



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA LA EXTRACCIÓN DE
ACEITES FIJOS, EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES DE EXTRACTOS
VEGETALES (LIEXVE) DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Luis Byron Méndez Hurtarte

Asesorado por el Ing. Alejandro Estrada Martínez

Guatemala, agosto de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA LA EXTRACCIÓN DE
ACEITES FIJOS, EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES DE EXTRACTOS
VEGETALES (LIEXVE) DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS BYRON MÉNDEZ HURTARTE

ASESORADO POR EL ING. ALEJANDRO ESTRADA MARTÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
EXAMINADORA	Inga. Miriam Guadalupe Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES FIJOS, EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES DE EXTRACTOS VEGETALES (LIEXVE) DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha febrero de 2011.


Luis Byron Méndez Hurtarte

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala 21 de Noviembre de 2011

Ingeniero
Cesar Urquizu
Director
Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero:

Le informo que he asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRENSA HIDRAULICA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES FIJOS, EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES DE EXTRACTOS VEGETALES (LIEXVE) DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", elaborado por el estudiante Luis Byrón Méndez Hurtarte con número de carné 2001-12839, previo a obtener el título de Ingeniero Mecánico Industrial.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido, y reconociendo la importancia del tema, doy mi respectiva aprobación.

Sin otro particular, me despido deseando éxitos muy cordialmente.

Atentamente,


Ing. Alejandro Estrada Martínez

Colegiado No. 5305

Asesor

**INGENIERO
ALEJANDRO ESTRADA
COLEGIADO 5305**



REF.REV.EMI.104.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRENSA HIDRAULICA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES FIJOS, EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES DE EXTRACTOS VEGETALES (LIEXVE) DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Byron Méndez Hurtarte**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

José Francisco Gómez Rivera
INGENIERO INDUSTRIAL.
Colegado No. 1666

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2012.

/mgp

As: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Posgrado Maestrías en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. As: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemáticas. Licenciatura en Física. As: de Estudios Superiores de Energía y Minería (CESEM).

Ciudad Universitaria Zona 12. Guatemala, Centroamérica.



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES FIJOS, EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES DE EXTRACTOS VEGETALES (LIEXVE) DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Byron Méndez Hurtarte**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2012.

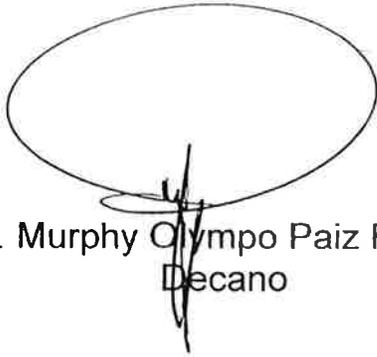
/mgp



Ref. DTG.380.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRESA HIDRÁULICA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES FIJOS, EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES DE EXTRACTOS VEGETALES (LIEXVE) DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Byron Méndez Hurtarte**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, agosto de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Mi amigo fiel, mi fortaleza, mi dador de toda gracia.
Mi país	Guatemala, tierra bendita por Dios por la que deseo trabajar para su desarrollo.
Mis padres	Ana de Méndez y César Augusto Méndez.
Mis hermanos	César Omar y Saily Melissa.
Mis sobrinos	Paolo Sebastián, Gabriela Alejandra.
Mi novia	Katya Janelly Palma Posadas.
Mis amigos	Todos aquéllos que me han brindado su amistad, confianza y cariño.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme brindado la oportunidad de desarrollarme como profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por darme la vida, por ser mi señor y salvador, la luz de mi vida y el sentido de mí existir.
- Mis padres** Ana de Méndez y César Augusto Méndez, por sus sacrificios, esfuerzos, desvelos, inmenso amor y apoyo incondicional en todo momento.
- Mis hermanos** Saily Melissa y César Omar por acompañarme y apoyarme en todos y cada uno de los momentos de mi vida.
- Mi familia** Por el apoyo, amistad y ánimo brindado, a mi abuelo por su cariño.
- Mi novia** Por ser mi amiga, consejera y por darme su amor, comprensión y cariño en todo momento.
- Mi asesor** Ingeniero Alejandro Estrada, que más que mi asesor fue un amigo, gracias por su ayuda y tiempo dedicado.
- Mis amigos** Oscar Diemek, Carlos Cruz, Samuel Girón, Adela Marroquín.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Institución que me abrió las puertas para acceder a un conocimiento profesional.

Administración del Ingeniero Murphy Paiz Por incentivar al estudiante en todo momento y brindarnos apoyo en la conquista de este gran éxito y sobre todo por tener firme la visión de la Facultad de Ingeniería.

