catálogos seleccionar la que sea necesaria para el sistema (ver Anexo N°12).

6.7.1.3 SELECCIÓN DE LAS MANGUERAS FLEXIBLES

Estas se utilizan cuando las líneas hidráulicas están sometidas a movimiento o vibraciones. Se fabrican con capas de caucho sintético y trenzado o alambre, lo que hace que soporte presiones elevadas, debe ser compatible con el fluido utilizado.

Mediante catálogos se selecciona la manguera flexible que se adapta al sistema con la presión y caudal requeridos. (Ver Anexo N° 13)

6.7.1.4 SELECCIÓN DEL DEPÓSITO HIDRÁULICO

El diseño del recipiente no solo debe lograr la función de almacenamiento sino que también deberá tener una apariencia y capacidad de servicio que justifique su ingeniería.

El depósito debe ser capaz de almacenar el volumen necesario para llenar el cilindro, sus accesorios y mantener un buen nivel de aceite en el tanque para la recirculación que controle la temperatura en el sistema. Además el reservorio debe tener una capacidad de 3 a 4 veces el caudal de la bomba por lo que el volumen requerido es de 27 litros, en la parte interna se instalara un filtro de succión y un visor de nivel de 2 pulgadas en la parte externa del depósito.

Se deberá recordar los siguientes pasos para su diseño:

- La capacidad del tanque deberá tener tres veces el (Q) gasto máximo.

- Pendiente en la base del tanque de aproximadamente un 2% para que los sedimentos del tanque se acumulen hacia el lado de la pendiente.
- Tapón de drenado (descarga) para poder extraer muestras del fluido y verificar sus propiedades o vaciar el tanque.
- Tapa de acceso al tanque para su mantenimiento.
- La tubería de succión debe estar a 2/5 de la altura del tanque.
- La descarga puede ser a cualquier altura, para permitir esto se debe agregar una placa rompeolas.
- Placa rompeolas, evita que las burbujas que se generan en la descarga no sean succionadas (el aire tiende a subir en un fluido).
- Medidor de nivel.
- Termómetro, para saber la temperatura del fluido.
- Limpieza.
- Medidas de drenaje.
- Materiales de construcción compatibles con el fluido.

Para su selección se debe tomar en cuenta los litros que se necesitará en el sistema como podemos observar en el anexo N°14.

6.7.1.5 FILTROS

FILTRACIÓN

Filtración es la parte de la ingeniería que tiene como objetivo realizar la separación mecánica de los componentes de una mezcla heterogénea. Por el uso de un medio filtrante que no permite el paso de las partículas sólidas pero si del fluido.

Los factores que deben ser considerados para la selección del filtro son:

- Nivel de filtración
- Capacidad de flujo.
- Rangos de presión.
- Punto de instalación.
- Removimiento de contaminantes.
- Características del fluido.
- Servicialidad.
- Medioambiente (temperatura y vibración).

La selección del filtro para el sistema se realizará mediante catalogo en el anexo N° 15.

6.7.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

La estructura metálica debe satisfacer las siguientes necesidades:

- Sostener las piezas principales necesarias en la compactación.
- Soportar la fuerza ejercida por el cilindro hidráulico.
- Brindar una posición ergonómica para el trabajador.

Para realizar el diseño se tomara en cuenta estos parámetros.

- La rigidez y tamaño de la bancada
- Seguridad para soportar la acción y reacción (de 2000 psi), sin tener como consecuencia su pandeo.
- Facilitar la colocación de sistemas de control electromecánico.
- El análisis ser realizara con acero ASTM A36, perfil estructural para disminuir trabajo y costo.

- Peso de la estructura.

A continuación se realizará una matriz de selección, en donde se estimará los parámetros que se necesitarán para cumplir los requerimientos de la prensa que realizará la compactación del raspado del cuero wet blue.

Escala de 9-10 = Excelente.

Escala de 6-8 = Bueno.

Menor de 5 = Regular.

Tabla 6-2 Matriz para seleccionar la estructura

Alternativas							
Criterio	%	Cuello de cisne		Doble montante		4 columnas	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Rigidez	20	6	1,2	9	1,8	9	1,6
Seguridad	20	7	1,4	7	1,4	8	1,8
Bancada	15	6	0,9	7	1,05	9	1,35
Construcción	15	7	1,05	6	0,9	9	1,35
Control	10	8	0,8	8	0,7	8	0,8
Costo	10	7	0,7	7	0,8	8	0,8
Peso	10	8	0,8	7	0,7	9	0,9
Total	100	49	6,85	51	7,35	60	8,6

Autor: Darwin Chiluisa

El tipo de estructura que se seleccionará es de 4 columnas, cumple con las especificaciones iniciales que se planteó al formular la matriz.

6.7.2.1 DISEÑO DEL BASTIDOR

En la figura 6.1 indica las partes con las que se diseñará el bastidor.

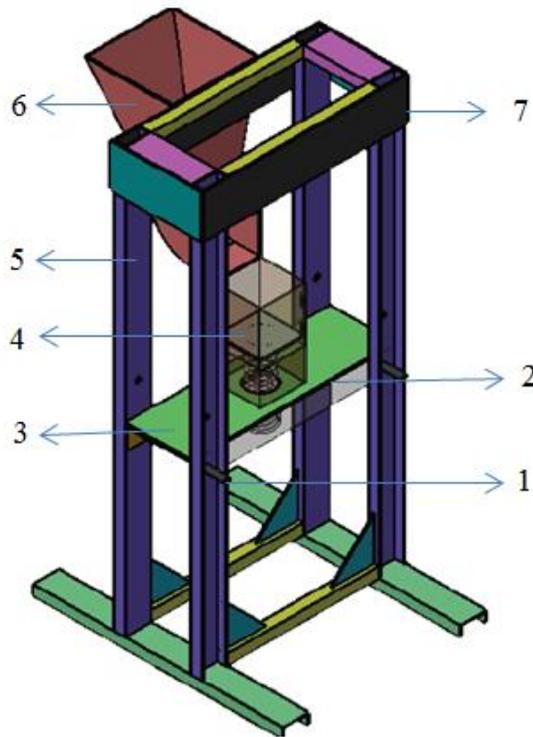


Figura 6-1 Diseño del bastidor
 Autor: Darwin Chiluisa

Tabla 6-3 Partes del Bastidor

1	Pasador de apoyo
2	Soporte de la mesa
3	Mesa de compactación
4	Molde
5	Montantes
6	Tolva de llenado
7	Capitel

Autor: Darwin Chiluisa

6.7.3 PASADORES DE APOYO

Carga en los pasadores de apoyo

La carga con la que realizará el análisis es de 68959 kPa parámetro de diseño:

$$F' = \frac{F}{4}$$

$$F' = 9.8 \text{ KN}$$

Mediante la siguiente ecuación se representa el esfuerzo a corte para los elementos de sujeción en la bancada de compactación.

$$\tau = \frac{F'}{A} < [\tau]$$

La recomendación para miembros sometidos a cortadura según las normas AISC es utilizar un valor permisible.

$$[\tau] = 0,4 * \sigma_y$$

En la construcción de los pasadores se utilizara una barra de acero AISC 1018, y su límite de fluencia es:

$$\sigma_y = 23,5 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

Por lo tanto:

$$\tau = 9,4 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

La sección del pasador es:

$$A = \frac{1}{4} * \pi * d^2$$

$$\tau = \frac{F'}{\frac{1}{4} * \pi * d^2}$$

Despejando d:

$$d \geq \sqrt{\frac{F}{\pi * [\tau]}}$$

$$d \geq 1.65 \text{ cm}$$

Para la selección del pasador se tomara en cuenta el diámetro calculado el cual será mayor para que cumpla la resistencia requerida en el sistema.

Para verificar la resistencia del pasador al aplastamiento solo basta saber que los demás componentes son de acero estructural A-36 y las propiedades mecánicas del pasador son mejores.

6.7.4 MONTANTES

En la figura se indica la disposición de los cuatro montantes, siempre usando perfiles de acero estructural A-36.

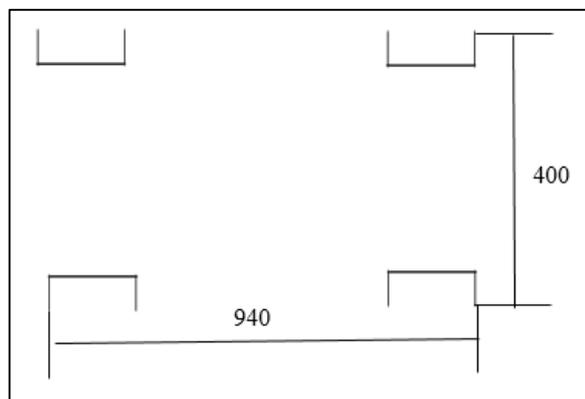


Figura 6-2 Disposición de los montantes
Autor: Darwin Chiluisa

La carga total aplicada se divide entre los cuatro montantes, produciendo un esfuerzo de tracción de los mismos.

Según la AISC, para miembros sometidos a tensión con agujeros recomienda:

$$(\sigma t) = 0,45 * \sigma y$$

El límite de fluencia del acero A-36 es:

$$(\sigma t) = 11,17 \frac{KN}{cm^2}$$

6.7.4.1 CARGA EN LOS MONTANTES

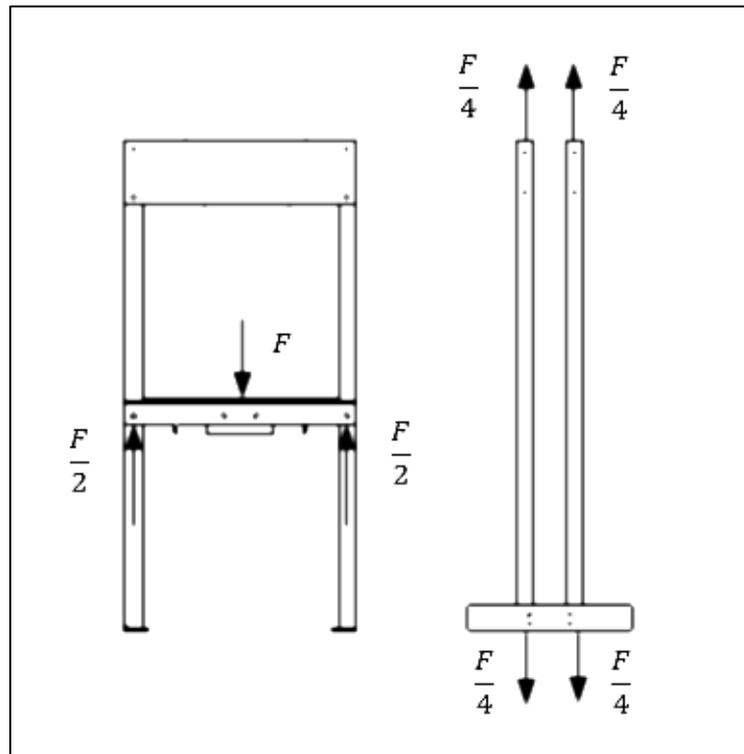


Figura 6-3 Cargas en los montantes
Autor: Darwin Chiluisa

El área neta necesaria para soportar la carga $F' = \frac{F}{4}$ esta dada por:

$$A_{neta_{nec}} = \frac{F'}{\sigma t}$$

$$A_{neta_{nec}} = 0,86 cm^2$$

Para determinar el área neta de los agujeros en el perfil, se recomienda aumentar 0,318 cm.(1/8 plg.) al diámetro del pasador.

$$A_{ag} = (d + 0.318) * t\omega$$

Asumiendo para el alma del perfil un espesor

$$t\omega = 0.5 \text{ cm}$$

$$A_{ag} = (1,65 + 0.318) * t\omega$$

$$A_{ag} = 0,98 \text{ cm}^2$$

Requiriendo un área total de:

$$A_{total} = A_{neta_{nec}} + A_{ag}$$

$$A_{total} = 1,84 \text{ cm}^2$$

Del manual AISC se selecciona el perfil correspondiente utilizado en la estructura.

Que es un perfil en C 3 x 5 (ver Anexo 16), cuyas características principales son:

A total= 1,76 plg² (11,35cm²)

Tw=0,258plg (0,65 cm).

r min=1,12 plg(2,84 cm)

Calculando el área real del agujero con el espesor del alma del perfil seleccionado:

$$A_{ag_{real}} = (1,65 + 0.318) * t\omega$$

$$A_{ag_{real}} = (1,65 + 0.318) * 0,65$$

$$A_{ag_{real}} = 1,27 \text{ cm}^2$$

Y el área total requerida:

$$A_{total_{req}} = A_{neta_{nec}} + A_{ag_{real}}$$

$$A_{total_{req}} = (0,86 + 1,27) \text{ cm}^2$$

$$A_{total_{req}} = 2,13 \text{ cm}^2$$

$$A_{total} \leq A_{total_{req}}$$

Según la AISC se debe cumplir que:

$$A_{neta_{real}} = 0,85 * A_{total}$$

$$A_{neta_{real}} = 9,65 \text{ cm}^2$$

$$A_{neta_{real}} \geq A_{neta_{nec}}$$

La esbeltez permisible recomendada por la AISC para miembros principales sometidos a tensión es:

$$\frac{L}{r_{min}} < 240$$

Asumiendo el valor de L igual a la altura del montante de L=200 cm, se tiene:

$$L = 200 \text{ cm}$$

$$\frac{200}{2,84} < 240$$

$$70,30 < 240 \quad \text{ok}$$

Se cumple el requerimiento de esbeltez dado por la AISC.

Para poder verificar la elongación unitaria o deformación longitudinal del miembro estructural, se aplica:

$$\varepsilon_{\max} = \frac{F}{E * A} < \frac{1}{1500}$$

E= 20580 KN/cm² (2,1x10⁶ kg/cm²)

$$\varepsilon_{\max} = \frac{F}{50839} < \frac{1}{1500}$$

Es necesario verificar la resistencia del perfil al aplastamiento provocado por la acción del pasador en los agujeros.

Para el aplastamiento simple de partes de acero en contacto en perfiles estructurales se tiene:

$$(\sigma a) = 18,6 \frac{KN}{cm^2}$$

Este esfuerzo se calcula por:

$$\sigma a = \frac{F'}{A}$$

Donde A es el área proyectada del agujero

$$A_{proyectada} = t\omega * d$$

$$A_{proyectada} = 0,65 * 1,65$$

$$A_{proyectada} = 1,07cm^2$$

Reemplazamos los valores:

$$\sigma a = \frac{F'}{A}$$

$$\sigma a = \frac{9,8}{1,07}$$

$$\sigma_a = 9,15 \frac{KN}{cm^2}$$

$$\sigma_a < (\sigma_a)$$

$$9,15 < 18,6$$

Como podemos observar el perfil seleccionado cumple con el requerimiento de resistencia de aplastamiento.

Dando como resultado un factor de aplastamiento de:

$$FS = \frac{(\sigma_a)}{\sigma_a}$$

$$FS = \frac{18,6}{9,1}$$

$$FS = 2$$

6.7.5 CAPITEL

Debido a que el cilindro será ubicado en la mitad del capitel, este soportará una carga puntual en el centro del miembro, determinando que existía flexión en el mismo.

La carga que este soportará es mínima, lo que justifica no hacer el diseño del perfil que soportara la parte central donde estará fijado el cilindro de compactación, pues se desperdiciará la mayor parte de él; se lo realiza por una mejor presentación.

Se diseñará los componentes formándolos con plancha de acero laminado a caliente A-36, su esfuerzo de fluencia es:

$$\sigma_y = 24,82 \frac{KN}{cm^2}$$

AISC para esta clase de elementos sometidos a flexión el esfuerzo recomendado es:

$$[\sigma_b] = 0,6 * \sigma_y$$

$$[\sigma_b] = 14,89 \frac{KN}{cm^2}$$

6.7.6 CARGAS QUE ACTÚAN EN EL CAPITEL

El capitel está conformado por dos planchas sujetas a los montantes por medio de pernos, y sometidas a las cargas como se indica en la figura 6.4.

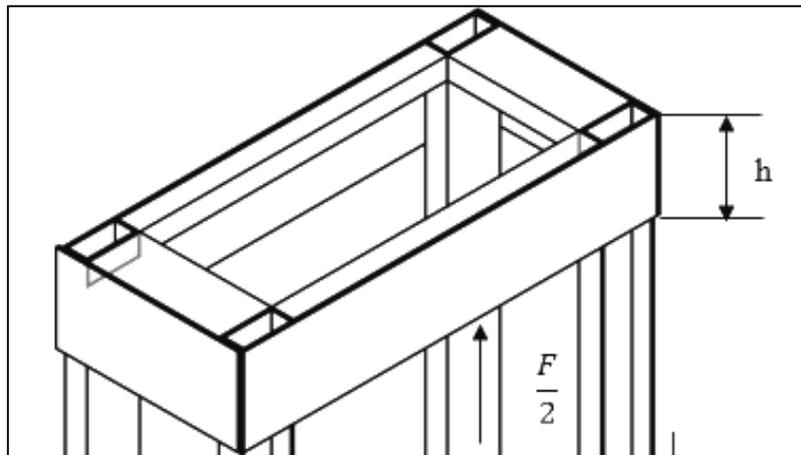


Figura 6-4 Cargas en el capitel
Autor: Darwin Chiluisa

Los pernos se dimensionan según lo siguiente:

1. El rozamiento entre la plancha y el montante, soporta la carga de cizalladura.
2. El perno actúa como pasador y soporta la carga de cizalladura.

Es conviene hacer actuar el perno como pasador, de manera que las planchas de capitel puedan considerarse como articuladas con los montantes y no se generen momentos flectores en estos últimos. Sin embargo, para mayor seguridad, se verificará ambos casos.

El cociente de rozamiento entre los elementos de la unión empernada, considerando estos con sus superficies de laminación en bruto, puede considerarse con un valor de 0,25.

El esfuerzo cortante a que está sometida la unión es:

$$F' = \frac{F}{8}$$

$$F' = 1,22\text{KN}$$

Y la fuerza de rozamiento entre las superficies de unión está dada por:

$$Fr = \mu * F_i = F'$$

Donde:

Fi= fuerza necesaria de pretensado para evitar el deslizamiento.

$$Fi = \frac{F'}{\mu}$$

$$Fi = 4,9 \text{ KN}'$$

El pretensado necesario para los pernos es de:

$$Fi = 0,9 * \sigma_p * \left(\frac{\pi * d^2}{4}\right)$$

Donde:

d: diámetro nominal del perno.

σ_p : carga de prueba.

Para un perno de grado SAE 2, (ver anexo 17) $\sigma_p = 55,1 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$ lo cual es equivalente a $5625 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, despejando de la ecuación:

$$Fi = 0,9 * \sigma_p * \left(\frac{\pi * d^2}{4}\right)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * Fi}{0,9 * \pi * \sigma_p}}$$

$$d = 0.355 \text{ cm}$$

Seleccionamos un perno de diámetro $\frac{1}{4}$ " (0,635cm) cumplimos con el requerimiento de resistencia al pretensado del perno.

El torque requerido será:

$$T = K * Fi * d$$

Donde:

K: cociente de par, para un diámetro de $\frac{1}{4}$ " UNF es de 0,20 (tabla Shigley 8.5-Anexo 18):

$$T = 0,20 * 4,9 * 0,635$$

$$T = 0,38KN * cm$$

Verificamos el perno a cizalladura:

$$\tau = \frac{F'}{A}$$

El área del núcleo del perno es 0,1735 cm²:

$$\tau = 7,061 \frac{KN}{cm^2}$$

Considerando la carga de prueba del perno como su límite de fluencia, que es ligeramente mayor al valor asumido, el valor permisible para cortadura del perno es:

$$(\tau) = 0,4 \sigma_p$$

$$(\tau) = 22,04 \frac{KN}{cm^2}$$

Se verificada la resistencia del perno al cizallamiento. Continuamos a diseñar las planchas del capitel considerando como vigas articuladas en los extremos y sometidas a una carga central F dividida en dos en vista que la carga se distribuye en los dos lados del capitel.