	1.2.5.4.	Escuelas	19
1.2.6.		Funciones	19
	1.2.6.1.	Función administrativa	19
	1.2.6.2.	Función docente	21
	1.2.6.3.	Función de investigación.....	22
1.3.		Centro de Investigación de Ingeniería CII.....	22
	1.3.1.	Actividades	23
	1.3.1.1.	Servicios y consultoría	23
	1.3.1.2.	Docencia.....	24
	1.3.1.3.	Investigación	24
	1.3.1.3.1.	Investigación aceites vegetales	25
	1.3.1.3.2.	Fuentes del aceite vegetal	25
	1.3.1.3.3.	Uso alimentario	26
	1.3.1.3.4.	Otros usos	26
	1.3.1.3.5.	Métodos de extracción	27
	1.3.1.3.6.	Extracción por presión	28
	1.3.1.3.7.	Extracción por solvente	29
	1.3.1.3.8.	Extracción por sistema combinado	30
1.4.		La prensa	30
	1.4.1.	Reseña histórica	31
	1.4.1.1.	Prensa de balancín	32
	1.4.1.2.	Prensa hidráulica	33
	1.4.1.3.	Prensa de fricción	35
	1.4.1.4.	Prensa excéntrica	36
1.5.		Clasificación de las prensas	37
	1.5.1.	Prensas mecánicas	39

1.5.2.	Prensa hidráulica	40
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	43
2.1.	Tipo de extracciones empleadas	43
2.1.1.	Extracción con fluidos supercríticos	43
2.1.2.	Extracción con disolventes volátiles	44
2.1.3.	Enflorado	45
2.1.4.	Maceración	46
2.2.	Clasificación de los productos manejados para la extracción de aceites fijos	46
2.2.1	Semillas oleaginosas	46
2.3.	Proceso de extracción del aceite	47
2.3.1.	Diagrama del proceso de extracción de aceites fijos..	48
2.4.	Otros procesos que se realizan en el laboratorio	50
2.4.1.	Extracción de aceites esenciales	50
2.4.2.	Extracción de oleorresinas	51
2.4.3.	Extracción de biocombustible.....	52
2.4.4.	Análisis de los extractos.....	52
3.	DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES FIJOS.....	55
3.1.	Esquema general de la prensa hidráulica	55
3.2.	Determinación de fuerzas y reacciones	56
3.2.1.	Carga en la platina de montaje y desmontaje.....	56
3.2.2.	Diseño de la platina.....	57
3.2.3.	Cargas en la mesa de prensado	59
3.2.4.	Diseño de la viga	61
3.2.5.	Cargas en el pasador	63
3.2.6.	Diseño del pasador	64

3.2.7.	Cargas en la tapa superior.....	66
3.2.8.	Diseño de la tapa superior	67
3.2.9.	Cargas en la columna	70
3.2.10.	Diseño de la columna	72
3.2.11.	Selección de los tornillo para la tapa superior.....	75
3.2.12.	Selección del resorte para el retorno del émbolo	78
3.3.	Sistema de pruebas de la máquina	80
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	83
4.1.	Selección del tipo de sistema hidráulico	83
4.2.	Alternativas.....	84
4.2.1.	Conjunto bomba y cilindro	84
4.2.1.1.	Ventajas.....	85
4.2.1.2.	Desventajas	85
4.2.2.	Sistema hidráulico tipo botella	86
4.2.2.1.	Ventajas.....	86
4.2.2.2.	Desventajas.....	87
4.3.	Selección de la alternativa.....	88
4.4.	Adaptación del sistema hidráulico	88
4.4.1.	Ajuste de posición.....	88
4.4.2.	Instalación del manómetro	90
4.5.	Descripción de la prensa a diseñar.....	92
4.6.	Análisis de la cimentación adecuada para la ubicación de la prensa	93
4.7.	Materia prima	94
4.8.	Costos del diseño	95
4.8.1.	Esquema de beneficios.....	96

5.	SEGUIMIENTO	99
5.1.	Resultados de la implementación	99
5.1.1.	Ventajas	99
5.2.	Controles y retroalimentación	102
5.3.	Mantenimiento	102
5.3.1.	Inspecciones periódicas	103
5.4.	Tipos de mantenimiento.....	104
5.4.1.	Mantenimiento preventivo	104
5.4.2.	Mantenimiento correctivo	105
5.4.3.	Mantenimiento predictivo	106
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES.....	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	111
	ANEXOS	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama de la Facultad de Ingeniería.	18
2. Prensa hidráulica	31
3. Presa de balancín	33
4. Esquema de la primera prensa hidráulica de Bramah (1770).....	34
5. Prensa de fricción para estampar de principios de siglo XX	36
6. Prensa excéntrica para embutir por estirado	37
7. Prensa de excéntrica para perforar	39
8. Prensa hidráulica de doble pistón, de 1000 toneladas.....	41
9. Diagrama de extracción.	49
10. Elementos y partes de la prensa hidráulica	55
11. Platina: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre	56
12. Mesa de prensado a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre	60
13. Pasador: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre	64
14. Tapa superior a) dimensiones b) diagrama de cuerpo libre	66
15. Columna: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre.....	71
16. Unión tapa superior-columna	76
17. Sistema de retorno	78
18. Sistema bomba-cilindro	85
19. Gato hidráulico tipo botella	86
20. Gato hidráulico invertido.....	89
21. Gato hidráulico y acumulador	90
22. Sistema de cañerías.....	91
23. Instalación: a) base, b) manómetro instalado	92

TABLAS

I. Tipos de prensas	38
II. Régimen de pruebas para la prensa hidráulica	81
III. Costos del diseño de la prensa hidráulica	95
IV. Precios de prensas hidráulicas	96
V. Puntaje asignado a cada alternativa según cada criterio	97

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área, anexo
P	Carga
<i>P_{ki}</i>	Carga de pandeo
P_{max}	Carga máxima resistente a la rotura
C_{max}	Cortante máxima
l_k	Deformación unitaria
λ	Esbeltez mecánica
n	Factor de seguridad
<i>f</i>	Flecha, flexión
kg	Kilogramo fuerza
lb	Libras
psi	Libras fuerza por pulgada cuadrada

Sy	Límite de fluencia
L	Longitud
G	Módulo de elasticidad trasversal
Mmax	Momento flector máximo
W	Momento resistente
Nc	Número de tornillos
R	Resistencia límite práctica (límite de fluencia)
F	Sección resistente del tornillo
Σ	Tensión de trabajo
Rc	Tensión de trabajo admisible
TC	Tornillo calibrado
TR	Tornillo de alta resistencia
T	Tornillo ordinario

GLOSARIO

Acciones o cargas	Es una fuerza que causa un efecto sobre un cuerpo, provocando que este experimente cambios de posición, o forma.
Alineamiento	Colocar en forma paralela dos o más objetos.
Columna	Soporte vertical de gran altura respecto a su sección transversal.
Embolo	Pieza que se mueve alternativamente en el interior de un cuerpo de bomba o del cilindro de una máquina para enrarecer o comprimir un fluido o recibir del movimiento.
Empotramiento	Sujetar algo en la pared o en el suelo, generalmente asegurándolo con concreto, o tornillos.
Flecha	Longitud que se deforma en un elemento por la acción de una carga medida desde su eje neutro.
Flexión	Encorvamiento transitorio que experimenta un sólido por la acción de una carga medida desde su eje neutro.

Pandeo	Flexión de una viga, provocada por una compresión lateral.
Perfil	Barra metálica obtenida por laminación, forja, estampación o estirado cuya sección transversal tiene diversas formas, tales como simples, dobles, cuadradas, redondas, rectangulares, triangulares, etc.
Potencia	Energía que absorbe o sede un dispositivo en la unidad de tiempo.
Viga	Barras que están sometidas a fuerzas o momentos situados en un plano que contiene a su eje longitudinal.
Retroalimentación	Información sobre el estado y el desempeño de un sistema. Respuesta del receptor al mensaje del emisor.

RESUMEN

El presente proyecto se realizó con la finalidad de tecnificar cada vez más los procesos de trabajo en el laboratorio de extracto vegetal (LIEXVE) del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería en donde se realizan las operaciones de extracción de aceites vegetales.

La gran mayoría de máquinas en las que se incluyen las prensas hidráulicas y sus accesorios, son importadas por lo cual sus precios son considerablemente altos, siendo éste el principal motivo para que los pequeños empresarios de nuestro país no implementen tecnología en sus lugares de trabajo que les permita realizar sus actividades de manera más sencilla, segura y garantizada.

En este proyecto se pretende a través de la investigación y aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, diseñar y construir una prensa hidráulica junto con otros dispositivos, que permitan la extracción de aceites fijos en forma segura, garantizada y que tenga un bajo costo de adquisición.

OBJETIVOS

General

Diseñar e implementar una prensa hidráulica para la extracción de aceites fijo en el Laboratorio de Investigaciones de Extractos Vegetales (LIEXVE) del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Analizar los métodos actuales de extracción de aceites fijos en el centro de investigaciones y optimizar el uso de la materia prima.
2. Proponer un diseño real y efectivo, que sea factible para el laboratorio.
3. Hacer eficiente y productivo el proceso de extracción de aceites fijos.
4. Facilitar las investigaciones en el laboratorio de investigaciones de extractos vegetales (LIEXVE) del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería por medio de la prensa hidráulica.
5. Dar a conocer al usuario el adecuado mantenimiento de la prensa hidráulica.
6. Diseñar una prensa hidráulica fácil de manejar y que se acople al entorno del operador.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de ingeniería es un documento técnico que presenta el diseño de una prensa hidráulica para la extracción de aceites fijos y la adecuada implementación de la prensa en el Laboratorio de Investigaciones de Extractos Vegetales (LIEXVE) del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Dado a que en la Universidad de San Carlos de Guatemala y en la Facultad de Ingeniería están en constante búsqueda de mejorar sus métodos de enseñanza a nivel profesional, el Laboratorio de Investigaciones de Extractos Vegetales (LIEXVE) coadyuva en la extracción de aceites fijos de frutos o semillas, así como también en los estudios e investigaciones que se realizan a nivel de laboratorio académico y para el sector privado.

Es importante diseñar e implementar una prensa hidráulica en el Laboratorio de Investigaciones de Extractos Vegetales (LIEXVE) en la cual se realice el proceso de extracción de aceites fijos de frutos y semillas. Dicho proceso se debe realizar de una forma práctica y segura por medio de la maquinaria y herramientas adecuadas.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala

La Universidad de San Carlos Borromeo de Guatemala fue fundada el 31 de enero de 1676 por Real Cédula de Carlos II, siendo la cuarta universidad fundada en América. Algunos de los pensadores más importantes de la historia de Guatemala se han formado en este centro de estudio. Siendo la Universidad de San Carlos de Guatemala la única universidad pública en Guatemala, se ha convertido también en la más importante.

En la época de la revolución guatemalteca se estableció su total autonomía, llegando a nivel constitucional. La trascendencia de sus estudiantes y de la misma se ha visto reflejada en diferentes épocas de importancia, desde la independencia de Guatemala, la Revolución de 1944, el conflicto armado guatemalteco y hasta la fecha.