En la figura 6.5 se indica el momento flector de este elemento, cuyo valor máximo está dado por:

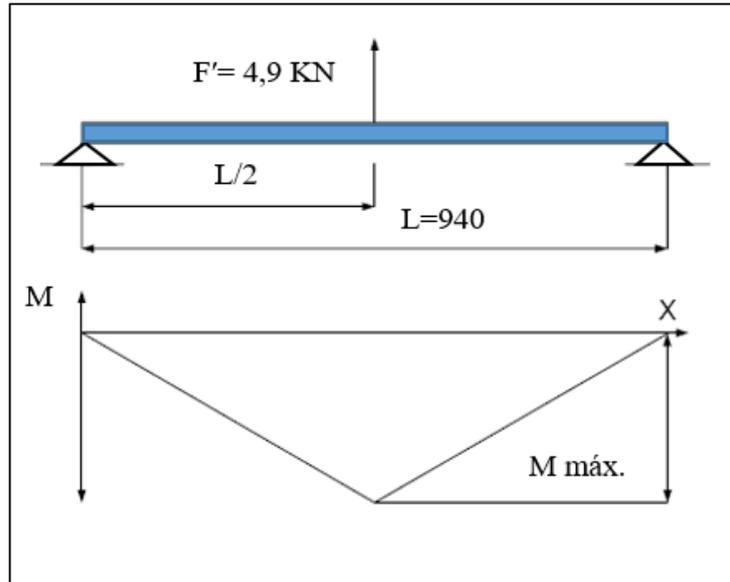


Figura 6-5 Momento flector
 Autor: Darwin Chiluisa

$$L = 94\text{cm}$$

$$F = \frac{F}{2}$$

$$M_{\max} = \frac{F * L}{4}$$

$$M_{\max} = 115,15 \text{ KN*cm}$$

Momento flector de Capitel.

La condición de fiabilidad para este miembro vienen dados por:

$$\sigma_b = \frac{M_{\max}}{S_x} \leq [\sigma_b]$$

Donde:

S_x : es el módulo de la sección del miembro.

$$S_x = \frac{M_{\max}}{\sigma_b}$$

$$S_x = \frac{115,15}{14,9}$$

$$S_x = 7,7 \text{ cm}^3$$

Con este valor, debe determinarse el espesor de la plancha t y su altura h .

El espesor de la plancha puede obtenerse de verificar el esfuerzo de aplastamiento provocado por los pernos, que está dado por la ecuación.

$$\sigma_a = \frac{F'}{A} = [\sigma_a]$$

Despejando A :

$$A \geq \frac{F'}{[\sigma_a]}$$

El área proyectada por el agujero está dada por:

$$A = t * d$$

t es:

$$t = \frac{F'}{d * [\sigma_a]}$$

El esfuerzo permisible para el aplastamiento en perfiles laminados en acero de baja aleación es:

$$\sigma_a = 24,8 \frac{KN}{cm^2} = 2530 \frac{Kg}{cm^2}$$

Reemplazando valores en:

$$t = \frac{F'}{d * [\sigma_a]}$$

Se tiene:

$$t \geq 0,13 \text{ cm}$$

Se selecciona un espesor de la plancha $t = 0,3\text{cm}$ (Anexo N° 19) que puede soportar satisfactoriamente el esfuerzo de aplastamiento, y para este valor:

$$S_x = \frac{t * h^2}{6}$$

$$h \geq \sqrt{\frac{6 * S_x}{t^2}}$$

$$h = 22.65 \text{ cm}$$

Se selecciona una altura de la plancha de 20 cm., para lo cual:

$$\text{Área} = 20 * 0,3175 = 6,35 \text{ cm}^2$$

$$I_x = \frac{1}{12} * 0,3175 * 20^2 = 211,667 \text{ cm}^4$$

$$S_x = \frac{0,3175 * 20^2}{6} = 21,167 \text{ cm}^3$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{\text{Área}}} = 5,774 \text{ cm}$$

Verificando la deflexión unitaria máxima, esta viene dada por:

$$\epsilon_{\max} = \frac{1}{48} \frac{F' * L^2}{E * I} < \frac{1}{1500}$$

$$\epsilon_{\max} = \frac{1}{608273} < \frac{1}{1500}$$

6.7.7 SOPORTE DEL CILINDRO DE COMPRESIÓN

Para el soporte donde estará ubicado el cilindro de compactación, se seleccionará el mismo perfil estructural para el soporte de la mesa de compactación.

El momento flector máximo es:

$$M_{\text{máx}} = \frac{F' * L}{4}$$

Donde:

$$F' = \frac{F}{2}$$

$$L = 94 \text{ cm}$$

$M_{\text{máx}}$:

$$M_{\text{máx}} = 85.75 \text{ KN} * \text{ cm}$$

Se selecciona un perfil tipo de L 3x3x1/4" (Ver Anexo 20), el cual tiene una S_x mayor al calculado anteriormente; teniendo los siguientes datos:

$$A=9,3 \text{ cm}^2$$

$$Y= 2,14 \text{ cm}$$

$$I_x=51,613 \text{ cm}^3$$

$$b=7,62 \text{ cm}$$

$$L=94 \text{ cm}$$

Verificando el pandeo lateral en el patín de compresión se tiene:

$$(\sigma b) = 1900 - 0,53 * \left(\frac{L^2}{b^2} \right)$$

Donde:

$$(\sigma b) = 1895 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 18,57 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

El máximo momento permisible viene dado por:

$$Mmáx_{perfil} = Sx * (\sigma b)$$

$$Mmáx_{perfil} = 175.682KN * cm$$

$$Mmáx_{perfil} > Mmáx$$

Para verificar la deflexión unitaria máxima se debe aplicar la ecuación, según la cual:

$$\epsilon_{max} = \frac{1}{48} \frac{F' * L^2}{E * I} < \frac{1}{1500}$$

$$\epsilon_{max} = \frac{1}{2124} < \frac{1}{1500}$$

6.7.8 SOPORTE DE LA MESA DE COMPACTACIÓN

Este elemento está conformado por dos perfiles en acero estructural A-36, cuyo esfuerzo máximo a flexión es:

$$\sigma b = 0,6 * \sigma y$$

$$\sigma b = 14,9 \frac{KN}{cm^2}$$

Su forma, disposición, y las cargas que soporta están indicadas en la figura

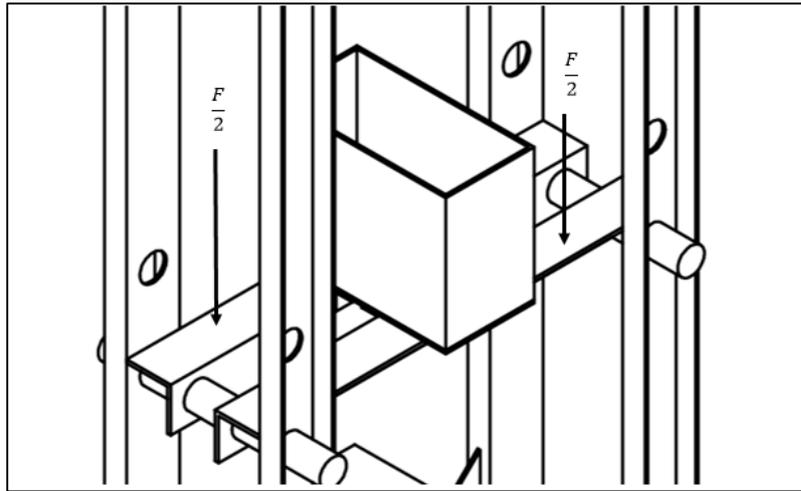


Figura 6-6 Cargas aplicada en el soporte de la mesa
 Autor: Darwin Chiluisa

Este miembro podría considerarse como viga uniformemente cargada en toda su longitud, debido al hecho que se trabajará directamente sobre el soporte, sin utilizar la mesa de compactación, la solución más confiable es considerar cada plancha como una viga simplemente apoyada en sus extremos y sometida a una carga concentrada aplicada en el centro, y cuyo diagrama de momentos se indica en la figura 6.7.

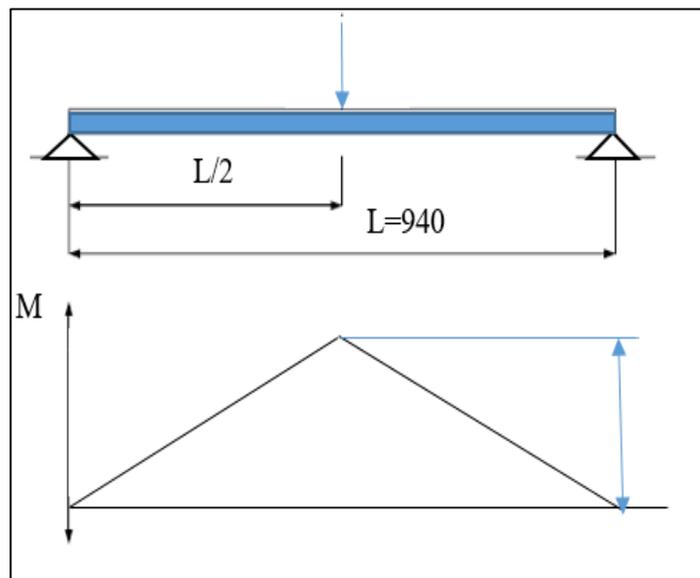


Figura 6-7 Diagrama del momento
 Autor: Darwin Chiuluisa

El momento flector máximo está dado por la ecuación:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{F' * L}{4}$$

Donde:

$$F' = \frac{F}{2}$$

L=94 cm

M máx.:

$$M_{m\acute{a}x} = 85.75KN * cm$$

El ancho de las alas del perfil, está determinado por las dimensiones de la mesa de compactación.

Mediante la siguiente ecuación obtiene el valor máximo requerido para el módulo de la sección Sx del perfil:

$$Sx = \frac{M_{m\acute{a}x}}{[\sigma b]}$$

$$Sx \geq 5,755 \text{ cm}^3$$

El perfil seleccionado es L 3x3x1/4” (Ver Anexo 20), con Sx mayor al calculado con anterioridad; teniendo los siguientes datos:

A=9.3 cm²

Y=2,14cm

Ix= 51.613 cm³

$$S_x = 9,46 \text{ cm}^4$$

$$b = 7,62 \text{ cm}$$

$$L = 94 \text{ cm}$$

Verificando el pandeo lateral en el patín de compresión se tiene:

$$(\sigma b) = 1900 - 0,53 * \left(\frac{L^2}{b^2} \right)$$

Donde:

$$(\sigma b) = 1895 \frac{Kg}{cm^2} = 18,57 \frac{KN}{cm^2}$$

El momento máximo permisible viene dado por:

$$M_{\text{máx}_{\text{perfil}}} = S_x * (\sigma b)$$

$$M_{\text{máx}_{\text{perfil}}} = 175.682 \text{KN} * \text{cm}$$

$$M_{\text{máx}_{\text{perfil}}} > M_{\text{máx}}$$

Para verificar la deflexión unitaria máxima:

$$\epsilon_{\text{max}} = \frac{1}{48} \frac{F' * L^2}{E * I} < \frac{1}{1500}$$

$$\epsilon_{\text{max}} = \frac{1}{2124} < \frac{1}{1500}$$

El esfuerzo de aplastamiento viene dado por la ecuación:

$$\sigma a = \frac{F'}{A} = [\sigma a]$$

Donde A es el área proyectada del agujero:

$$A = t * d$$

$$A = 0,635 * 1,27$$

$$A = 0,80645 \text{ cm}^2$$

Entonces:

$$\sigma a = 6,08 \frac{KN}{\text{cm}^2}$$

El esfuerzo permisible de aplastamiento en perfiles laminados en acero de baja aleación es:

$$[\sigma a] = 24,8 \frac{KN}{\text{cm}^2}$$

Valor mayor al esfuerzo aplicado.

Teniendo entonces con un factor de seguridad de:

$$F_s = \frac{[\sigma a]}{\sigma a}$$

$$F_s = 4$$

6.7.9 MESA DE COMPACTACIÓN

La mesa de compactación es una placa apoyada sobre el soporte. Es necesario realizar dos tipos de verificaciones para determinar el espesor de la plancha:

En primer lugar, hay que verificar a corte, donde la mesa se apoya en los soportes. Como se indica en la figura 6.8, la carga total F está aplicada en el centro de la mesa, y es la resultante de la carga distribuida sobre la superficie.

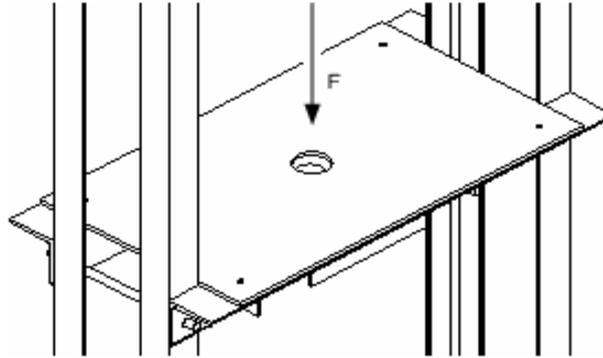


Figura 6-8 Carga sometida a la mesa de compactación
Autor: Darwin Chiluisa

El área total sometida a corte es:

$$A = 2 * (t * 60)$$

El material a utilizarse es el mismo utilizado en los dos miembros anteriormente diseñados, cuyo límite de fluencia es:

$$\sigma_y = 24.82 \frac{KN}{cm^2}$$

Y el esfuerzo admisible a cizalladura según la ecuación:

$$[\tau] = 0,4 * \sigma_y$$

$$[\tau] = 9,92 \frac{KN}{cm^2}$$

Es esfuerzo de cizalladura ocasionado por la aplicación de la carga está dado por la ecuación:

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

Para un espesor de la plancha $t = 0.635 \text{ cm}$. (1/4"):

$$A = 60 * (t_{\text{perfil}} + t_{\text{plancha}})$$

$$A = 76,2 \text{ cm}^2$$

Y

$$\tau = 0,13 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

Este valor es menor al esfuerzo admisible de la plancha seleccionada.

$$\tau < [\tau]$$

En segundo lugar, se debe verificar la resistencia del miembro a la flexión. Considerando la plancha como una viga simplemente apoyada, su diagrama de momento flector se muestra en la figura

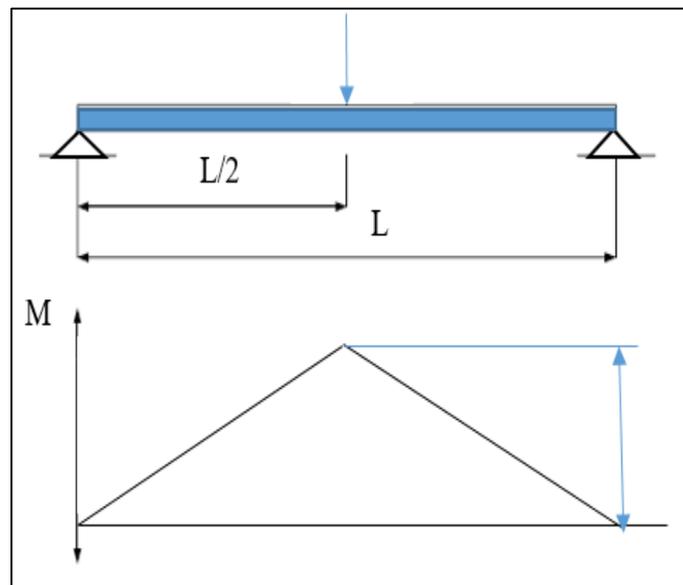


Figura 6-9 Diagrama de momento
Autor: Darwin Chiluisa

El momento flector máximo está dado por la ecuación:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{F * L}{4}$$

Donde:

F=9,8 KN

L=20 cm

$$M_{m\acute{a}x} = 49 \text{ KN} * \text{cm}$$

Y es esfuerzo de flexión existente por la carga F y la condición de fiabilidad para el miembro están dadas por las ecuaciones se obtiene el valor mínimo requerido para el módulo de la sección Sx:

$$[\sigma b] = \frac{14,9 \text{ KN}}{\text{cm}^2}$$

$$Sx = \frac{M_{m\acute{a}x}}{[\sigma b]}$$

$$Sx = 3,29 \text{ cm}^3$$

Para el espesor seleccionado de la plancha se obtiene el valor de Sx:

b=62.7cm. (Ancho del ala del perfil)

$$Sx = \frac{b * t^2}{6}$$

Por tanto, es necesario determinar un espesor mayor que cumpla con la sollicitación de flexión de la plancha. Este espesor sería:

$$t = \sqrt{\frac{6 * Sx}{b}}$$

$$t = 1,61 \text{ cm}$$

Puesto que este último valor calculado es sumamente grande, es posible aumentar la rigidez de la plancha con rigidizadores en su parte inferior, de manera que, utilizando las mismas platinas de los montantes, estos podrían quedar dispuestos, para la selección de la plancha se observa el Anexo N° 21.

Tomando como referencia el plano inferior de la sección, se localiza el centroide de la misma a una distancia Y' de dicho plano.

$$Y' = \frac{A1 * Y1 + 2 * A2 * Y2}{A1 + 2 * A2}$$

Para la placa de la mesa de compresión:

$$A1 = 0,635 * 60 = 38,1 \text{ cm}^2$$

$$I1 = \frac{1}{12} * 60 * 0,635^3 = 1,28 \text{ cm}^4$$

$$Y1 = 10,3175 \text{ cm}$$

Y para los rigidizadores:

$$A1 = 0,635 * 10 = 6,35 \text{ cm}^2$$

$$I1 = \frac{1}{12} * 0,635 * 10^3 = 52,92 \text{ cm}^4$$

$$Y2 = 5 \text{ cm}$$

Entonces:

$$Y' = 8,988 \text{ cm}$$

El momento de inercia con respecto al eje x-x viene dado por:

$$I_x = I_1 + A_1 * d_1^2 + 2 * I_2 + 2 * A_2 * d_2^2$$

Donde:

$$d_1 = Y_1 - Y'$$

$$d_2 = Y' - Y_2$$

$$d_1 = 1,329 \text{ cm}$$

$$d_2 = 3,988 \text{ cm}$$

Entonces:

$$I_x = 376,441 \text{ cm}^4$$

Además:

$$S_x = \frac{I_x}{Y'}$$

Con estas acotaciones, y para las dimensiones seleccionadas de plancha y rigidizadores:

$$S_x = 41,88 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 376,441 \text{ cm}^4$$

Verificando el esfuerzo de flexión, tomando en cuenta el valor permisible del material de la platina, está dado por:

$$\sigma_y = 24,8 \frac{KN}{cm^2}$$

$$[\sigma_b] = 0,66 * \sigma_y$$

$$[\sigma b] = 16,38 \frac{KN}{cm^2}$$

Donde se obtiene el esfuerzo de flexión en el miembro:

$$\sigma b = \frac{M_{m\acute{a}x}}{S_x}$$

$$\sigma b = 1.17 \frac{KN}{cm^2}$$

El miembro está sometido a un esfuerzo mucho menor al permisible para la plancha. Se considera como satisfactorio la resistencia de la mesa en conjunto pues el esfuerzo permisible para la plancha es mayor, además, la fuerza aplicada nunca será puntual, sino estará distribuida según la herramienta que se utilice, disminuyendo el momento flector en el miembro.

Verificando por último, la deflexión unitaria de la mesa de compactación, mediante la ecuación:

$$\varepsilon_{\max} = \frac{1}{48} \frac{F' * L^2}{E * I} < \frac{1}{1500}$$

$$\varepsilon_{\max} = \frac{1}{94876} < \frac{1}{1500}$$

6.7.10 CÁMARA DE COMPACTACIÓN

Para realizar el diseño y construcción de la cámara de compactación, se utilizará el espesor del material de la mesa de compactación. Ya que es donde se ejercerá la presión del sistema. (Anexo N° 20)

6.7.11 TOLVA DE ALIMENTACIÓN

Se debe denotar que se realizará el diseño de la tolva de alimentación, pero al principio de operación de la máquina compactadora del raspado del cuero wet blue, la carga de la materia prima se hará de forma manual, es decir de forma directa al molde la máquina. Además este diseño no forma parte de la construcción general de la máquina compactadora en vista que hay que hacer algunas adecuaciones de carácter estructural.

La tolva de alimentación debe ser dimensionada con un volumen necesario para conseguir la capacidad compactación correcta y también con el número de veces que el operario de la máquina debe cargar la tolva en un intervalo de tiempo fijo.

Está planificado que el operario de la máquina cargue la tolva con materia prima una vez cada 15 minutos.