1.1.1. Ubicación

El campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala está ubicado en la Ciudad Universitaria zona 12, ciudad Guatemala, Guatemala C.A

1.1.2. Historia

- Primeras universidades en América

Casi medio siglo luego de la colonización, se fundaron las primeras universidades en el continente americano:

- La primera universidad fundada fue la Universidad de San Marcos, en Lima, Perú primera en obtener Cédula Real, fundada el 12 de mayo de 1551.
- La segunda universidad, fundada en 1553 por Real Cédula del Rey Felipe II, fue la Real y Pontificia Universidad de México.

- Colegio Universitario de Santo Tomás, fundado en 1562

El primer Colegio en Guatemala es producto de la última voluntad del Obispo Marroquín, quien al fallecer en 1563, en su testamento dejó varios bienes para que se fundara un Colegio de Artes, Teología y otras ciencias, lo que se logró en 1620 al establecerse el Colegio de Santo Tomás de Aquino.

Los estudios universitarios aparecen en Guatemala desde mediados del siglo XVI, cuando el primer obispo del reino de Guatemala, Licenciado Don Francisco Marroquín, funda el Colegio Universitario de Santo Tomás, en 1562, para becados pobres; con las cátedras de filosofía, derecho y teología.

Luego, por la orden de la Compañía de Jesús y a estas instituciones le siguieron el Colegio de Santo Domingo y el tridentito. Las primeras autorizaciones para otorgar grados universitarios se concedieron a estos

colegios, en vista de la ausencia de una Universidad. Existen abundantes datos históricos de las solicitudes del Colegio de San Lucas ante la autoridad Real para convertirse en universidad.

Los bienes dejados para el Colegio Universitario se aplicaron un siglo más tarde para formar el patrimonio económico de la Universidad de San Carlos, juntamente con los bienes que legó para fundarla, el correo mayor Pedro Crespo Suárez. Hubo ya desde principios del siglo XVI otros colegios universitarios, como el Colegio de Santo Domingo y el Colegio de San Lucas, que obtuvieron licencia temporal de conferir grados.

- Autorización de su fundación

La fundación de la Universidad de San Carlos de Guatemala fue debido a gestión del primer obispo licenciado Francisco Marroquín ante el Monarca Español en su carta de fecha primero de agosto de 1548, en la cual solicita la autorización para fundar una universidad en la ciudad de Guatemala, actualmente Antigua Guatemala.

El ayuntamiento de la Ciudad de Santiago de Guatemala, la Real Audiencia y varias de las órdenes religiosas también enviaron similares peticiones: la necesidad de una institución de educación superior era evidente. Entre la solicitud y la fundación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se establecieron Colegios de Artes, Teología y Filosofía.

Varias donaciones se hicieron para apoyar la fundación de la Universidad, entre ellas destacan la del capitán Pedro Crespo Suárez, Correo Mayor del Reyno, que donó alrededor de 40.000 reales en 1646 para que el Colegio de Santo Tomás de Aquino se convirtiera en universidad. Esta donación fue

tomada en cuenta en la Real Cédula de fundación, así como la de don Sancho de Barahona y su esposa doña Isabel de Loaiza.

En 1659 el obispo Fray Payo Enríquez de Rivera envió a su majestad Carlos II un informe, en donde manifiesta la necesidad de contar con una institución de educación superior.

El 5 de julio de 1673 se recibió la Real Cédula que ordenaba que se hiciese una junta en la ciudad de Santiago de Guatemala, formada por el presidente de la Real Audiencia, el Oidor más antiguo y fiscal de ella, el Obispo, para que analizaran los pros y los contra de la fundación de una universidad. Dicha junta informó sobre la necesidad de contar con una institución universitaria, derivado de lo cual se funda la Universidad de San Carlos de Guatemala, en su orden de fundación la cuarta del continente americano.

- Fundación

La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada siglo y medio después de la conquista española, por Real Cédula de Carlos II, de fecha 31 de enero de 1676.

La universidad abrió por primera vez sus puertas el 7 de enero de 1681, con más de sesenta estudiantes inscritos.

Las primeras cátedras de la Universidad de San Carlos fueron:

- Cánones
- Leyes
- Medicina
- Teología Escolástica
- Teología Moral
- Dos cursos de lenguas

Ese mismo año, se realiza la primera protesta estudiantil por los primeros alumnos de Leyes y Derecho canónico, porque los profesores nombrados en forma interina no inician clases y el 3 de febrero de 1681. Piden a las autoridades universitarias el nombramiento del Licenciado Antonio Dávila Quiñonez para la cátedra de Leyes, la cual es autorizada el 10 de febrero de ese año.

La constitución universitaria exigía la libertad de cátedra, asimismo obligaba a que se leyesen doctrinas filosóficas contrarias para motivar la dialéctica y la discusión de ideas.

Además de cátedras de su tiempo: ambos derechos (civil y canónico), medicina, filosofía y teología, incluyó en sus estudios la docencia de lenguas indígenas.

La Universidad San Carlos de Guatemala recibió la aprobación papal por bula del 18 de junio de 1687, 10 años después de su fundación y 6 años después de que comenzaran las clases.

1.1.3. Misión

En su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación.

En todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales.