Para cumplir con este requerimiento se necesita una tolva de aproximadamente 64000 cm³. Si este volumen fuera un cubo tendría aristas de 40 cm., pero la tolva de alimentación a medida que se acerca al molde, disminuye su sección, esto quiere decir que la boca de entrada y su altura deben ser mayores a 40 cm.

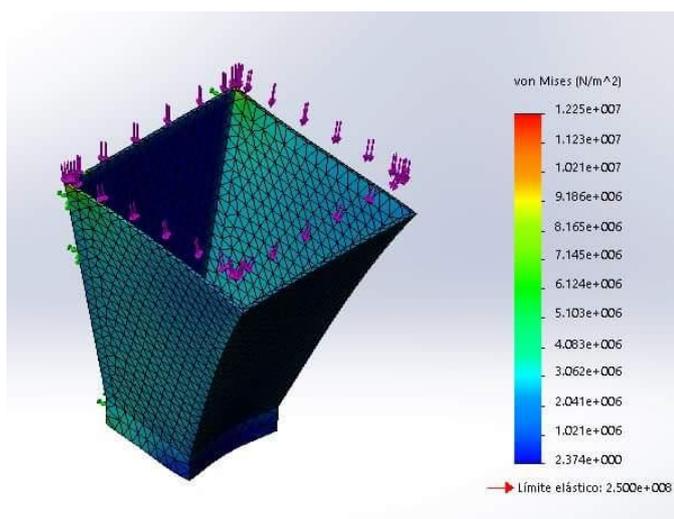


Figura 6-10 Tolva de alimentación
Autor: Darwin Chiluisa

6.8 EVALUACION DE RECURSOS

6.8.1 COSTOS DIRECTOS

Son aquellos costos que se suman al producto final. Esta también el trabajo para la manipulación y transformación de la materia prima en producto final.

Los costos directos son los siguientes rubros, que afectan directamente al producto final:

- Materiales que forman parte de la máquina (Directos)
- Servicios para la fabricación.
- Mano de obra

Tabla 6-4 Costos Directos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Motor eléctrico 2 hp, 1730 RPM	170	170
1	Acople flexible motor bomba	35	35
1	Bomba de engranajes	275	275
1	Manómetro de glicerina 2500 PSI	45	45
1	Válvula de presión regulable	95	95
2	Subplacas CETOP 3	45	90
2	Electroválvulas	200	400
4	Conectores	12	48
1	Visor de nivel de 3"	30	30
1	Filtro de succión 1/2" NPT	19	19
1	Filtro de desgasificación tipo silenciador.	12	12
8	Acoplamientos y mangueras hidráulicas.	20	160
1	Limitadores de carrera, cableado y	140	140

	pernos		
2	Cilindros hidráulicos	250	500
24	Perno de 1/4" SAE grado 3	0,25	6
8	Perno 1/2" SAE grado 3	0,5	4
8	Perno 7/16" SAE grado 3	0,3	2,4
2	Pulsador eléctrico	10	20
1	Relé	35	35
1	Pulsador eléctrico - encendido	10	10
1	Pulsador eléctrico – paro de emergencia	10	10
1	PLC SR2	340	340
2	Swicht Breaker	15	30
1	Conector eléctrico 16 input/16 output	30	30
1	Tablero eléctrico	25	25
2	Ángulos de 3x3x1/4"	30	60
2	Pasador de 1"	15	30
1	Plancha de acero A-36 350 x600x6	19	19
2	Plancha de acero A-36 100x200x60	1,2	2,4
4	Plancha de acero A-36 200x200x3	1,5	6
1	Plancha de acero A-36 1220x300x6	26	26
1	Plancha de acero A-36 800x300x6	14,5	14,5
2	Plancha de acero A-36 400x200x6	7	14
2	Plancha de acero A-36 200x200x6	3	6
		SUBTOTAL	2690,3

Autor: Darwin Chiluisa

6.8.2 COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS

Tabla 6-5 Costo de materiales indirectos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	Disco de desbaste	2,5	5
2	Sierra de corte	2,5	5
1	Broca de 1/4"	1,5	1,5
1	Broca de 1/2"	1,5	1,5
2	Sierra de corte	1,25	2,5
2	Electrodo 611	1,25	2,5
2	Electrodo 7018	1,75	3,5
1	Fondo gris	8,5	8,5
6	Diluyente laca	1,5	9
1	Pintura sintética	9	9
		SUBTOTAL	48

Autor: Darwin Chiluisa

6.8.3 COSTO DE MANO DE OBRA

Tabla 6-6 Costo de mano de obra

Descripción	Cantidad de horas	Costo unitario (USD)	Subtotal
Costo fabricación unidad hidráulica	32	3.25	104
Costo fabricación de la estructura	48	3.25	156
Costo fabricación del molde	20	3.25	65
		TOTAL	325

Autor: Darwin Chiluisa

6.8.4 GASTOS DIRECTOS ADICIONALES

Tabla 6-7 Gastos directos adicionales

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL (USD)
Energía eléctrica de diseño	20
Internet	25
Teléfono	12
Transporte	25
Alimentación	40
Material educativo	15
TOTAL	137

Autor: Darwin Chiluisa

6.8.5 GASTOS TOTALES

Tabla 6-8 Gastos totales

Costos directos e indirectos	2738,3
Costo mano de obra	325
Costos directos adicionales	137
TOTAL	3200,3

Autor: Darwin Chiluisa

6.8.6 PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS

(Pytel & Singer, 2008)

Para la construcción del sistema de compactación la empresa Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A. solicita una reingeniería, ya que se utilizará los materiales existentes en el taller, como son:

- Estructura metálica de cuatro columnas fabricada con UPN 120 (Anexo N°21). Como se puede observar en la siguiente figura.



Figura 6-11 Estructura de cuatro columnas UPN
Autor: Darwin Chiluisa

- Tanque hidráulico con sus componentes, motor eléctrico, bomba hidráulica, manómetro, válvula reductora de caudal. Figura 6.12.



Figura 6-12 Tanque hidráulico y sus componentes medidas 100x50x50
Autor: Darwin Chiluisa

La realización de la reingeniería de los materiales con los que cuenta la empresa, se utilizará los cálculos ya realizados, además de añadir los necesarios para cumplir con la construcción.

6.8.6.1 CONSTRUCCIÓN DEL MOLDE

El molde o cámara de compactación se lo realizará utilizando una plancha de $\frac{3}{4}$ " (1,905 cm). A continuación los pasos:

- Obtención de las medidas deseadas, 500mmx200mm
- Realizar el proceso de cepillado de las guías, para obtener un mejor deslizamiento a la hora de compactar el raspado de cuero wet blue.



Figura 6-13 Cepillado de guías para el molde
Autor: Darwin Chiluisa

- Cortar la plancha con las medias de las tapas que compactarán el material, 200mm x 200mm.

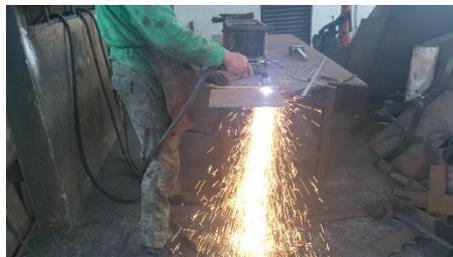


Figura 6-14 Corte de las tapas para compactar
Autor: Darwin Chiluisa

- Se realiza la suelda del conjunto del molde con electrodo E7018.



Figura 6-15 Suelda del conjunto del molde
Autor: Darwin Chiluisa

- Seguido del análisis de verificación de resistencia de la soldadura.

Verificación de resistencia

(McCormac & F.Csermac, Diseño de Estructuras de Acero , 2013)

Se obtiene el material listo para el molde y se aplica una soldadura de $\frac{1}{4}$ pulgada (t) de $\frac{3}{4}$ pulgada, se aplica el proceso de arco metálico protegido (SMAW) y electrodo E7018 que tiene una resistencia a la tensión $F_{EXX} = 70 \frac{Klb}{plg^2}$, la carga se va a aplicar paralelamente a la cara soldada en los cuatro lados.

$$R_n = F_{nw}A_{we}$$

Donde:

R_n = Resistencia a la soldadura

$F_{nw} = (0.60 F_{EXX})$ Resistencia nominal del material base

A_{we} = Garganta, longitud de soldadura.

$$\text{Resistencia a la soldadura} = \left(0,60 \times 70 \frac{Klb}{plg^2}\right) \times \left(\frac{1}{4} plg \times 0,707 \times 20\right)$$

$$= 148,47 \text{ } klb$$

Revisamos la relación de longitud a tamaño de soldadura L/w

$$\frac{L}{w} = \frac{20plg}{\frac{1}{4} plg} = 80 < 100$$

Entonces no se requiere reducción en la resistencia de la soldadura ya que $b= 1.0$

Diseño con factores de carga y resistencia (Diseño por tensión)

LRFD = 0,75

$$\phi R_n = 0,75 \times 148,47 = 111,35 \text{ klb ok}$$

Diseño por esfuerzos permisibles (Diseño por tensión permisible)

ASD $\Omega = 2,0$

$$\frac{Rn}{\Omega} = \frac{148,47}{2} = 74,235 \text{ klb ok}$$

6.8.6.2 SELECCIÓN DEL ACEITE HIDRÁULICO

Para la mayoría de las máquinas lubricadas, hay una gran cantidad de opciones al momento de seleccionar el lubricante más adecuado. Sólo porque una máquina puede operar con un producto en particular no significa que este producto sea el óptimo para dicha aplicación.

La bomba de engrane es eficiente, ya que permiten manejar mayores cantidades de contaminantes. Esta bomba de engranes funcionan presurizando el fluido entre el volumen de aire atrapado dentro de los dientes de un par de engranes y la pared interior del alojamiento de los engranes, para luego expulsar el fluido.

Por las características del trabajo que van a ser moderadas se va a usar un aceite ISO 32 que es un aceite hidráulico con las siguientes características:

(Anexo N° 23)

Densidad a 15°C	875 <i>kgm3</i> '
Viscosidad a 40°C	32 <i>cSt</i>
Índice de viscosidad	102
Punto de Inflamación	227°C

6.8.6.3 TANQUE HIDRÁULICO

Para realizar la reingeniería del tanque con el que cuenta la empresa se tiene ya calculado el volumen de aceite hidráulico a utilizar que es de 9 litros, por esta razón el volumen necesario será de 27 litros, mediante catálogo seleccionamos las medidas con las que debe contar el tanque (anexo N° 14).

Se realiza el corte del tanque a las medidas obtenidas por catálogo.



Figura 6-16 Tanque Hidráulico
Autor: Darwin Chiluisa

BIBLIOGRAFÍA

- Anda, I. S. (2011). NEUMÁTICA Y OLEOHIDRÁULICA (IM-07-E04). AMBATO.
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. (2008). En R. G. Budynas, & J. K. Nisbett, Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (octava ed.). McGRANW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES,S.A. DE C,V.
- FESTO. (s.f.). Apuntes de neumática FESTO. Obtenido de http://www.dte.us.es/tec_ind/electron/ai/descarga/Apuntes%20De%20Neumatica%20FESTO.pdf
- FluidpowerZone.com. (s.f.). Hidráulica 3.0 Básica.
- hidrapri. (s.f.). Obtenido de www.juntadeandalucia.es/averroes/~23005153/d.../pdf/hidrapri.pdf
- IEM-CHN. (29 de AGOSTO de 2013). Ventajas y Desventajas de los sistemas hidráulicos y neumáticos. Recuperado el 31 de enero de 2016, de <http://iem-chn: http://iem-chn.blogspot.com/2013/08/14-ventajas-y-desventajas-de-los.html>
- junta de andalucia.es. (s.f.). Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~23005153/d_tecnologia/LIBRO/pdf/hidrapri.pdf
- Laura Barreto, C. B. (2010 - 2011). Aprovechamiento energético de residuos sólidos de curtiembre. Obtenido de <http://aiquruguay.org/>

- McCormac, J. C. (1999). Diseño de Estructura Metálicas . México: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A.
- McCormac, J. C., & F.Csermac, S. (2013). Diseño de Estructuras de Acero . México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Ministerio de Industrias y Productividad . (5 de abril de 2013). Obtenido de Sector curtiembre creció un 8,6% entre 2011 y 2012: <http://www.industrias.gob.ec>
- Mott, R. L. (2006). Diseño de Elementos de Máquinas. México.
- Mott, R. L. (2006). Mecánica de Fluidos. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Norton, R. L. (2009). Diseño de Maquinaria. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A DE C.V.
- Pytel, A., & Singer, F. L. (2008). Resistencia de materiales . México: Alfaomega, Grupo editor S.A.
- Ravell, F. R. (1999). Oleohidráulica básica. México: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A.
- Rodríguez, F. D. (2011). Diseño de elementos de máquinas. Obtenido de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m1/disenio_elementos%20de%20maquinas.pdf
- SISTEMAS HIDRÁULICOS DE TRANSMICIÓN DE POTENCIA. (s.f.). Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html#seccion24>
- Solé, A. C.(2011). Neumatica e hidraulica. México DF: Alfaomega grupo editor.
- Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Elianssen, R. (1982). Desechos Sólidos Principios de Ingeniería y Administración. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/acrobat/desecho2.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 01

PORCENTAJE DE HUMEDAD



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@hotmail.com

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:15-227						R01-5.10 06
Solicitud N°: 15-227						Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 23 septiembre 2015			Fecha de ejecución de ensayos: 24 septiembre 2015			
Información del cliente:						
Empresa:			C.I./RUC: 0502678980			
Representante: Darwin Augusto Chiluisa Sunta			TIE: 2729876			
Dirección: Salcedo			Celular:			
Ciudad: Salcedo			E mail: dac.26i@hotmail.com			
Descripción de las muestras:						
Producto: Raspado de cueros			Peso: 100g			
Marca comercial: n/a			Tipo de envase: vidrio			
Lote: n/a			No de muestras: una			
F. Elb.: n/a			F. Exp.: n/a			
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:			Almac. en Lab: 7 días			
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:			Muestreo por el cliente: 23 septiembre 2015			
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Raspado de cueros	22715560	Ninguno	Humedad	PE02-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 925.10	%	56.3
Conds. Ambientales: 19.2 °C; 51%HR						
			 DIRECTOR DE CALIDAD Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						GR

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@hotmail.com

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:15-267

R01-5.10 06

Solicitud N°: 15-267	Pág: 1 de 1
Fecha recepción: 22 octubre 2015	Fecha de ejecución de ensayos: 22-23 octubre 2015

Información del cliente:

Empresa:	C.I./RUC: 0502678980
Representante: Darwin Augusto Chiluisa Sunta	Tif: 0996598114
Dirección: Salcedo	Email: dac.26i@hotmail.com
Ciudad: Salcedo	

Descripción de las muestras:

Producto: Raspado de cueros	Peso: 280g
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda plástica
Lote: n/a	No de muestras: Seis
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a
Conservación: Ambiente: Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 7 días
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 22 octubre 2015

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Raspado de cueros	26715706	63	*Humedad	INEN 565	%	57.0
Raspado de cueros	26715707	103	*Humedad	INEN 565	%	56.6
Raspado de cueros	26715708	153	*Humedad	INEN 565	%	55.6
Raspado de cueros	26715709	203	*Humedad	INEN 565	%	54.4
Raspado de cueros	26715710	253	*Humedad	INEN 565	%	54.0
Raspado de cueros	26715711	303	*Humedad	INEN 565	%	54.7

Conds. Ambientales: 18.6 °C; 48%HR

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: No

GR

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

ANEXO N°02

ANÁLISIS DE CENIZAS



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Rio Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@uta.edu.ec

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:15-302							R01-5.10 06
Solicitud N°: 15-302						Pág.: 1 de 1	
Fecha recepción: 05 noviembre 2015				Fecha de ejecución de ensayos: 09 noviembre 2015			
Información del cliente:							
Empresa:				C.I./RUC: 0502678980			
Representante: Darwin Augusto Chiluisa Sunta				Tif: 0996598114			
Dirección: Salcedo				Email: dac.26i@hotmail.com			
Ciudad: Salcedo							
Descripción de las muestras:							
Producto: Raspado de cuero				Peso: 300g			
Marca comercial: n/a				Tipo de envase: funda plástica			
Lote: n/a				No de muestras: Una			
F. Elb.: n/a				F. Exp.: n/a			
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:				Almac. en Lab: 7 días			
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:				Muestreo por el cliente: 05 noviembre 2015			
RESULTADOS OBTENIDOS							
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados	
Raspado de cuero	30215936	503	*Cenizas	PE01-5.4-FQ -AOAC Ed/19, 2012 923.03	%	7.17	
Conds. Ambientales: 19.6 °C; 50%HR							
				Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: No							GR

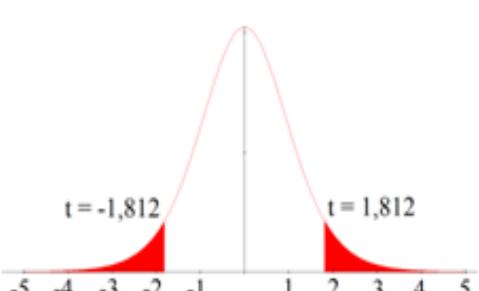
Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

ANEXO N° 03

TABLA DE “T” STUDENT

TABLA N° 4
DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT

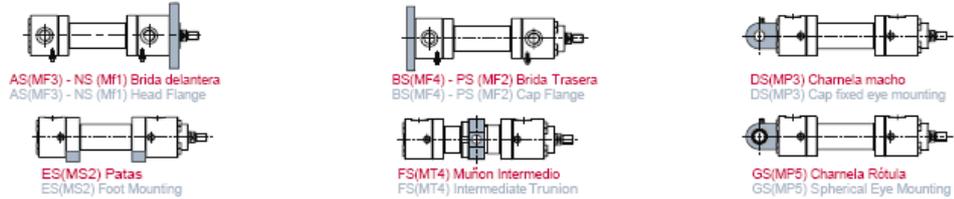


Ejemplos:
Para $n-1 = 10$ grados de libertad
 $P(t > 1,812) = 0,05$
 $P(t < -1,812) = 0,05$

α n-1	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,0000	1,3764	1,9626	3,0777	6,3138	12,7062	31,8205	63,6567	636,6192
2	0,8165	1,0607	1,3862	1,8856	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248	31,5991
3	0,7649	0,9785	1,2498	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409	12,9240
4	0,7407	0,9410	1,1896	1,5332	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041	8,6103
5	0,7267	0,9195	1,1558	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321	6,8688
6	0,7176	0,9057	1,1342	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	5,9588
7	0,7111	0,8960	1,1192	1,4149	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995	5,4079
8	0,7064	0,8889	1,1081	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554	5,0413
9	0,7027	0,8834	1,0997	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	4,7809
10	0,6998	0,8791	1,0931	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	4,5869
11	0,6974	0,8755	1,0877	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058	4,4370

ANEXO N°04

ISO 6020/1 -160 BAR



• CARACTERISTICAS •												
Norma	ISO-6020/1											
Tipo de construcción	Fijaciones sin soldadura											
Presión mínima	15 bars											
Presión nominal	160 bars											
Presión de prueba	240 bars											
Posición de montaje	s/pedido											
Temperatura ambiente	-20°C + 80°C con juntas tipo M											
Temperatura de fluido	-20°C + 80°C con juntas tipo M											
Fluido	Aceite mineral CETOP RP 91-H											
Viscosidad	12... 90m.m./s											
Filtración	Grado de filtración según NAS 1638											
Tipo de estanqueidad	Ver código para pedido											
Camisa-Pistón(m/m)	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320
Vástago	14/18	18/22	22/28	28/36	36/45	45/56	56/70	70/90	90/110	110/140	140/180	180/220
Velocidad max. (m/s) tipo M	0,5			0,4								
Velocidad max. (m/s) tipo T	1											
Tolerancia de carrera	ISO 8135											
Long. Amortiguación Delantera	16	18	27	26	26	34	34	34	38	52	-	-
Long. Amortiguación Trasera	20	22	32	30	30	37	37	37	40	54	-	-

• SPECIFICATIONS •												
Norm	ISO-6020/1											
Sort of construction	Mounting without welding											
Minimal Pressure	15 bars											
Nominal Pressure	160 bars											
Test Pressure	240 bars											
Assembly position	As desired											
Ambient Temperature	-20°C + 80°C with together typeM											
Fluid Temperature	-20°C + 80°C with together type M											
Fluid	Mineral Oil CET OP RP 91-H											
Viscosity	12...90m.m./s											
Filtration	Oil contamination NAS 1638											
Sort of seals	Ver código para pedido											
Shirt-Piston(m/m)	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320
Scion	14/18	18/22	22/28	28/36	36/45	45/56	56/70	70/90	90/110	110/140	140/180	180/220
Speed max. (m/s)type M	0,5			0,4								
Speed max. (m/s) type T	1											
Stroke tolerance	ISO 8135											
Cushioning lenght front	16	18	27	26	26	34	34	34	38	52	-	-
Cushioning lenght rear	20	22	32	30	30	37	37	37	40	54	-	-

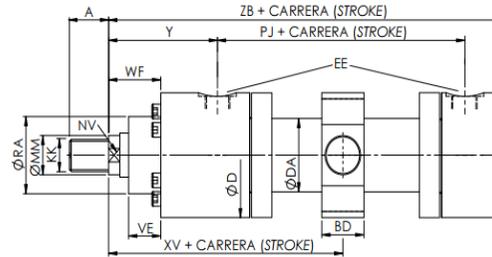
ANEXO N° 05

TABLA DE SELECCIÓN

Piston	Vástago	AREAS			Empuje Min	Empuje Max	Fuerza Diferencial	Fuerza Tracción	Caudal Salida	Caudal Diferencial	Caudal Entrada
Bore	Rod				Push Min	Push Max	Force Regen.	Force Pull	Flow Out	Flow Regen.	Flow In
Δ PISTÓN	Δ VTGO	S ₁	S ₂	S ₃	F ₁ (MIN)	F ₁ (MAX)	F ₂	F ₃	Q ₁	Q ₂	Q ₃
mm	mm	cm ²	cm ²	cm ²	kN	kN	kN	kN	l/min	l/min	l/min
25	14	4,91	1,54	3,37	0,74	7,85	2,46	5,39	2,9	0,92	2,0
	18		2,54	2,36			4,07	3,78		1,53	1,4
32	18	8,04	2,54	5,50	1,21	12,86144	4,07	8,79	4,8	1,53	3,3
	22		3,80	4,24			6,08	6,78		2,28	2,5
40	22	12,56	3,80	8,76	1,88	20,096	6,08	14,02	7,5	2,28	5,3
	28		6,15	6,41			9,85	10,25		3,69	3,8
50	28	19,63	6,15	13,47	2,94	31,4	9,85	21,55	11,8	3,69	8,1
	36		10,17	9,45			16,28	15,12		6,10	5,7
63	36	31,16	10,17	20,98	4,67	49,85064	16,28	33,57	18,7	6,10	12,6
	45		15,90	15,26			25,43	24,42		9,54	9,2
80	45	50,24	15,90	34,34	7,54	80,384	25,43	54,95	30,1	9,54	20,6
	56		24,62	25,62			39,39	41,00		14,77	15,4
100	56	78,50	24,62	53,88	11,78	125,6	39,39	86,21	47,1	14,77	32,3
	70		38,47	40,04			61,54	64,06		23,08	24,0
125	70	122,66	38,47	84,19	18,40	196,25	61,54	134,71	73,6	23,08	50,5
	90		63,59	59,07			101,74	94,51		38,15	35,4
160	90	200,96	63,59	137,38	30,14	321,536	101,74	219,80	120,6	38,15	82,4
	110		94,99	105,98			151,98	169,56		56,99	63,6
200	110	314,00	94,99	219,02	47,10	502,4	151,98	350,42	188,4	56,99	131,4
	140		153,86	160,14			246,18	256,22		92,32	96,1
250	140	490,63	153,86	336,77	73,59	785	246,18	538,82	294,4	92,32	202,1
	180		254,34	236,29			406,94	378,06		152,60	141,8
320	180	803,84	254,34	549,50	120,58	1286,144	406,94	879,20	482,3	152,60	329,7
	220		379,94	423,90			607,90	678,24		227,96	254,3

ANEXO N° 06

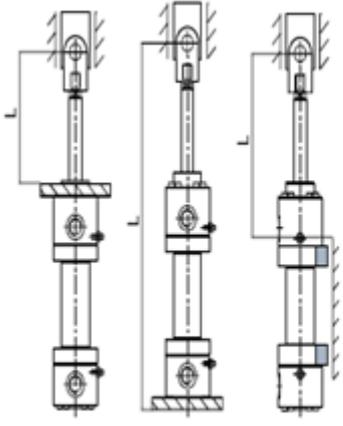
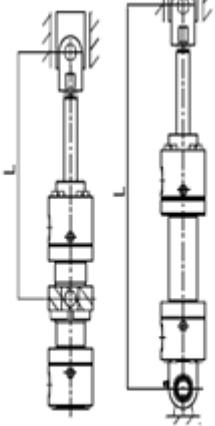
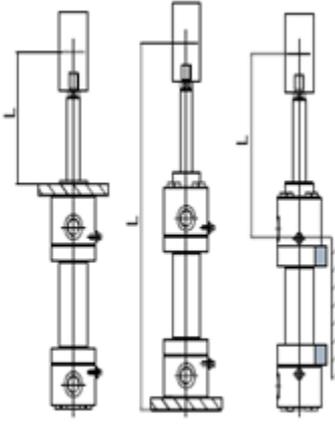
TABLA DE VALORES PARA SELECCIONAR ZB Y XV



AL Ø	MM Ø	KK	A	NV	D	DA	EE	PJ	WF	Y	ZB	XV (min.)	XV max. (+carrera +stroke)	BD	TD f8	TL js16	TM h13	UM	r	VE	RA f8
25	14	M12x1,25	16	12	56	35	G 1/4"	77	28	58	155	107	75	20	12	10	63	83	1	15	32
32	18	M14x1,5	18	15	67	42	G 3/8"	89	32	64	176	120	85	25	16	12	75	99	1	19	40
	22	M16x1,5	22	17																	
40	22	M16x1,5	22	17	78	55	G 1/2"	97	32	71	198	135	90	30	20	16	90	122	1,5	19	50
	28	M20x1,5	28	22																	
50	28	M20x1,5	28	22	95	65	G 1/2"	111	38	72	213	145	100	35	25	20	105	145	1,5	24	60
	36	M27x2	36	28																	
63	36	M27x2	36	28	116	78	G 3/4"	117	45	82	234	165	107	45	32	25	120	170	2	29	70
	45	M33x2	45	36																	
80	45	M33x2	45	36	130	100	G 3/4"	134	54	91	260	180	125	50	40	32	135	199	2,5	36	85
	56	M42x2	56	46																	
100	56	M42x2	56	46	158	120	G 1"	162	57	108	310	215	150	60	50	40	160	240	2,5	37	106
	70	M48x2	63	60																	
125	70	M48x2	63	60	192	150	G 1"	174	60	121	335	240	160	75	63	50	195	295	3	37	132
	90	M64x3	85	75																	
160	90	M64x3	85	75	232	190	G 1-1/4"	191	66	143	380	280	177	90	80	63	240	366	3	41	160
	110	M80x3	95	90																	
200	110	M80x3	95	90	285	230	G 1-1/4"	224	75	190	474	350	235	110	100	80	295	455	3,5	45	200
	140	M100x3	112	120																	
250	140	M100x3	112	120	365	298	G 1-1/2"	290	96	205	580	395	297	135	125	100	370	570	3,5	64	250
	180	M125x4	125	160																	
320	180	M125x4	125	160	450	368	G 1-1/2"	358	108	250	696	495	361	175	160	125	470	720	3,5	71	320
	220	M160x4	160	200																	

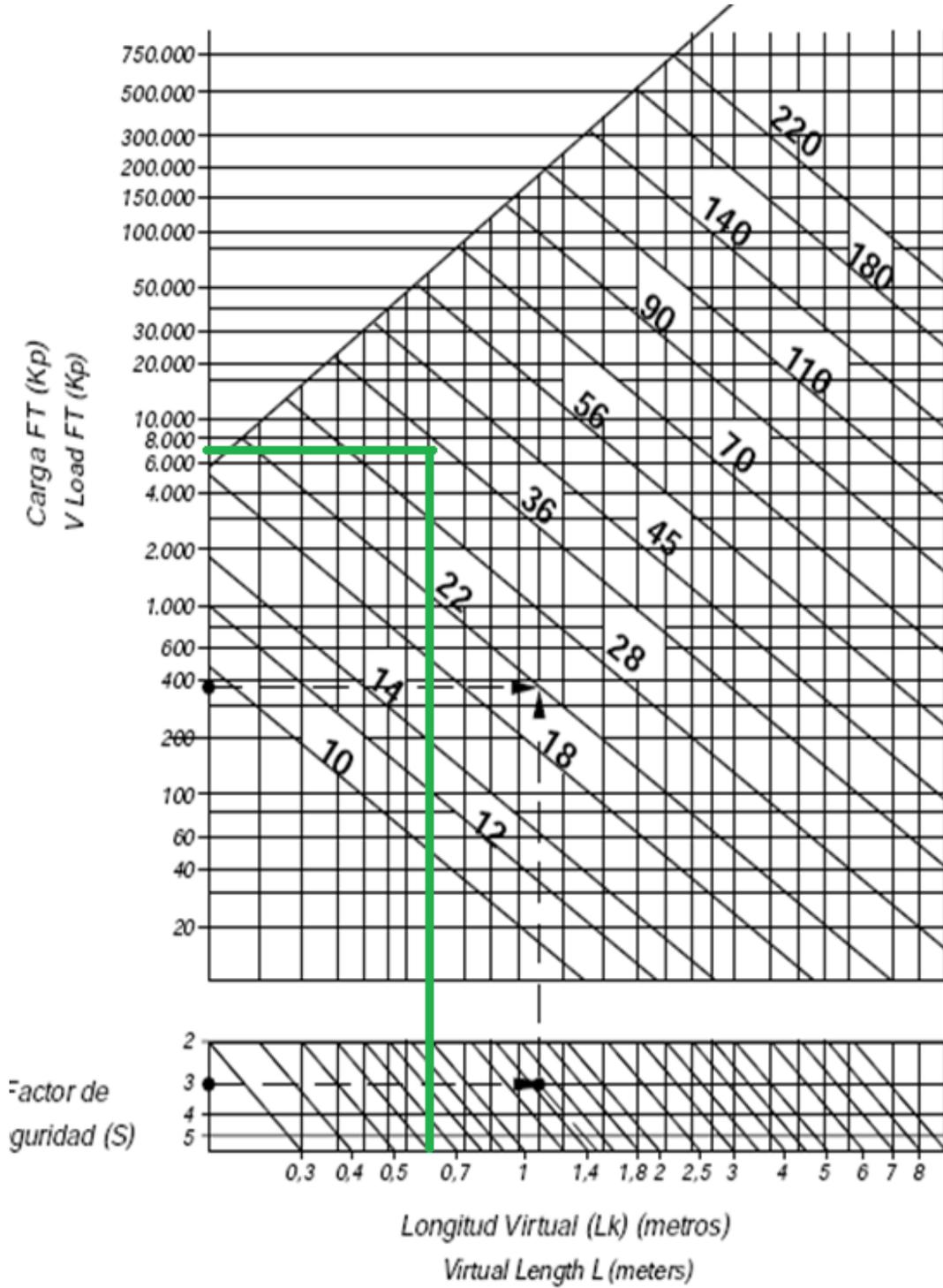
ANEXO N° 07

TABLA DE SELECCIÓN DE LK PARA CALCULAR EL PANDEO

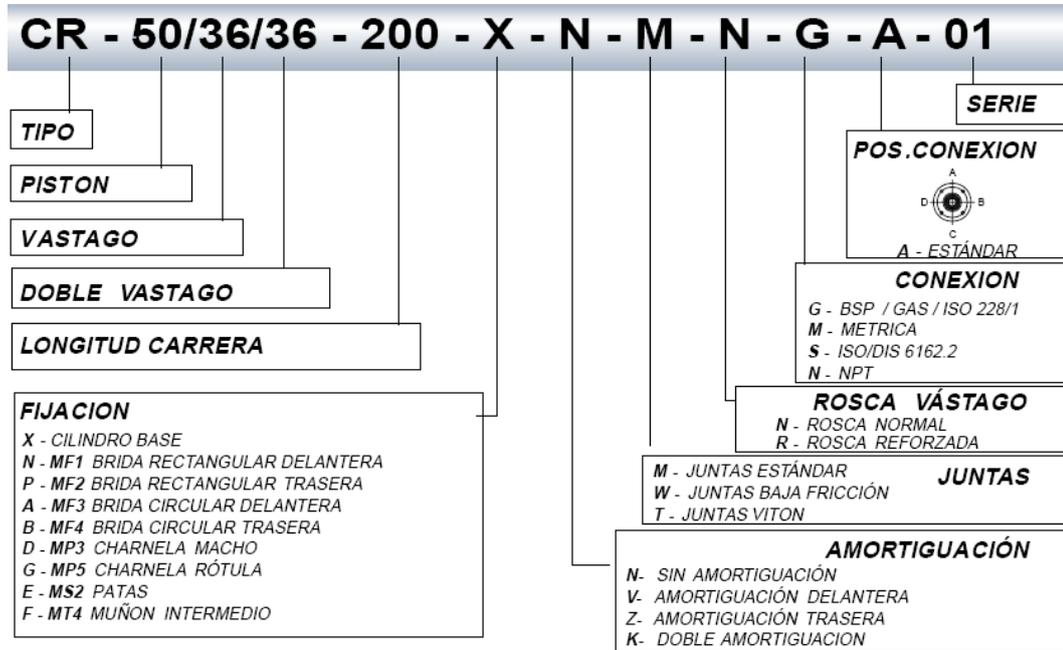
		
$L_k=0.7L$	$L_k=L$	$L_k=2L$

ANEXO N°08

DIAGRAMA PARA LA SELECCIÓN DEL DIAMETRO DEL VÁSTAGO

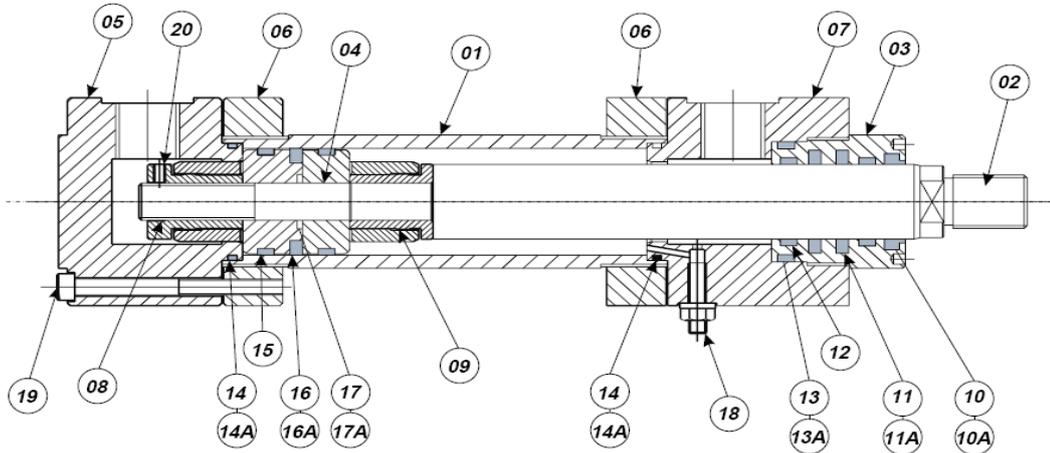


ANEXO N° 09
 DESIGNACIÓN DEL CILINDRO



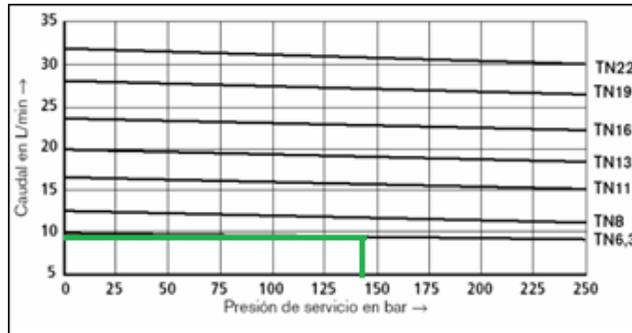
ANEXO N°10

COMPONENTES DEL CILINDRO



DESCRIPCIÓN		DESCRIPTION	
01	Camisa	01	Cylinder housing
02	Vástago	02	Rod
03	Guía vástago	03	Rod guiderings
04	Pistón	04	Piston
05	Cabezal Trasero	05	Rear cylinder head
06	Brida	06	Flange
07	Cabezal delantero	07	Forward cylinder head
08	Amortiguación Trasera	08	Rear cushioning
09	Amortiguación Delantera	09	Forward cushioning
10	Rascador ISO 6195 C - Tipo M-T	10	Wiper ISO 6195 C - Type M-T
10A	Rascador Vitón ISO 6195 C - Tipo V	10A	Wiper Viton ISO 6195 C - Type V
11	J. Vástago ISO 7425/2 - Tipo M-T	11	Rod Seal ISO 7425/2 - Type M-T
11A	J. Vástago Vitón ISO 7425/2 - Tipo V	11A	Rod Seal Viton ISO 7425/2 - Type V
12	Guía PTFE ISO 10766	12	Guide PTFE ISO 10766
13	Tórica Guía + Aro de Apoyo - Tipo M-T	13	O-ring Seal + Supportring - Type M-T
13A	Tórica Guía + Aro de Apoyo Vitón - Tipo V	13A	O-ring Seal + Supportring - Viton - TypeV
14	Junta Tórica - Tipo M-T	14	O-ring Seal - Type M-T
14A	Junta Tórica Vitón - Tipo V	14A	O-ring Seal Viton - Type V
15	Guía PTFE ISO 10766	15	Guide PTFE ISO 10766
16	Junta Pistón ISO 7425/1 - Tipo M-T	16	Piston Seal ISO 7425/1 - Type M-T
16A	Junta Pistón Vitón ISO 7425/1 - Tipo V	16A	Piston Seal Viton ISO 7425/1 - Type V
17	Junta Tórica Pistón - Tipo M-T	17	O-ring Seal - Type M-T
17A	Junta Tórica Pistón Vitón - Tipo V	17A	O-ring Seal Viton - Type V
18	Regulador Amortiguación	18	Cushion adjustment screw
19	Tornillo DIN 912	19	Spring washer DIN 912
20	Prisionero DIN 913	20	Screw stop pin DIN 913

ANEXO N°11
SELECCIÓN DE LA BOMBA

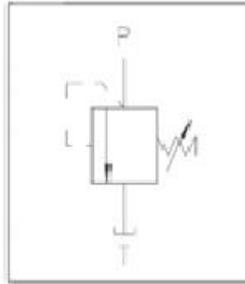


Tamaño constructivo			TC2						
Tamaño nominal	TN		6,3	8	11	13	16	19	22
Masa ⁴⁾	<i>m</i>	kg	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1
Rango de revoluciones ¹⁾	<i>n</i> _{min}	min ⁻¹	600						600
	<i>n</i> _{máx}	min ⁻¹	3600						3000
Cilindrada	<i>V</i>	cm ³	6,5	8,2	11	13,3	16	18,9	22
Caudal ²⁾	<i>q_v</i>	L/min	9,4	11,9	16	19,3	23,2	27,4	31,9
Presión de servicio, absoluta			0,6 hasta 3						
- Entrada	<i>p</i>	bar	0,6 hasta 3						
- Salida, continua	<i>p</i> _{máx}	bar	210	210	210	210	210	210	180
- Salida, intermitente ³⁾	<i>p</i> _{máx}	bar	250	250	250	250	250	250	210
Potencia de accionamiento min. requerida para $\Delta p = 0$ bar		kW	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,1	1,1

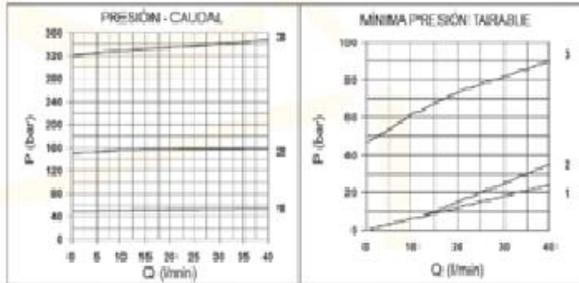
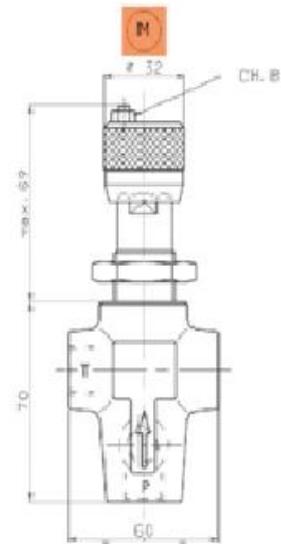
ANEXO N°12

SELECCIÓN DEL LIMITADOR DE CAUDAL

Presión max.	320 bar
Campos de regulación	Muelle 1 max. 30 bar
	Muelle 2 max. 50 bar
	Muelle 3 max. 150 bar
	Muelle 4 max. 320 bar
Caudal max.	40 l/min
Fluido hidráulico	Acido Mineral DIN 51524
Viscosidad fluido	10l + 500 mm ² /s
Temperatura fluido	-25°C + 75°C
Temperatura ambiente	-25°C + 60°C
Nivel de contaminación max. classe 10 secondo NAS 1638 con filtro $\beta_{10} > 75$	
Peso	0,8 Kg
* La presión mínima de lavado estarian en función del muelle, ver tablas abajo.	