1.1.4. Visión

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con una cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social y humanista, con una gestión actualizada, dinámica y efectiva y con recursos óptimamente utilizados para alcanzar sus fines y objetivos, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica.

1.1.5. Organización

La estructura orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuentra integrada por unidades de decisión superior, unidades de apoyo funcional y las unidades ejecutoras del desarrollo de las funciones de docencia, investigación y extensión de la universidad.

1.1.5.1. Facultades y Escuelas

Escuelas:

Ciencias Políticas, Ciencias de la Comunicación, Ciencias Lingüísticas, Ciencias Psicológicas, Formación de Profesores de Enseñanza Media, Historia, Superior de Arte, Trabajo Social.

Facultades:

Agronomía, Arquitectura, Ciencias Económicas, Ciencias Jurídicas y Sociales, Ciencias Médicas, Ciencias Químicas y Farmacia, Humanidades, Ingeniería, Odontología, Veterinaria y Zootecnia.

1.2. Facultad de Ingeniería

El objetivo de la Facultad de Ingeniería ha sido la formación de profesionales de alto prestigio, que han contribuido con sus conocimientos, al progreso científico y tecnológico de Guatemala.

1.2.1. Ubicación

La Facultad de Ingeniería se encuentra ubicada en el edificio T-3 dentro de la Ciudad Universitaria en la zona 12 de la ciudad capital.

1.2.2. Historia

En 1834, siendo Jefe del Estado de Guatemala don Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, sucesora de la Universidad de San Carlos,

implantándose la enseñanza de Álgebra, Geometría, Trigonometría y Física. Se otorgaron títulos de Agrimensores; siendo los primeros graduados Francisco Colmenares, Felipe Molina, Patricio de León y nuestro insigne poeta José Batres Montúfar.

Desde 1676, en sus primeras épocas, la Universidad de San Carlos graduaba teólogos, abogados, y más tarde, médicos. Hacia 1769 se crearon cursos de Física y Geometría, paso que marcó el inicio de la enseñanza de las ciencias exactas en el reino de Guatemala.

La Academia de Ciencias funcionó hasta 1840, año en que bajo el gobierno de Rafael Carrera, volvió a transformarse en la Universidad. En ese año, la Asamblea publicó los estatutos de la nueva organización, exigiendo que para obtener el título de Agrimensor, era necesario poseer el título de Bachiller en Filosofía, tener un año de práctica y aprobar el examen correspondiente.

La Revolución de 1871 hizo tomar un rumbo distinto a la enseñanza técnica superior. Y, no obstante que la Universidad siguió desarrollándose, se fundó la Escuela Politécnica en 1873 para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales militares.

Decretos gubernativos específicos de 1875 son el punto de partida cronológico para considerar la creación formal de las carreras de Ingeniería en la recién fundada Escuela Politécnica; carreras que más tarde se incorporaron a la Universidad.

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por decreto del gobierno en 1882 se elevó a la categoría de Facultad dentro de la misma Universidad, separándose así de la Escuela

Politécnica. En 1882 el Ing. Cayetano Batres del Castillo fue el primer Decano de la Facultad de Ingeniería, siendo sustituido dos años más tarde por el Ing. José E. Irungaray, que fue cuando se reformó el programa de estudios anterior, reduciéndose a seis años la carrera de Ingeniería, que era de ocho.

En 1894, por razones de economía, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica, iniciándose un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó alternativamente de la Politécnica a la Universidad y viceversa, varias veces, ocupando diversos locales, incluyendo el edificio de la Escuela de Derecho y Notariado.

Dentro de esas vicisitudes cabe mencionar que en 1895 se iniciaron nuevamente los estudios de Ingeniería en la Escuela Politécnica, ofreciendo las carreras de Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Civil e Ingeniero Militar; habiéndose graduando 11 ingenieros civiles y militares.

La anterior inestabilidad terminó con la supresión de la Escuela Politécnica en 1908, a raíz de los acontecimientos políticos acaecidos en ese año. El archivo de Facultad siguió en el mismo lugar hasta 1912, año en que fue depositado temporalmente en la Facultad de Derecho.

A partir de 1908 la Facultad tuvo una existencia ficticia. Hasta 1918, la Universidad fue reabierto por Estrada Cabrera y a la Facultad de Ingeniería se le denominó Facultad de Matemáticas.

Entre 1908 y 1920, a pesar de los esfuerzos de los ingenieros guatemaltecos, y por causa de la desorganización imperante, apenas pudieron incorporarse 3 ingenieros que habían obtenido títulos en el extranjero.

En 1920 la Facultad reinicia sus labores en el edificio que ocupó durante muchos años frente al parque Morazán, ofreciendo únicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo hasta 1930. Es interesante observar que durante ese período se incorporaron 18 ingenieros de otras especialidades, entre ellos 4 ingenieros electricistas.

En 1930 se reestructuraron los estudios estableciéndose la Carrera de Ingeniería Civil. De este hecho arranca la época moderna de esta Facultad.

Debido a la preocupación imperante entre profesores y alumnos, en 1935 se impulsaron más reformas, elevando el nivel académico y la categoría del currículum. El nuevo plan incluía conocimientos de Física, Termodinámica, Química, Mecánica y Electricidad; que en resumen, constituían los conocimientos fundamentales para afrontar las necesidades de desarrollo de Guatemala en el momento en que se daba el primer impulso a la construcción moderna y a una naciente industria.