VMP.10 VÁLVULA DE MÁXIMA PRESIÓN



ANEXO N°13

SELECCIÓN DE MANGUERA FLEXIBLE

NOMOGRAFO DE FLUJO

La tabla que sigue ha sido diseñada y se suministra como una ayuda para la determinación de la manguera correcta en cuanto al tamaño.

Ejemplo:

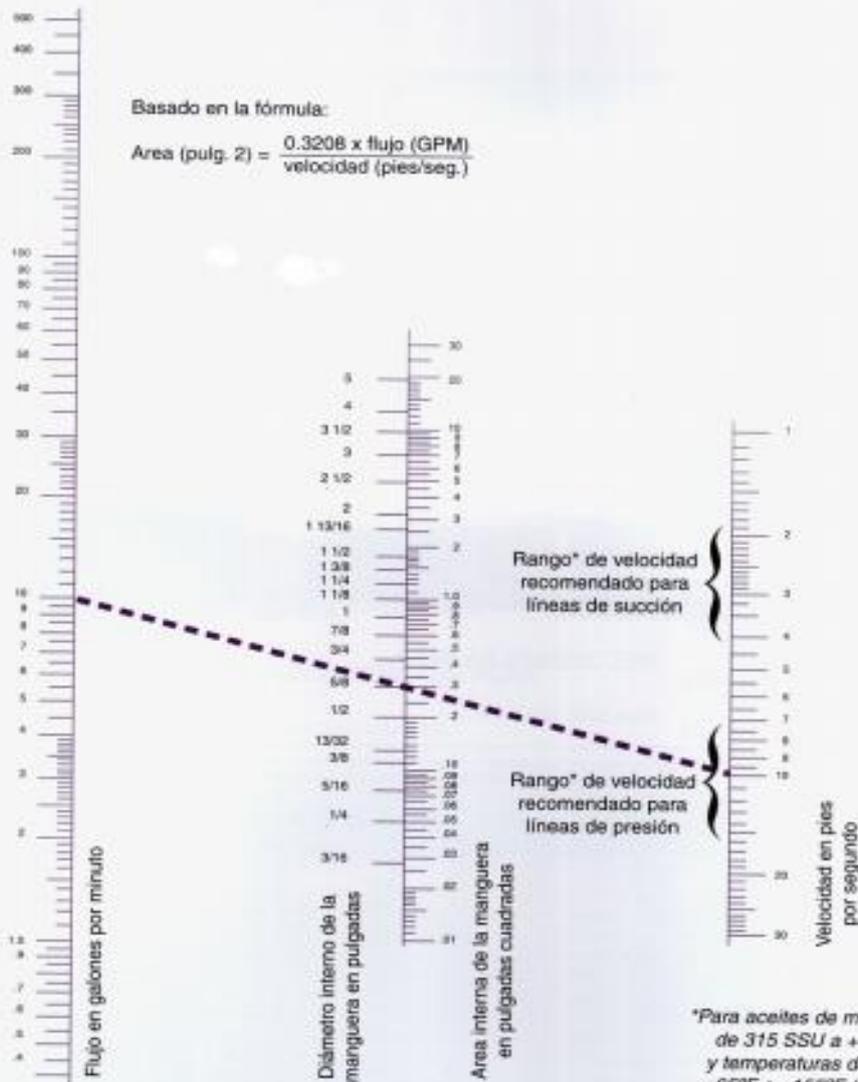
A 10 galones por minuto, ¿cuál es la medida de manguera apropiada dentro del rango de velocidad recomendado para líneas de presión?

Solución:

Ubicar 10 galones por minuto en la columna izquierda y 10 pies por segundo en la derecha (centro del rango de velocidad recomendado para líneas de presión).

Apoyar una regla de trazar a través de esos dos puntos. El diámetro interno requerido para proporcionar la velocidad deseada, es el diámetro interno real

indicado en la columna central, o el que sea más cercano a la regla. Para el caso de las mangueras de succión seguir el mismo procedimiento utilizando el rango de velocidad recomendado para líneas de toma en la columna de la derecha.





MANGUERA SAE 100 R1/A

CONSTRUCCION

Tubo interno
Caucho sintético negro sin costura, resistente al aceite.

Refuerzo
Una trenza de alambre de acero de gran resistencia.

Cubierta
Caucho sintético negro resistente a la abrasión, agentes atmosféricos (ozono) y al contacto con grasas y aceites derivados del petróleo.

RECOMENDADA PARA

Circuitos de media presión de aceite hidráulico e hidrocarburos con contenido de hasta un 30% de aromáticos.

Cumple con o excede las reglamentaciones de SAE J517/99.

LIMITES DE TEMPERATURA

-40°C a +100°C con picos de hasta +120°C.

Size	Diámetro interior nominal		Diámetro interior mm		Diámetro exterior mm		Diámetro sobre trenza mm		Presión bar		Presión psi		Radio mínimo de curvatura mm	Peso kg/m
	mm	puig.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	Trabajo máx.	Rotura mín.	Trabajo máx.	Rotura mín.		
3	4,8	3/16	4,6	5,4	11,9	13,5	8,9	10,1	207	826	3.000	12.000	89	0,220
4	6,4	1/4	6,2	7,0	15,1	16,7	10,6	11,7	190	759	2.750	11.000	102	0,310
5	7,9	5/16	7,7	8,5	16,7	18,3	12,1	13,3	173	690	2.500	10.000	114	0,380
6	9,5	3/8	9,3	10,1	19,0	20,6	14,5	15,7	155	621	2.250	9.000	127	0,450
6,5	10,3	13/32	9,9	11,1	19,8	21,4	15,3	16,4	155	621	2.250	9.000	140	0,480
8	12,7	1/2	12,3	13,5	22,2	23,8	17,5	19,0	138	552	2.000	8.000	178	0,550
10	15,9	5/8	15,5	16,7	25,4	27,0	20,6	22,2	104	414	1.500	6.000	203	0,630
12	19,0	3/4	18,6	19,8	29,4	31,0	24,6	26,2	86	345	1.250	5.000	241	0,770
14	22,2	7/8	21,8	23,0	32,5	34,1	27,8	29,4	78	311	1.125	4.500	279	0,880
16	25,4	1	25,0	26,4	36,9	38,5	30,5	34,1	69	276	1.000	4.000	305	1,060
20	31,8	1 1/4	31,4	33,0	44,4	47,6	39,3	41,7	43	173	625	2.500	419	1,450
24	38,1	1 1/2	37,7	39,3	50,8	54,0	45,6	48,0	35	138	500	2.000	508	1,800
32	50,8	2	50,4	52,0	65,1	68,3	58,7	61,9	26	104	375	1.500	635	2,700



MANGUERA SAE 100 R1/AT

CONSTRUCCION

Idem SAE 100 R1/A

RECOMENDADA PARA

Idem SAE 100 R1/A

LIMITES DE TEMPERATURA

Idem SAE 100 R1/A

Size	Diámetro interior nominal		Diámetro interior mm		Diámetro exterior mm		Diámetro sobre trenza mm		Presión bar		Presión psi		Radio mínimo de curvatura mm	Peso kg/m
	mm	puig.	min.	máx.	máx.	min.	máx.	Trabajo máx.	Rotura mín.	Trabajo máx.	Rotura mín.			
3	4,8	3/16	4,6	5,4	12,5	8,9	10,1	207	826	3.000	12.000	89	0,200	
4	6,4	1/4	6,2	7,0	14,1	10,6	11,7	190	759	2.750	11.000	102	0,250	
5	7,9	5/16	7,7	8,5	15,7	12,1	13,3	173	690	2.500	10.000	114	0,310	
6	9,5	3/8	9,3	10,1	18,1	14,5	15,7	155	621	2.250	9.000	127	0,360	
6,5	10,3	13/32	9,9	11,1	19,9	15,3	16,4	155	621	2.250	9.000	140	0,410	
8	12,7	1/2	12,3	13,5	21,5	17,5	19,0	138	552	2.000	8.000	178	0,450	
10	15,9	5/8	15,5	16,7	24,7	20,6	22,2	104	414	1.500	6.000	203	0,520	
12	19,0	3/4	18,6	19,8	28,6	24,6	26,2	86	345	1.250	5.000	241	0,650	
14	22,2	7/8	21,8	23,0	31,8	27,8	29,4	78	311	1.125	4.500	279	0,770	
16	25,4	1	25,0	26,4	36,6	32,5	34,1	69	276	1.000	4.000	305	0,910	
20	31,8	1 1/4	31,4	33,0	44,8	39,3	41,7	43	173	625	2.500	419	1,300	
24	38,1	1 1/2	37,7	39,3	52,0	45,6	48,0	35	138	500	2.000	508	1,700	
32	50,8	2	50,4	52,0	65,9	58,7	61,9	26	104	375	1.500	635	2,500	

ANEXO N° 14

SELECCIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL DEPOSITO DE ACEITE HIDRÁULICO

90__10

depos. tank

Depósitos de Aceite Oil Tank

30 / 60 L

Montaje Lateral
Side Mount

Descripción Description

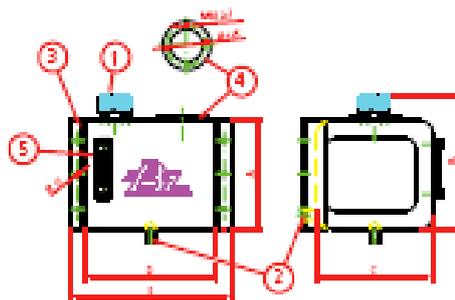


Depósito de montaje lateral con brida para filtro y nivel de aceite. Acabado en chapa de acero pintada. Filtro de aceite: Opcional.

Oil tank for side mounting with filter flange and level indicator. Finished in painted steel. Oil filter: Optional.

Datos Principales Main Data

Capacidad Capacity (L)		30 L	60 L
Código Part Number		902910	903610
Peso Weight (Kg)		12	20
Dimensiones Dimensions	A	290	320
	B	350	380
	C	315	380
	D	350	580
	E	440	710



Opcional
Filtro de Aceite
Oil filter optional
Cod. 901510

Notas Notes

1	Tapón de vaporizador	1	Oil vent plug
2	Rosca de aspiración 1" (30L) Gas, 1 1/4" x2 (60L) Gas	2	Suction pipe 1" (30L) BSP, 1 1/4" x2 (60L) BSP
3	Encaje de fijación	3	Support
4	Brida para filtro	4	Filter flange
5	Nivel con termómetro	5	Oil level with thermometer

ANEXO N° 15
SELECCIÓN DEL FILTRO

Accesorios Accessories

código code

VARIOS

Filtro Retorno de aceite
Return oil Filters

Descripción Description



Filtro de aceite para montaje en línea de retorno del depósito de aceite.

On-top oil filter for return line.

Códigos y combinaciones Codes and Combinations

Código Code	Volumen del depósito Tanks Volume (L.)	Peso Weight	Cartucho Cartridge	
			Código Code	Grado filtración Filtration Level
901510	30 L, 60 L	1,1 Kg	901910	25 µ
9018010	120 L, 140L	1,5 Kg	9015310	25 µ
9023310			9023410	Reforzado Heavy duty 25 µ
9022010			9021810	Malla metálica Metalic mesh 60 µ
901410	120L, 140 L, 160 L, 200 L	2,5 Kg	901810	25 µ
9021910			9021710	Malla metálica Metalic mesh 60 µ

Datos Principales Main Data

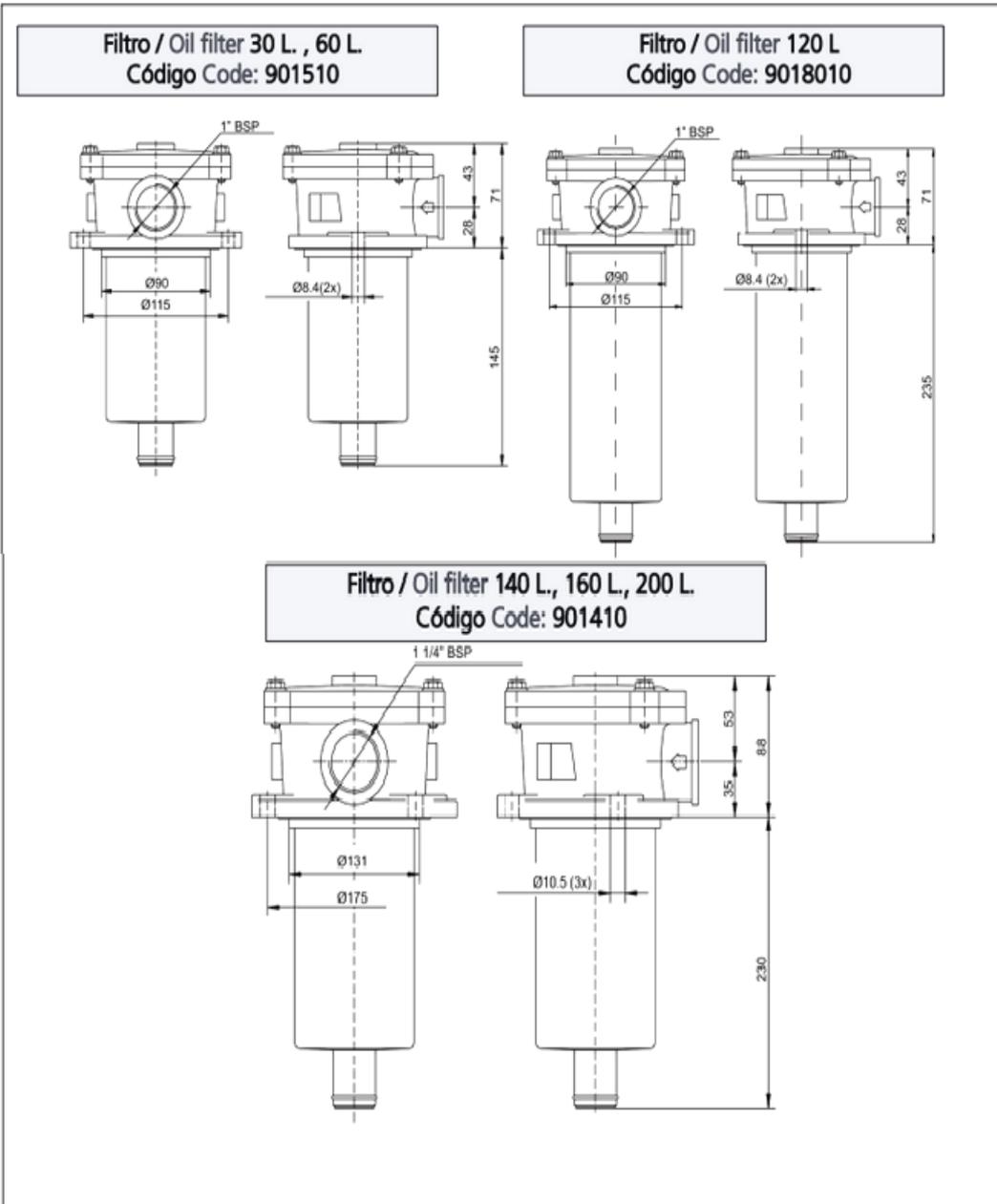
Presión máxima de trabajo Maximum working pressure	10 bar
Temperatura de trabajo Operating temperature	-20°C a +100°C
Compatible con aceites hidráulicos y fluidos derivados del petróleo. (ISO 2943) Compatible with hydraulic oils & petroleum-based fluid. (ISO 2943)	

Accesorios Accessories

código code

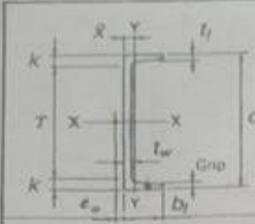
VARIOS

Filtro Retorno de aceite
Return oil Filters



ANEXO N° 16
SELECCIÓN DEL PERFIL

2 1 - 40f



**CHANNELS
AMERICAN STANDARD
Dimensions**

Designation	Area A	Depth d	Web		Flange			Distance		Grip	Max. Flg. Fas- ten- er		
			Thickness t _w	t _w 2	Width b _f	Average thickness t _f	T	k					
									In.			In.	In.
C 15×50	14.7	15.00	0.716	1/16	3/8	3.716	3%	0.650	3/8	12 1/2	17 1/2	3/4	1
×40	11.8	15.00	0.520	1/8	1/4	3.520	3 1/2	0.650	3/8	12 1/2	17 1/2	3/4	1
×33.9	9.96	15.00	0.400	3/16	1/8	3.400	3%	0.650	3/8	12 1/2	17 1/2	3/4	1
C 12×30	8.82	12.00	0.510	1/8	1/4	3.170	3 1/2	0.501	1/2	9 1/2	1 1/2	1/2	3/4
×25	7.35	12.00	0.367	3/16	1/8	3.047	3	0.501	1/2	9 1/2	1 1/2	1/2	3/4
×20.7	6.09	12.00	0.282	3/16	1/8	2.942	3	0.501	1/2	9 1/2	1 1/2	1/2	3/4
C 10×30	8.82	10.00	0.673	1/16	3/16	3.033	3	0.436	7/16	8	1	1/16	3/4
×25	7.35	10.00	0.526	1/8	1/4	2.886	2 1/2	0.436	7/16	8	1	1/16	3/4
×20	5.88	10.00	0.379	3/16	1/8	2.739	2 1/2	0.436	7/16	8	1	1/16	3/4
×15.3	4.49	10.00	0.240	1/4	1/2	2.600	2 1/2	0.436	7/16	8	1	1/16	3/4
C 9×20	5.88	9.00	0.448	3/16	1/4	2.648	2 1/2	0.413	7/16	7 1/2	1 1/2	7/16	3/4
×15	4.41	9.00	0.285	3/16	1/4	2.485	2 1/2	0.413	7/16	7 1/2	1 1/2	7/16	3/4
×13.4	3.94	9.00	0.233	1/4	1/2	2.433	2 1/2	0.413	7/16	7 1/2	1 1/2	7/16	3/4
C 8×18.75	5.51	8.00	0.487	1/8	1/4	2.527	2 1/2	0.390	3/8	6 1/2	1 1/2	3/8	3/4
×13.75	4.04	8.00	0.303	3/16	1/8	2.343	2 1/2	0.390	3/8	6 1/2	1 1/2	3/8	3/4
×11.5	3.38	8.00	0.220	1/4	1/2	2.260	2 1/2	0.390	3/8	6 1/2	1 1/2	3/8	3/4
C 7×14.75	4.33	7.00	0.419	3/16	3/16	2.299	2 1/2	0.366	3/8	5 1/2	7/8	3/8	3/4
×12.25	3.60	7.00	0.314	3/16	3/16	2.194	2 1/2	0.366	3/8	5 1/2	7/8	3/8	3/4
× 9.8	2.87	7.00	0.210	3/16	1/4	2.090	2 1/2	0.366	3/8	5 1/2	7/8	3/8	3/4
C 6×13	3.83	6.00	0.437	3/16	3/16	2.157	2 1/2	0.343	3/16	4 1/2	1 1/2	3/16	3/4
×10.5	3.09	6.00	0.314	3/16	3/16	2.034	2	0.343	3/16	4 1/2	1 1/2	3/8	3/4
× 8.2	2.40	6.00	0.200	3/16	1/2	1.920	1 1/2	0.343	3/16	4 1/2	1 1/2	3/16	3/4
C 5× 9	2.64	5.00	0.325	3/16	3/16	1.885	1 1/2	0.320	3/16	3 1/2	3/4	3/16	3/4
× 6.7	1.97	5.00	0.190	3/16	1/2	1.750	1 1/2	0.320	3/16	3 1/2	3/4	—	—
C 4× 7.25	2.13	4.00	0.321	3/16	3/16	1.721	1 1/2	0.296	3/16	2 1/2	1 1/2	3/16	3/4
× 5.4	1.59	4.00	0.184	3/16	1/2	1.584	1 1/2	0.296	3/16	2 1/2	1 1/2	—	—
C 3× 6	1.76	3.00	0.356	3/16	3/16	1.596	1 1/2	0.273	1/4	1 1/2	1 1/2	—	—
× 5	1.47	3.00	0.258	1/4	1/2	1.498	1 1/2	0.273	1/4	1 1/2	1 1/2	—	—
× 4.1	1.21	3.00	0.170	3/16	1/2	1.410	1 1/2	0.273	1/4	1 1/2	1 1/2	—	—

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

ANEXO N° 17

GRADO SAE DE LOS PERNOS

Grado SAE Núm.	Intervalo de tamaños, inclusive, pulg	Resistencia de prueba mínima,* kpsi	Resistencia mínima de tensión,* kpsi	Resistencia mínima de fluencia,* kpsi	Material	Marca en la cabeza
1	$\frac{1}{2}$ -1	33	60	36	Acero al bajo o medio carbono	
2	$\frac{1}{2}$ -1	55	74	57	Acero al bajo o medio carbono	
	$\frac{3}{4}$ -1 1/2	33	60	36		
4	$\frac{1}{2}$ -1 1/2	65	115	100	Acero al medio carbono, estirado en frío	
5	$\frac{1}{2}$ -1	85	120	92	Acero al medio carbono, T y R	
	1 1/4-1 1/2	74	105	81		
5.2	$\frac{1}{2}$ -1	85	120	92	Acero martensítico al bajo carbono, T y R	
7	1-1 1/2	105	133	115	Acero de aleación al medio carbono, T y R	

ANEXO N° 18

MATERIAL DEL TORNILLO

Material del tornillo	Material de la tuerca			
	Acero	Bronce	Latón	Fundición de hierro
Acero, seco	0.15-0.25	0.15-0.23	0.15-0.19	0.15-0.25
Acero, aceite para máquina	0.11-0.17	0.10-0.16	0.10-0.15	0.11-0.17
Bronce	0.08-0.12	0.04-0.06	—	0.06-0.09

ANEXO N°19
SELECCIÓN DE LA PLANCHA



Plancha laminada en caliente

Recubrimiento:
Negro
Norma de Fabricación:
NTE INEN 115 / ASTM A 8
Norma de Calidad:
ASTM A 36 / ASTM A 588 Gr. A / ASTM A 131 Gr. A /
ASTM A 516 Gr. 70 / ASTM A 572 Gr. 50
Observaciones:
Dimensiones y largos especiales, previa consulta

Ancho	Largo	Espesor	Peso Aprox.
mm	mm	mm	kg
1.220	2.440	1,50	35,06
1.220	2.440	2,00	46,74
1.220	2.440	3,00	70,10
1.220	2.440	4,00	93,47
1.220	2.440	5,00	116,84
1.220	2.440	6,00	140,21
1.220	2.440	8,00	186,94
1.220	2.440	9,00	210,31
1.220	2.440	10,00	233,68
1.220	2.440	12,00	280,41

Aplicaciones
- Conformación de estructuras en general con elementos de alma llena (fojes).
- Fabricación de tanques.
- Estructuras de puentes.
- Estructuras de barcos.
- Camisas de pilotes.
- Encofrados.
- Placas.
- Contención de tierra.
- Plataformas.
- Calderos.
- Tubería de grandes diámetros.

Plancha laminada en frío

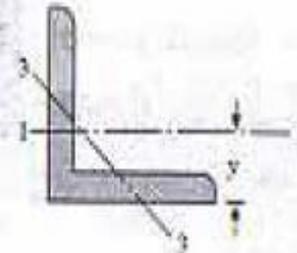
Recubrimiento:
Negro
Norma de Fabricación:
NTE INEN 115
Norma de Calidad:
ASTM A 36 / JIS G 3141 SPOC - 50 /
SAE 1010
Observaciones:
Dimensiones y largos especiales, previa consulta

Ancho	Largo	Espesor	Peso Aprox.	Calidad
mm	mm	mm	kg	
1.000	2.000	0,70	10,99	Embutición
1.000	2.000	0,90	14,13	
1.000	2.000	1,10	17,27	
1.000	2.000	1,40	21,98	
1.220	2.440	0,40	9,35	Comercial
1.220	2.440	0,45	10,52	
1.220	2.440	0,50	11,68	
1.220	2.440	0,60	14,02	
1.220	2.440	0,70	16,36	
1.220	2.440	0,75	17,53	
1.220	2.440	0,90	21,03	
1.220	2.440	1,10	25,70	
1.220	2.440	1,40	32,72	
1.220	2.440	2,00	46,74	

Aplicaciones
- Muebles metálicos en general.
- Puertas metálicas.
- Carpintería metálica.
- Tanque para almacenamiento de aceite.
- Tanques de exportación de frutas.
- Baldes para camionetas.
- Partes y piezas metálicas (abrazaderas, de línea blanca, etc).
- Pórticos.
- Señalización de tránsito.
- Cajas finobres.
- Auto partes.

ANEXO N°20
PERFIL ESTRUCTURAL

w = peso por pie, lb/ft
 m = masa por metro, kg/m
 A = área, pulg² (cm²)
 I = segundo momento de área, pulg⁴ (cm⁴)
 k = radio de giro, pulg (cm)
 y = distancia centroidal, pulg (cm)
 Z = módulo de sección, pulg³ (cm³)



Tamaño, pulg	w	A	I_{1-1}	k_{1-1}	Z_{1-1}	y	k_{2-2}
1 × 1 × 1/8	0.80	0.234	0.021	0.298	0.029	0.290	0.191
× 1/8	1.49	0.437	0.036	0.287	0.054	0.336	0.193
1 1/2 × 1 1/2 × 1/8	1.23	0.36	0.074	0.45	0.068	0.41	0.29
× 1/8	2.34	0.69	0.135	0.44	0.130	0.46	0.29
2 × 2 × 1/8	1.65	0.484	0.190	0.626	0.131	0.546	0.398
× 1/8	3.19	0.938	0.348	0.609	0.247	0.592	0.391
× 3/8	4.7	1.36	0.479	0.594	0.351	0.636	0.389
2 1/2 × 2 1/2 × 1/8	4.1	1.19	0.703	0.769	0.394	0.717	0.491
× 3/8	5.9	1.73	0.984	0.753	0.566	0.762	0.487
3 × 3 × 1/8	4.9	1.44	1.24	0.930	0.577	0.842	0.592
× 3/8	7.2	2.11	1.76	0.913	0.833	0.888	0.587
× 1/2	9.4	2.75	2.22	0.898	1.07	0.932	0.584
3 1/2 × 3 1/2 × 1/8	5.8	1.69	2.01	1.09	0.794	0.968	0.694
× 3/8	8.5	2.48	2.87	1.07	1.15	1.01	0.687
× 1/2	11.1	3.25	3.64	1.06	1.49	1.06	0.683
4 × 4 × 1/8	6.6	1.94	3.04	1.25	1.05	1.09	0.795
× 3/8	9.8	2.86	4.36	1.23	1.52	1.14	0.788
× 1/2	12.8	3.75	5.56	1.22	1.97	1.18	0.782
× 3/4	15.7	4.61	6.66	1.20	2.40	1.23	0.779
6 × 6 × 3/8	14.9	4.36	15.4	1.88	3.53	1.64	1.19
× 1/2	19.6	5.75	19.9	1.86	4.61	1.68	1.18
× 3/4	24.2	7.11	24.2	1.84	5.66	1.73	1.18
× 1	28.7	8.44	28.2	1.83	6.66	1.78	1.17

ANEXO N° 21

SELECCIÓN DE PERFIL UPN



**PERFILES LAMINADOS
UPN**

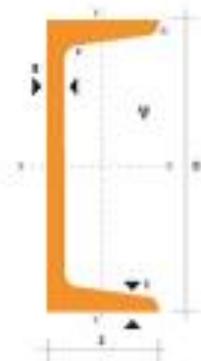
Especificaciones Generales

- Calidad:** ASTM A36
- Otras calidades:** Previa Consulta
- Longitud normal:** 6.00m y 12.00m
- Otros largos:** Previa Consulta
- Aceboado:** Natural
- Otra acabado:** Previa Consulta



UPN

DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	b	t	g	l	R	R1	SECCION	PESOS	Ix	Iy	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm	cm4	cm2	kg/m	cm4	cm4	cm3	cm3
UPN 50	50	38	5.03	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.53	7.50	7.50	4.00	8.23	7.09	67.50	14.50	17.70	5.87
UPN 80	80	45	6.03	8.00	8.00	4.00	1.70	8.84	109.00	19.40	26.50	8.56
UPN 100	100	50	6.03	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	205.00	29.30	41.20	8.48
UPN 120	120	55	7.03	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	304.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.03	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	603.00	62.70	88.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.00	905.00	85.30	116.00	18.20
UPN 180	180	70	8.03	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	9.03	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	8.50	13.00	13.00	6.50	42.50	33.20	3000.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.50	37.50	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 N° 22

SELECCION DE LA PLANCHA PARA EL MOLDE



**PLANCHAS
LAMINADAS AL CALIENTE**

Especificaciones Generales

- Norma:** Ver tabla
- Espesores:** 1,20mm a 100,00mm
- Rolls:** Ancho 1000mm, 1220mm, 1500mm, 1800mm
- Planchas:** 4 x 8 pies y a medida



PLANCHAS

Calidad Comercial

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS			NORMA EQUIVALENTE
	% C	%Mn	%P	%S	%Si	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°	
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,06 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= 0e	SAE 1010 ASTM A-569
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-835 ASTM A-570 GRADO 30

Calidad Estructural

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS					NORMA EQUIVALENTE
	% C	%Mn	%P	%S	%Si	%CU	OTROS	Fuerza (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°		
ASTM A-588M GRADO A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min			
ASTM A-283 GRADO C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1005	
JIS G-3101 S541 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max		250 min	400 min 500 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 30	
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 500 max	20 min			
A570-GR50	0,25 max	1,25 max	0,035 max	0,04 max				340 min	450 min 550 max	17 min	1-1/2e		



**PLANCHAS
PL**



REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A MILIMETROS			
PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	
1/128	= 0.30	25/64	= 9.60
1/64	= 0.40	13/32	= 10.32
3/128	= 0.60	27/64	= 10.72
1/40	= 0.64	7/16	= 11.11
1/32	= 0.75	29/64	= 11.31
1/25	= 1.00	15/32	= 11.91
3/64	= 1.19	31/64	= 12.30
1/20	= 1.27	1/2	= 12.70
1/16	= 1.59	33/64	= 13.10
5/64	= 1.96	17/32	= 13.49
3/32	= 2.38	35/64	= 13.89
7/64	= 2.78	9/16	= 14.29
1/8	= 3.18	37/64	= 14.69
9/64	= 3.57	19/32	= 15.09
5/32	= 3.97	39/64	= 15.48
11/64	= 4.37	5/8	= 15.89
3/16	= 4.76	41/64	= 16.27
13/64	= 5.16	21/32	= 16.67
7/32	= 5.56	43/64	= 17.07
15/64	= 5.95	11/16	= 17.46
1/4	= 6.35	45/64	= 17.86
17/64	= 6.75	23/32	= 18.26
6/32	= 7.14	47/64	= 18.65
19/64	= 7.54	3/4	= 19.05
5/16	= 7.94	49/64	= 19.45
21/64	= 8.33	25/32	= 19.84
11/32	= 8.73	51/64	= 20.24
23/64	= 9.13	13/16	= 20.64
3/8	= 9.53	53/64	= 21.03
		27/32	= 21.43
		55/64	= 21.83
		7/8	= 22.23
		57/64	= 22.62
		29/32	= 23.02
		59/64	= 23.42
		15/16	= 23.81
		61/64	= 24.21
		61/32	= 24.61
		63/64	= 25.00
		1	= 25.40
		11/10	= 27.00
		11/8	= 28.60
		18/16	= 30.20
		11/4	= 31.70
		15/16	= 33.30
		13/8	= 34.90
		17/16	= 36.50
		11/2	= 38.10
		18/10	= 39.70
		15/8	= 41.30
		111/16	= 42.90
		13/4	= 44.40
		113/16	= 46.00
		17/8	= 47.60
		115/16	= 49.20
		2	= 50.80

DIMENSIONES EN (mm)				PESOS KG
ANCHO	LARGO	ESPESOR		
1220	2440	2		46.74
1220	2440	3		70.10
1220	2440	4		93.47
1500	2440	4		114.82
1220	2440	5		116.34
1500	2440	5		143.99
1800	2440	5		172.39
1220	2440	6		140.21
1500	2440	6		172.39
1800	2440	6		206.96
1220	2440	8		186.04
1500	2440	8		229.55
1800	2440	8		275.82
1220	2440	10		233.08
1500	2440	10		287.31
1800	2440	10		344.77
1220	6000	12		689.54

METODO PRACTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO

NOMENCLATURA

- L = Largo (mm)
- A = Ancho (mm)
- E = Espesor (mm)
- Peso = (kg)

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7,85}{1,000.00}$$

Ejemplo: $(L = 1220\text{mm} \times A = 2440\text{mm} \times E = 1,0\text{mm}) \times 7,85 = 23.368\text{ Kg}$
1,000.00

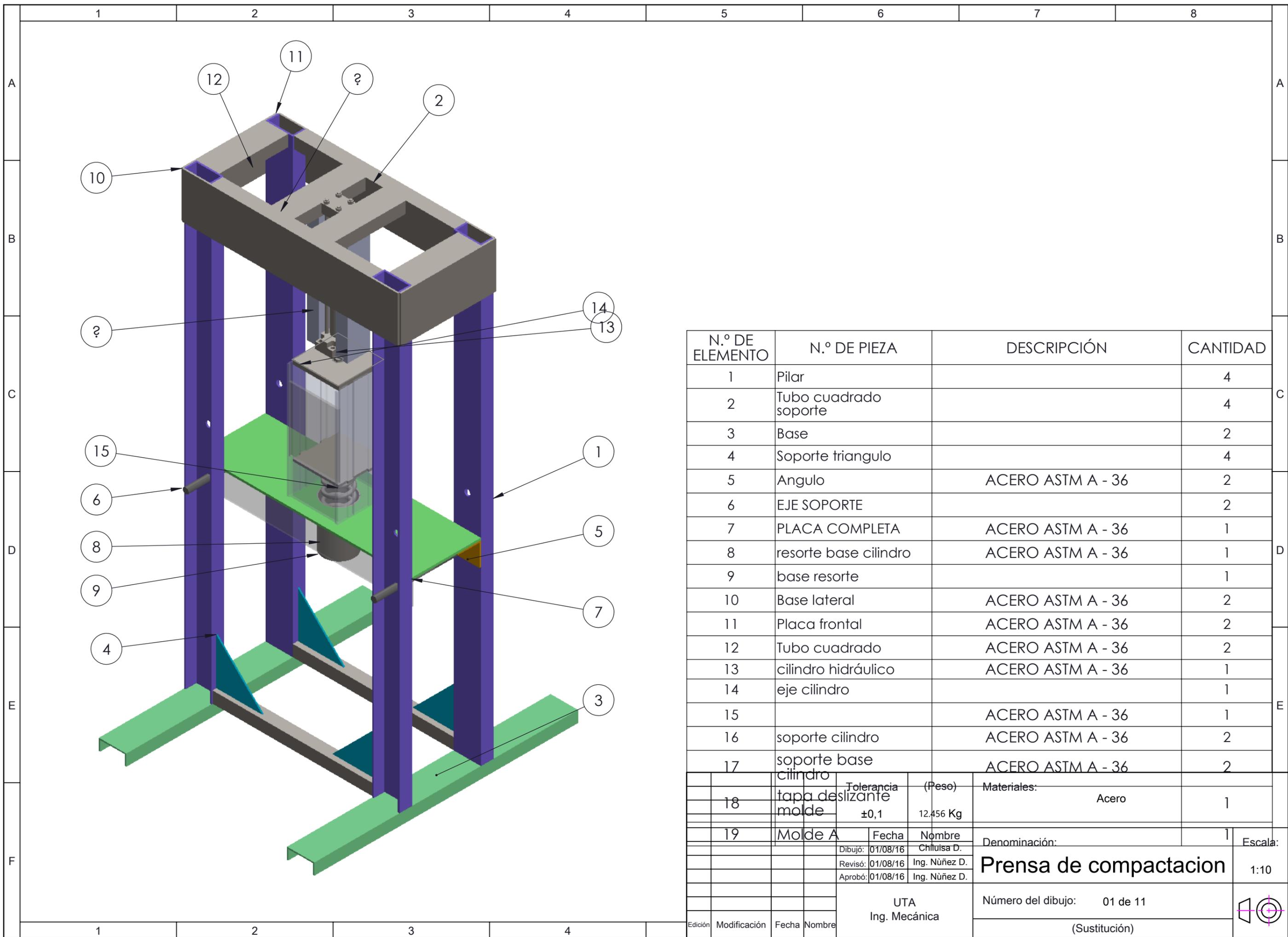
ANEXO N° 23

SELECCIÓN DEL ACEITE HIDRÁULICO

Productos Especiales

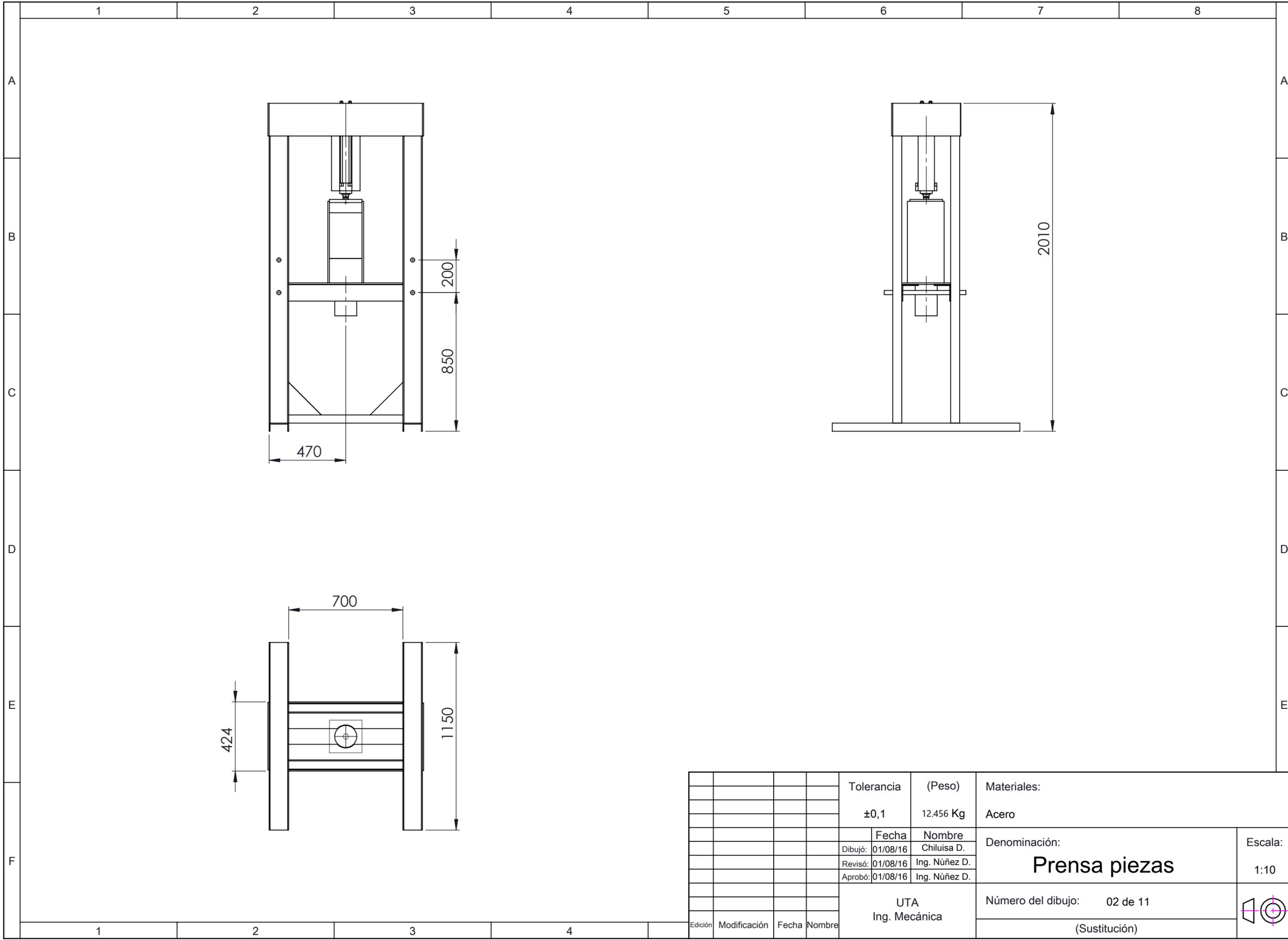
Propiedad	Mobil DTE Excel	Mobil DTE 10M
Aplicación	Ac Hidráulico, para ambientes sensibles, y metales sensible	Ac Hidráulico para amplio Rango de Temperaturas
Grado	ISO 32-100	ISO 32-150
Descripción	Aceite mineral de AW sin cenizas	Aceite mineral con AW y VII
1. Buena respuesta del equipo y resistencia a la formación de los depósitos	XXXX	XXX
2. Alta aditivación antidesgaste	XXXX	XXX
3. Larga vida por baja oxidación	XXX	XXX
4. Buena Filtrabilidad- reducido mantenimiento	XXX	XXX
5. Para Uso en un Amplio Rango de Temperaturas	XX	XXXx
6. Mejor por el ambiente	XXXX	XXX
7. Alta resistencia de corte	XXXX	XXX
8. Buena separación de agua/aire	XXX	XXX
Bajo mantenimiento (todo)	XXX	XXX
Operación suave (todo)	XXX	XXXX
Larga vida del equipo (2,5,8,3)	XXX	XXXX