En 1944 sobresale por el reconocimiento de la autonomía universitaria y la asignación de sus recursos financieros del presupuesto nacional fijados por la Constitución de la República. A partir de entonces, la Facultad de Ingeniería se independiza de las instituciones gubernamentales y se integra al régimen autónomo estrictamente universitario.

Este desarrollo de la Facultad también provocó un incremento progresivo de la población estudiantil; por lo que fue necesario su traslado. En 1947, la Facultad ofrecía solamente la carrera de Ingeniería Civil; en este año se cambiaron los planes de estudios al régimen semestral en el que, en lugar de seis años, se establecieron 12 semestres para la carrera.

La Escuela Técnica de la Facultad de Ingeniería fue fundada en 1951 con el fin de capacitar y ampliar los conocimientos de los operarios de la construcción. Cuando el Instituto Técnico Vocacional incluyó dentro de sus programas esta labor, la Escuela Técnica para evitar duplicidad de esfuerzos, orientó sus actividades hacia otros campos, siempre dentro del área de la ingeniería, en cumplimiento de las funciones de extensión universitaria que les son propias.

Una de tales actividades fue la creación en 1968, del curso de Capacitación de Maestros de Obra con un plan de estudios de un año, dividido en dos semestres al final de los cuales se extiende el diploma correspondiente.

Además, dentro de la Facultad de Ingeniería fue creada la carrera de Ingeniero Arquitecto en 1953, pasó que condujo, posteriormente, a la creación de la Facultad de Arquitectura.

Así también, en 1959 se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería, para fomentar y coordinar la investigación científica con participación de varias instituciones públicas y privadas.

En 1965 se puso en funcionamiento el Centro de Cálculo Electrónico, dotado de computadoras y del equipo periférico necesario. Poniendo al servicio de catedráticos, investigadores y alumnos, los instrumentos necesarios para el estudio y aplicación de los métodos modernos de procesamiento de la información. Constituyendo un evento importante a nivel nacional y regional.

En 1966 se estableció en la Facultad de Ingeniería un primer programa regional (centroamericano) de estudios a nivel de postgrado, creándose la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y la Maestría en Ingeniería Sanitaria.

Estos estudios son reconocidos internacionalmente. Posteriormente, ese mismo programa se amplió, con la Maestría en Recursos Hidráulicos.

La Escuela de Ingeniería Química, que estaba funcionando en la Facultad de Farmacia desde 1939, se integró a la Facultad de Ingeniería en 1967, año en que se creó también la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica y la combinada de Ingeniería Mecánica Industrial.

Por su parte la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se creó en 1968 teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Posteriormente, en 1970, se creó la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas a nivel de Licenciatura.

Al final de la década de los 60's se realizaron estudios para la reestructuración y modernización del Plan de Estudios de la Facultad. El nuevo plan fue conocido y aprobado por la Junta Directiva de la Facultad y por el Honorable Consejo Superior Universitario en octubre y noviembre de 1970. Fue así como en 1971 se inició la ejecución del Plan de Reestructuración de la Facultad de Ingeniería (Planderest), que impulsaba la formación integral de los estudiantes de ingeniería para una participación cada vez más efectiva de la ingeniería en el desarrollo del país. El plan incluía la aplicación de un *pensum* flexible que permite la adaptación al avance tecnológico, a las necesidades de desarrollo productivo del país, así como a la vocación de los estudiantes.

En 1974 se creó la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería.

En 1975 fueron creados los estudios de Postgrado en Ingeniería de Recursos Hidráulicos, en tres opciones: Calidad del Agua, Hidrología e Hidráulica.

En 1976 se creó la Escuela de Ciencias para atender la etapa básica común para las diferentes carreras de ingeniería.

En 1980 se establecieron, dentro de la Escuela de Ciencias, las carreras de Licenciatura en Matemática Aplicada y Licenciatura en Física Aplicada.

En 1984 fue creado el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, que inició sus actividades con un programa de estudios de hidrocarburos y varios cursos sobre exploración y explotación minera, geotecnia, pequeñas centrales hidroeléctricas e investigación geotérmica, con el apoyo del Ministerio de Energía y Minas.

Por aparte, con el fin de mejorar su administración docente, en 1986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separó de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

Así mismo, debido al avance tecnológico en la ramas de Ingeniería Eléctrica, en 1989 se creó la carrera de Ingeniería Electrónica a cargo de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

En 1994 se creó la unidad académica de Servicio de Apoyo al Estudiante (SAE) y de Servicio de Apoyo al Profesor (SAP), llamada por sus siglas SAE-SAP, que tiene como fin prestar apoyo al estudiante por medio de la ejecución de programas de orientación y tutorías en el plano académico, administrativo y social y para facilitar la labor docente y de investigación de los profesores.

Finalmente, en 1995 se expande la cobertura académica de la Escuela de Postgrado con los nuevos estudios a nivel de Maestría en Sistemas de Construcción y en Ingeniería Vial, y en 1996 aún más, con los correspondientes a la Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones.

A partir del primer semestre 2007 se creó la carrera de Ingeniería Ambiental.

1.2.3. Misión

Formar profesionales de la ingeniería con valores éticos, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno, conscientes de la realidad nacional y comprometidos con la sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología apropiada contribuyan al bien común y desarrollo sostenible del país y la región.

1.2.4. Visión

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala es una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional. Formando profesionales emprendedores en distintas áreas de la ingeniería con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y la promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.

1.2.5. Organización de la Facultad de Ingeniería

La Facultad se ha organizado para su funcionamiento en unidades ejecutoras; cada una con funciones específicas.

Adicionalmente conforman la Facultad las unidades de apoyo administrativo a la función docente y de investigación que depende de la Secretaría, así como las unidades de administración general.

1.2.5.1. Organización académica

La Facultad de Ingeniería está organizada en Escuelas Facultativas, Coordinaciones de Carrera, Centros, Departamentos y Unidades Académicas, Administrativas y de Servicio.

Las Escuelas que tiene la Facultad de Ingeniería son las siguientes: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, de Ciencias, Técnica. A nivel de postgrado están la Escuela de Postgrado y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

Además, integran la Facultad de Ingeniería el Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII; el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, CESEM; el Centro de Cálculo; la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, EPS; la Unidad de Servicio de Apoyo al Estudiante y de Apoyo al Profesor, SAE/SAP. Recientemente se han creado: el Centro de Desarrollo Extracurricular, CEDE, y el Laboratorio de Computación para Estudiantes.

Adicionalmente, conforman la Facultad las unidades de apoyo administrativo a la función docente y de investigación que dependen de la Secretaría, así como las unidades de administración general.

En la organización de la Escuela de Ingeniería Civil están los siguientes departamentos: Estructura, Hidráulica, Transporte, Planeamiento, Construcciones Civiles, Materiales y Topografía. Por su parte, la Escuela de Ingeniería Química se organiza en cuatro áreas, que son las de: Química, Físico Química, de Operaciones Unitarias y Complementarias, y de Especialización en Ingeniería Química.

La Escuela de Ciencias se divide en las Coordinaciones de las Carreras de las Licenciaturas en Matemática Aplicada y en Física Aplicada, los departamentos de Física y Matemática y las áreas de Estadística, Química General, Social Humanística y Técnica Complementaria.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial está dividida en tres áreas: Administrativa, Producción y Métodos Cuantitativos.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica tiene en su organización interna tres áreas: Electrotecnia, Potencia y Electrónica; esta última coordina la carrera de Ingeniería Electrónica. La Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos tiene dos áreas: Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

1.2.5.2. Junta Directiva

Es la autoridad máxima de la Facultad de Ingeniería, es presidida por el decano, y también está conformada por el secretario académico y cinco

vocales, los cuales son dos catedráticos, uno no profesional no catedrático y dos estudiantes. Los miembros son electos por período de cuatro años con excepción de los vocales estudiantiles, cuyo período es de un año.

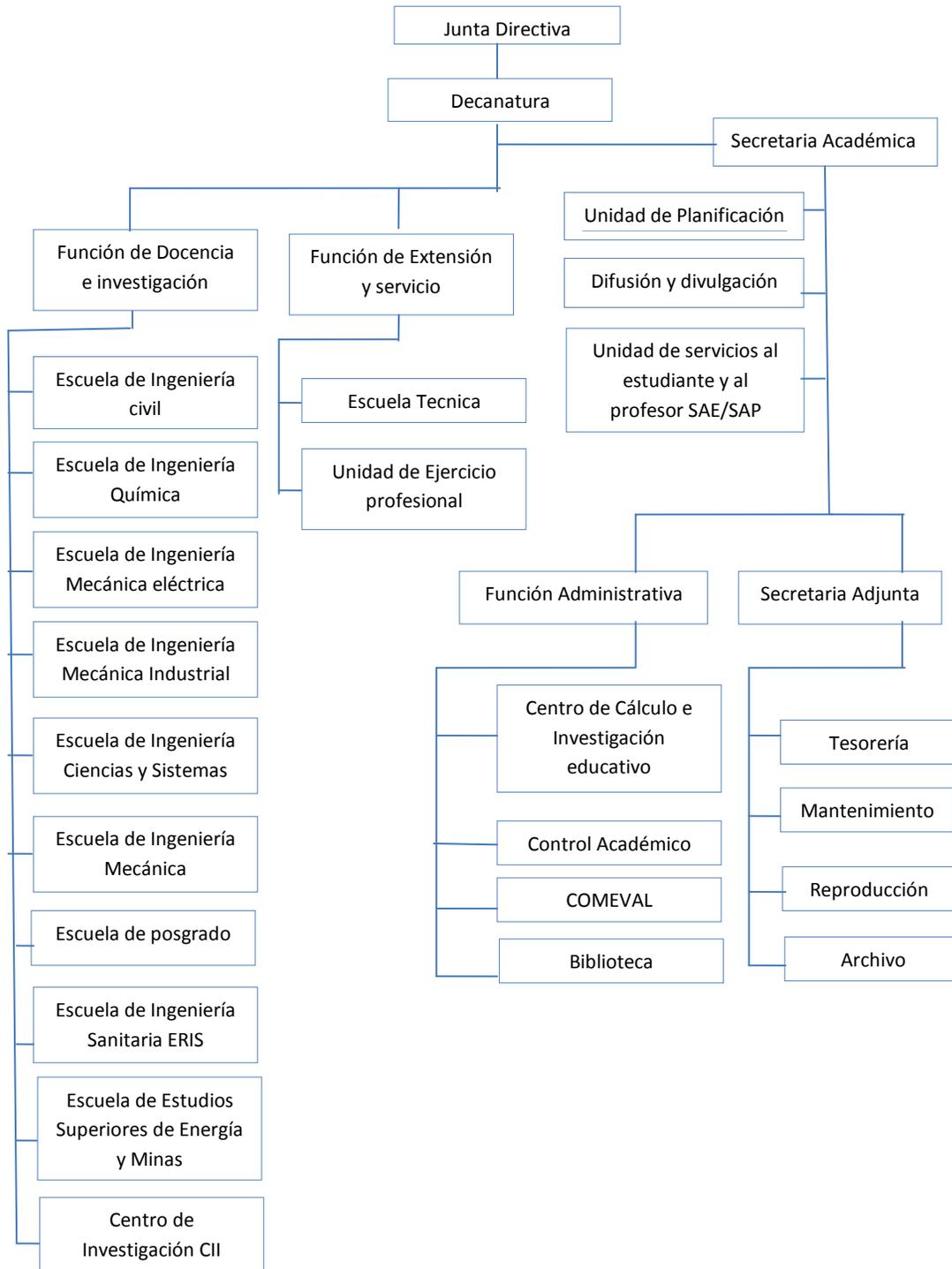
Los vocales catedráticos son electos por los profesores titulares. El vocal profesional es electo por los miembros de los Colegios de Ingenieros de Guatemala y de Ingenieros Químicos y los vocales estudiantiles, por los estudiantes de la Facultad. El secretario es nombrado por la Junta Directiva.