PLANOS

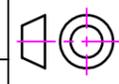


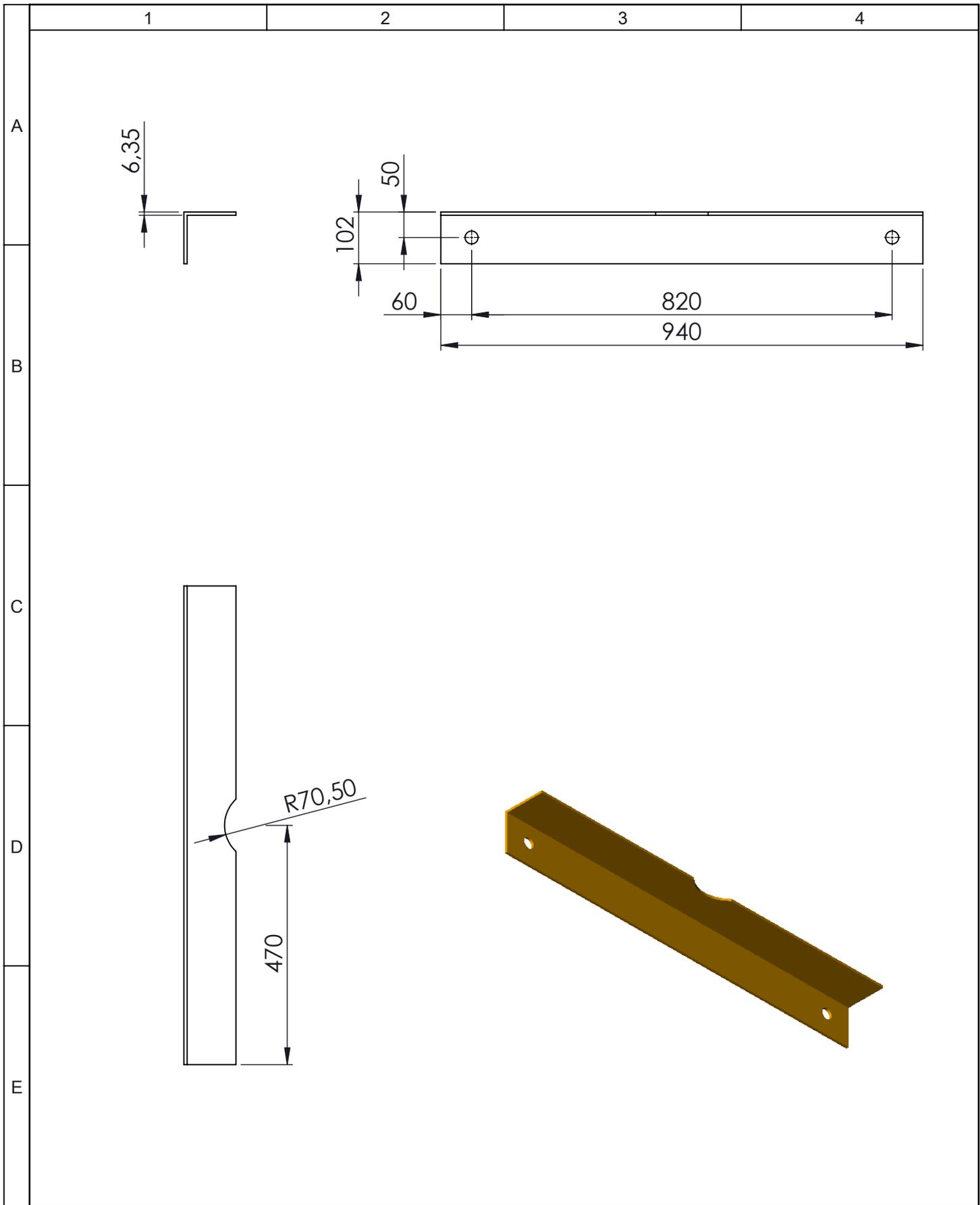
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Pilar		4
2	Tubo cuadrado soporte		4
3	Base		2
4	Soporte triangulo		4
5	Angulo	ACERO ASTM A - 36	2
6	EJE SOPORTE		2
7	PLACA COMPLETA	ACERO ASTM A - 36	1
8	resorte base cilindro	ACERO ASTM A - 36	1
9	base resorte		1
10	Base lateral	ACERO ASTM A - 36	2
11	Placa frontal	ACERO ASTM A - 36	2
12	Tubo cuadrado	ACERO ASTM A - 36	2
13	cilindro hidráulico	ACERO ASTM A - 36	1
14	eje cilindro		1
15		ACERO ASTM A - 36	1
16	soporte cilindro	ACERO ASTM A - 36	2
17	soporte base cilindro	ACERO ASTM A - 36	2
18	tapa deslizante molde	Tolerancia $\pm 0,1$ (Peso) 12.456 Kg	1
19	Molde A	Fecha Nombre	1

Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica	Denominación:	1	Escala:
					Prensa de compactacion		1:10
					Número del dibujo: 01 de 11		
					(Sustitución)		

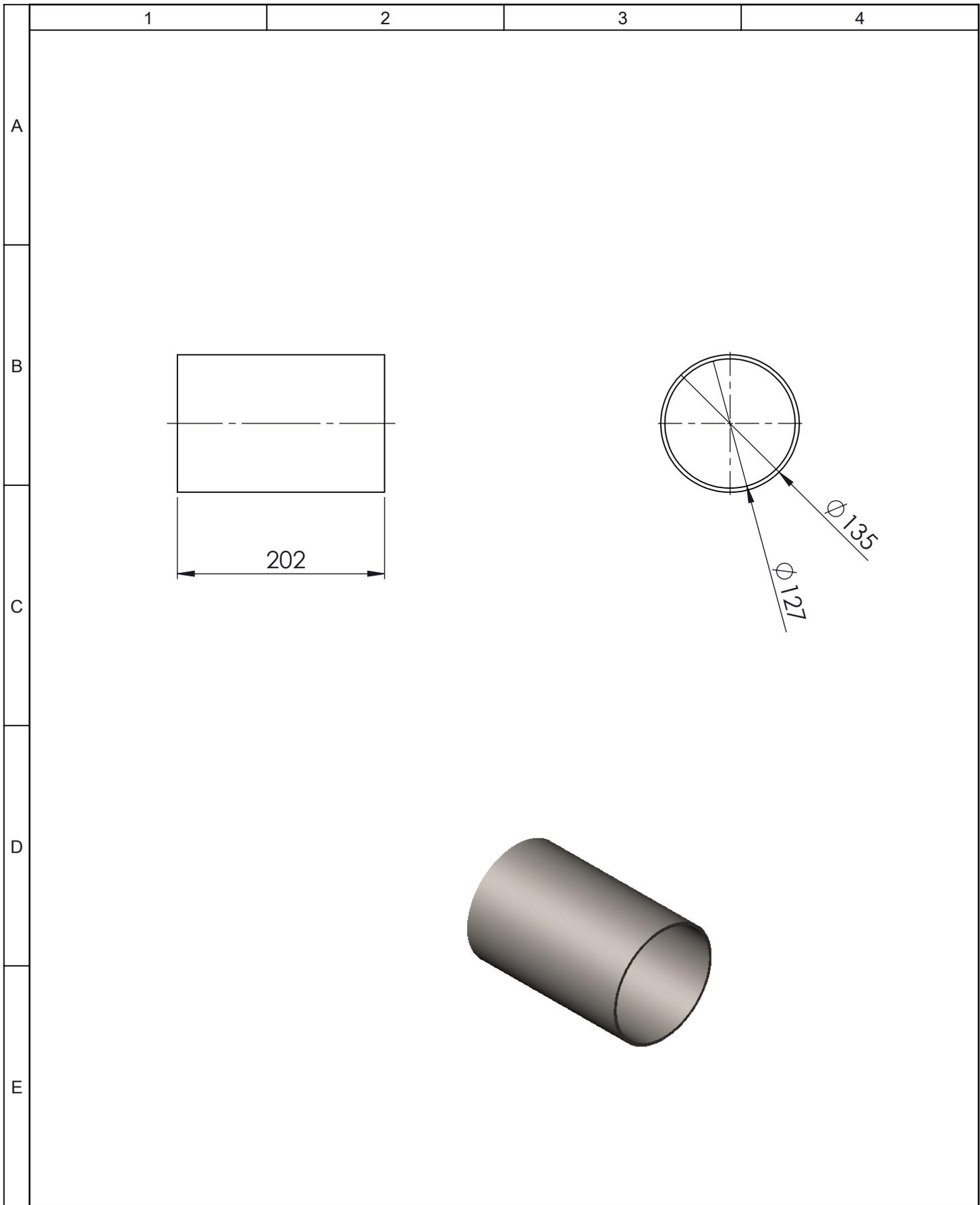


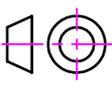
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	12.456 Kg	Acero	
					Fecha	Nombre	Denominación: Prensa piezas
				Dibujó:	01/08/16	Chiluisa D.	
				Revisó:	01/08/16	Ing. Núñez D.	
				Aprobó:	01/08/16	Ing. Núñez D.	
				UTA		Número del dibujo: 02 de 11	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:10	

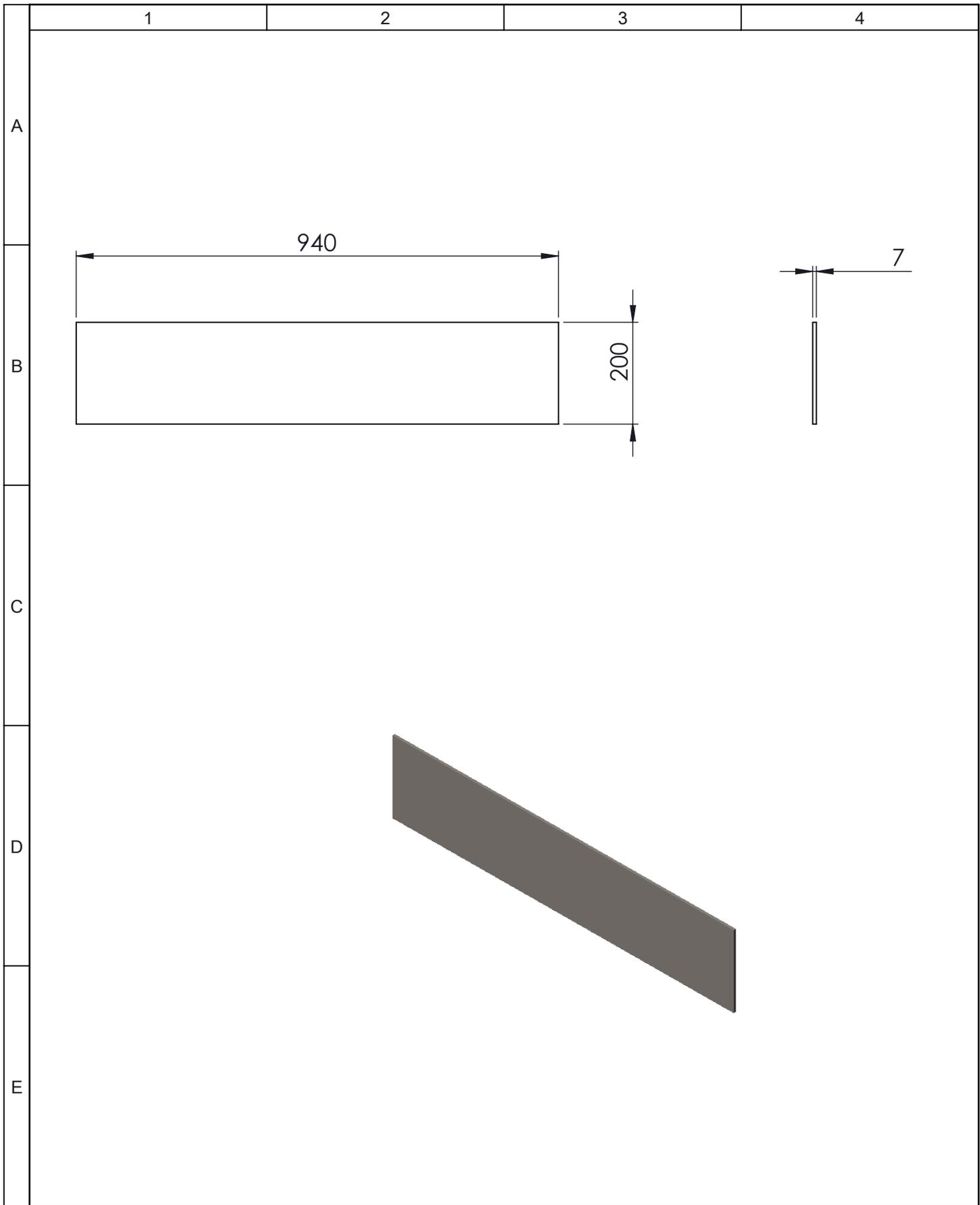




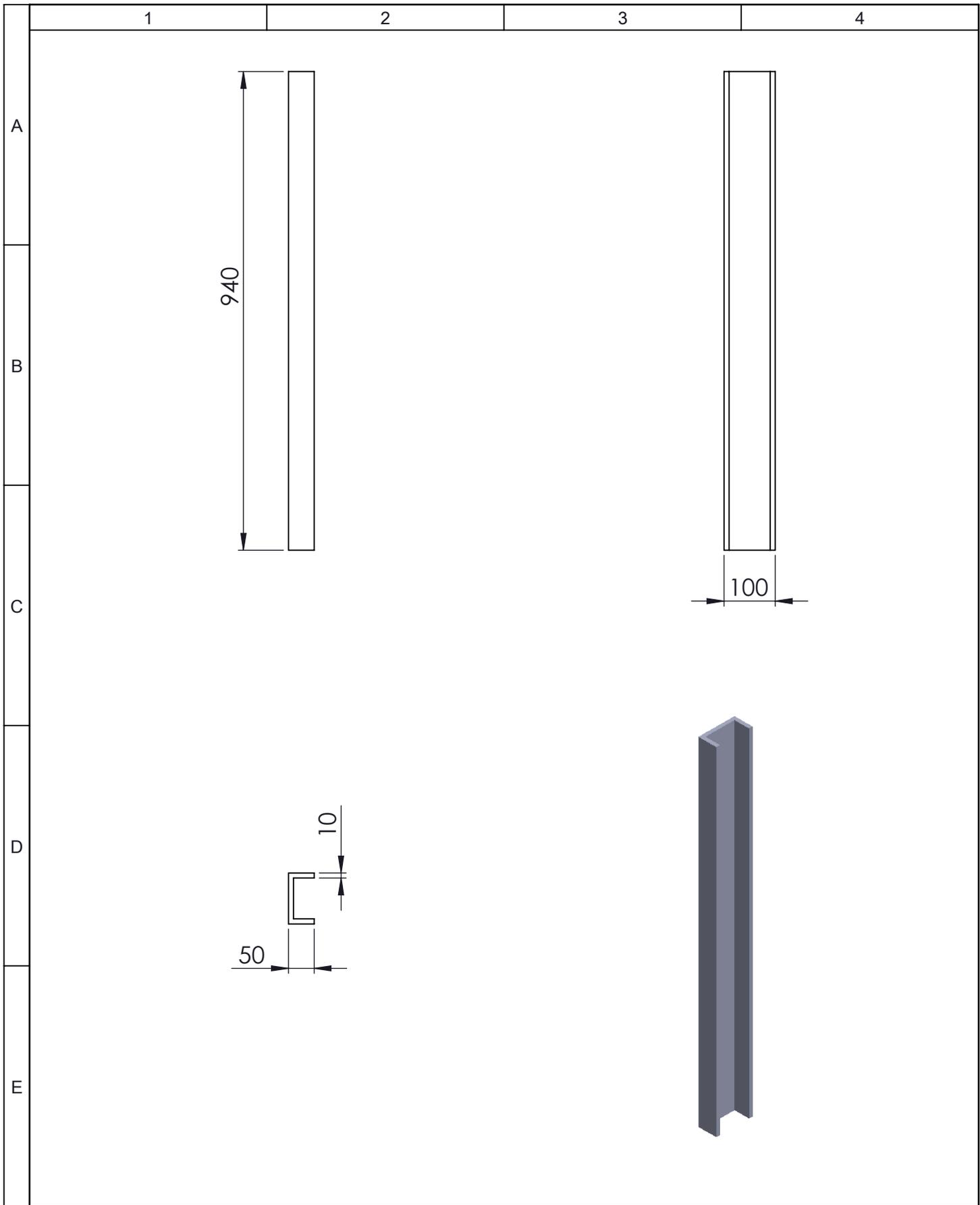
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	10 Kg	Acero ASTM A - 36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	01/08/16	Chiluisa D.		
			Revisó:	01/08/16	Ing. Nùñez D.		
				Aprobó:	01/08/16	Ing. Nùñez D.	1:10
				UTA		Número del dibujo: 03 de 11	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica			(Sustitución)



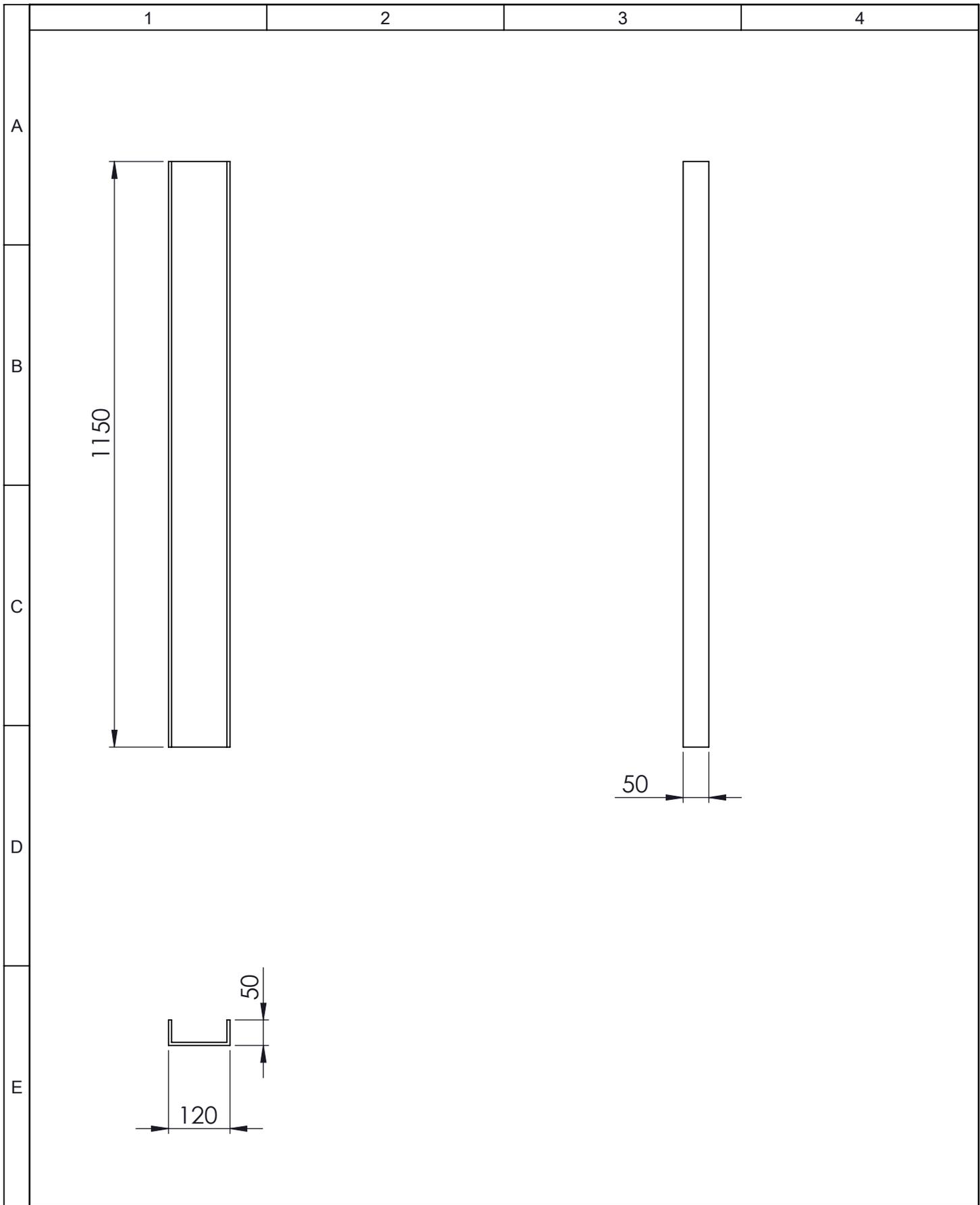
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: Acero ASTM A 500 Gr. A					
				$\pm 0,1$	10 Kg						
					Fecha	Nombre	Denominación: Base resorte			Escala: 1:5	
				Dibujó:	01/08/16	Chiluisa D.					
				Revisó:	01/08/16	Ing. Nùñez D.					
				Aprobó:	01/08/16	Ing. Nùñez D.	Número del dibujo: 04 de 11				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica							



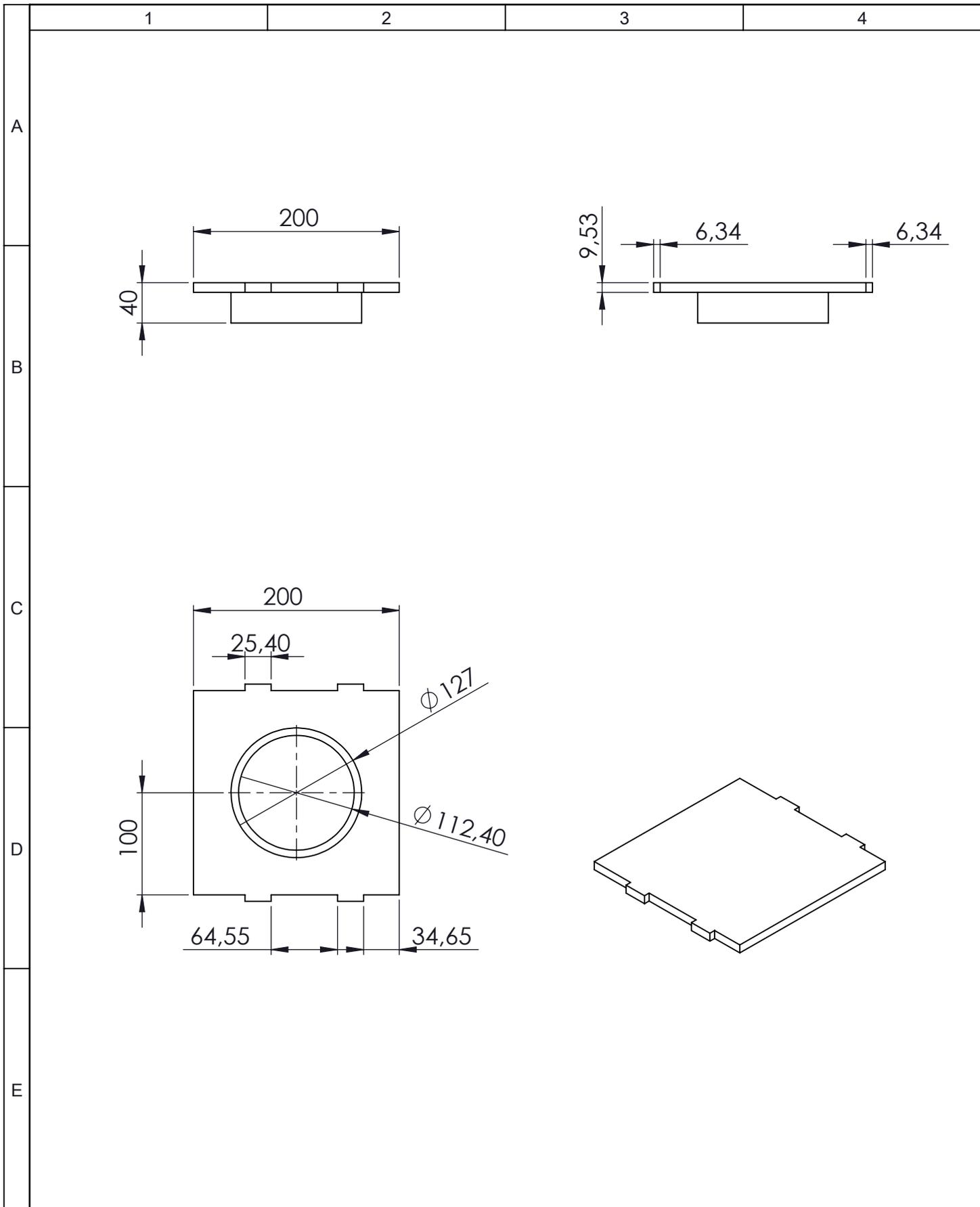
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	10 Kg	Acero ASTM A - 36			
					Fecha	Nombre	Placa lateral		Escala:
				Dibujó:	01/08/16	Chiluisa D.			1:10
				Revisó:	01/08/16	Ing. Nùñez D.			
				Aprobó:	01/08/16	Ing. Nùñez D.	Número del dibujo: 05 de 11		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica			(Sustitución)		



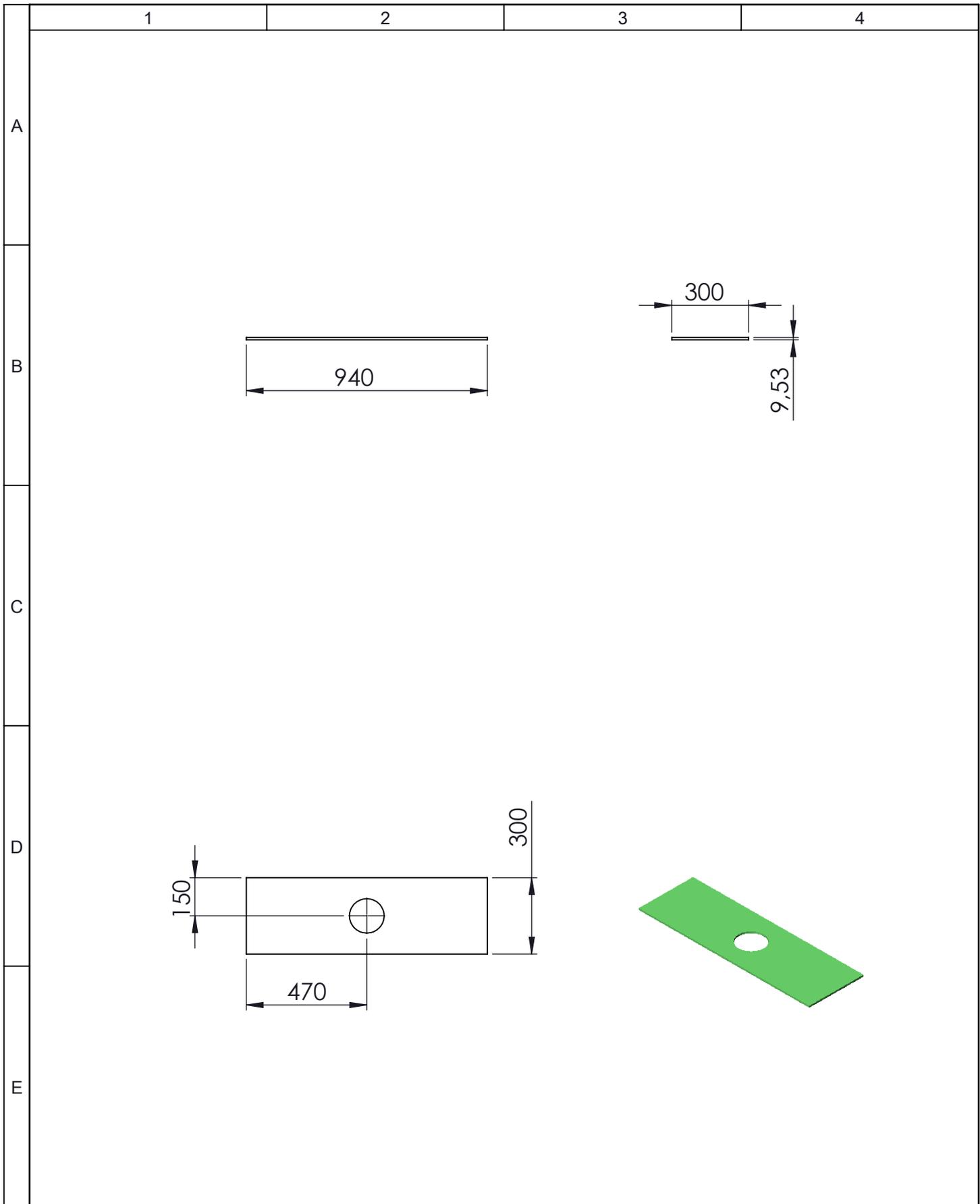
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	10 Kg	Acero ASTM A - 36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 01/08/16	Chiluisa D.		
				Revisó: 01/08/16	Ing. Nùñez D.		
				Aprobó: 01/08/16	Ing. Nùñez D.	Base prensa	1:10
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



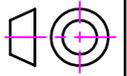
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	10 Kg	Acero ASTM A - 36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 01/08/16	Chiluisa D.		
				Revisó: 01/08/16	Ing. Nùñez D.		
				Aprobó: 01/08/16	Ing. Nùñez D.	<h1 style="text-align: center;">Pilar prensa</h1>	1:1
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

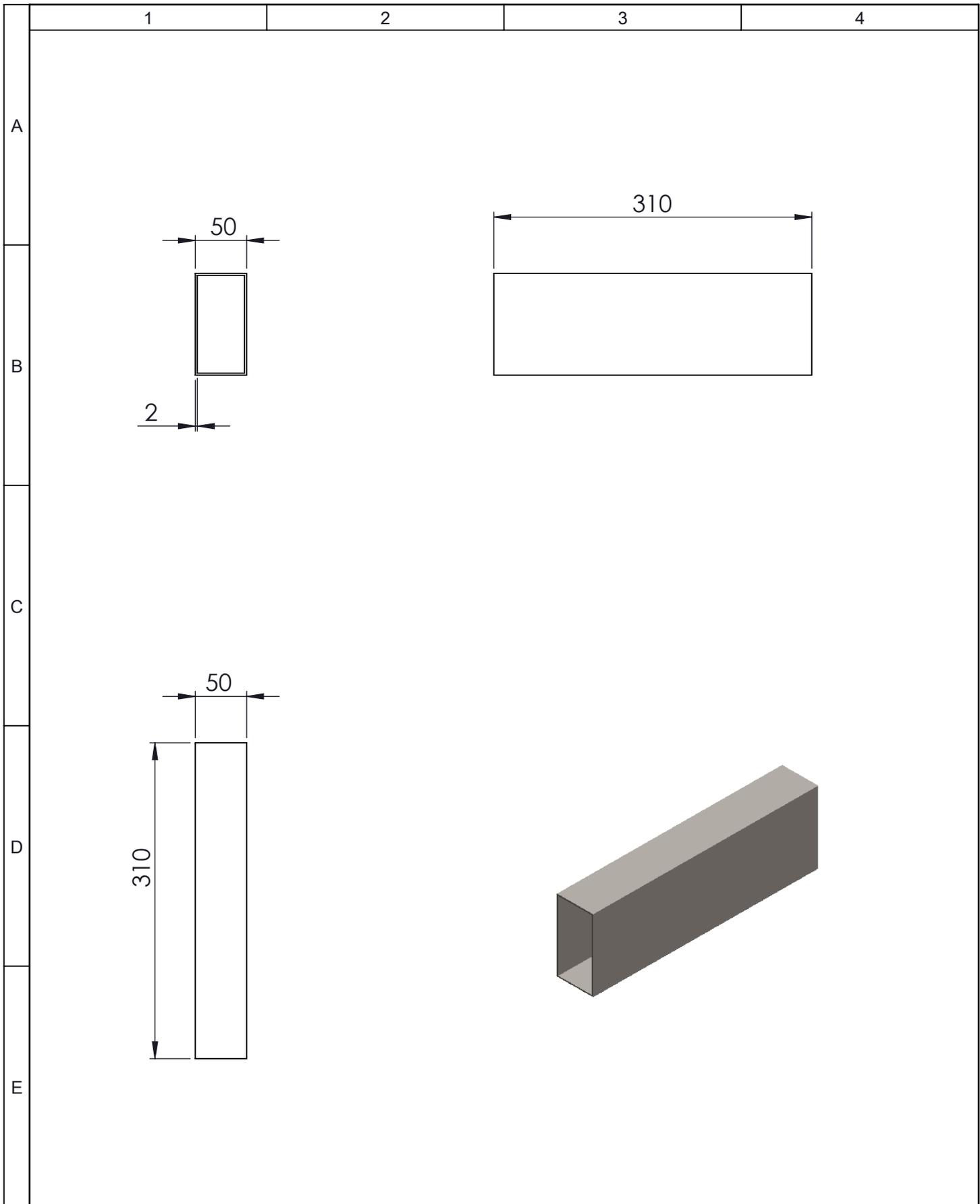


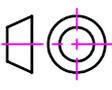
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	10 Kg	Acero ASTM A - 36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 01/08/16	Chiluisa D.		
				Revisó: 01/08/16	Ing. Nùnez D.		
				Aprobó: 01/08/16	Ing. Nùnez D.	Placa soporte prensa	1:5
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

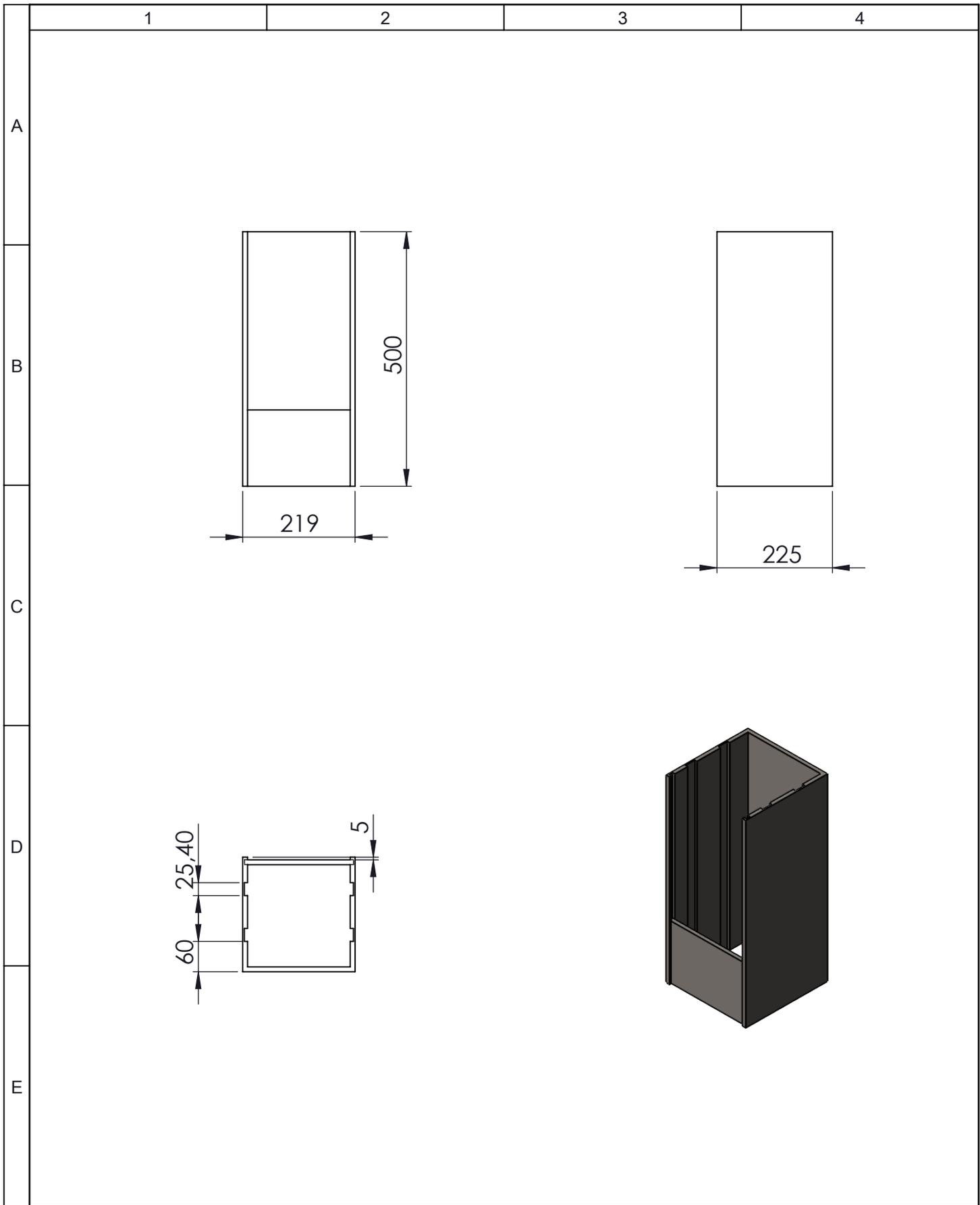


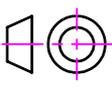
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	10 Kg	Acero ASTM A - 36	
					Fecha	Nombre	Denominación: Placa soporte molde
				Dibujó:	02/08/16	Chiluisa D.	
				Revisó:	02/08/16	Ing. Nùñez D.	
				Aprobó:	02/08/16	Ing. Nùñez D.	Escala: 1:20
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 09 de 11	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	





					Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
					±0,1	3 Kg	Acero ASTM A - 36		
					Fecha	Nombre	Denominación: tubo soporte cilindro		Escala:
				Dibujó:	22/05/11	Chiluisa D.			1:5
				Revisó:	22/05/11	Ing. Nùñez D.			
					Aprobó:	22/05/11	Ing. Nùñez D.	Número del dibujo: 10 de 11	
					UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



					Tolerancia	(Peso)	Materiales:				
					±0,1	3 Kg	Acero ASTM A - 36				
						Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:	
						Dibujó: 22/05/11	Chiluisa D.	Molde		1:10	
						Revisó: 22/05/11	Ing. Nùñez D.	Número del dibujo: 11 de 11			
						Aprobó: 22/05/11	Ing. Nùñez D.				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica			(Sustitución)				