El decano representa a la Facultad en todos los actos administrativos y académicos, y, dirige las escuelas facultativas adscritas a ella, ya que tiene funciones de carácter administrativo, ejecutivo y académico. Su período es de cuatro años y es electo por tres cuerpos electorales, integrados por los catedráticos titulares, un segundo cuerpo integrado por igual número de profesionales electores no catedráticos de los dos colegios de ingenieros, e, igual número de estudiante.

1.2.5.3. Organigrama de la Facultad de Ingeniería

El Organigrama de la Facultad de Ingeniería es un modelo abstracto y sintomático, que permite obtener una idea uniforme acerca de la organización. Este Organigrama representa con toda fidelidad una pirámide jerárquica.

Figura 1. Organigrama de la Facultad de Ingeniería



Fuente: catálogo de Ingeniería 2006

1.2.5.4. Escuelas

La Facultad de Ingeniería cuenta con las siguientes escuelas.

- Escuela de Ingeniería Civil
- Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
- Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
- Escuela de Ingeniería Química
- Escuela de Ingeniería Mecánica
- Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas
- Escuela de Ciencias
- Escuela Técnica

1.2.6. Funciones

La Facultad se ha organizado para su funcionamiento en unidades ejecutoras; cada una con funciones específicas.

1.2.6.1. Función administrativa

- Decanatura

Representa a la Facultad y dirige su funcionamiento poniendo en práctica todos los acuerdos de la Junta Directiva y lo estipulado en las leyes y reglamentos universitarios.

- Unidad de Planificación

Asesora a la Decanatura preparando estudios sobre aspectos académicos, administrativos y tecnológicos.

Los objetivos son:

Definir alternativas de la política del desarrollo educativo en relación con la demanda de recursos que plantea el desarrollo nacional.

Elaborar los planes relacionados con los aspectos de docencia, investigación y extensión que permitan alcanzar los objetivos planteados en la política educativa de la Facultad.

Impulsar los planes de desarrollo educativo en los distintos niveles de decisión, a corto, mediano y largo plazo.

Promover los marcos generales de trabajo tomando en cuenta los planes de desarrollo nacional, las políticas adoptadas por la Facultad y los recursos necesarios.

- Oficina de Orientación Estudiantil y Desarrollo Humano

Es una oficina creada por la Administración del Ingeniero Murphy Olympo Paiz Recinos, como parte de la Unidad de Planificación, decide brindar el servicio de apoyo al estudiante y el área de Ubicación Laboral y Desarrollo Humano. Oficina ubicada en la oficina 217 del edificio T-3. Cuyos objetivos en el área de Orientación Estudiantil son brindar atención y apoyo personal y telefónica de asuntos estudiantiles, llevar el registro de asistencia de los

catedráticos, resolución de problemas estudiantiles ante Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, asignación y autorización de salones de clase a catedráticos y estudiantes para cursos, conferencias y pruebas. Y en el área de Desarrollo Humano: información y asesoría sobre becas de estudios de especialización y posgrado en el territorio nacional y en el extranjero, contacto con empresas para ubicación laboral de aspirantes a plazas vacantes, coordinación de cursos libres de especialización y capacitación.

1.2.6.2. Función docente

La función docente a nivel de Licenciatura se desarrolla a través de las escuelas que dirigen y administran la formación profesional de la o las carreras que les corresponde y llevan a cabo el intercambio con instituciones nacionales e internacionales. Se han instituido las siguientes:

Escuela de Ingeniería Civil

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Escuela de Ingeniería Química

Escuela de Ingeniería Mecánica

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Escuela de Ciencias

Escuela Técnica

Escuela de Posgrado

Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y

Recursos Hidráulicos (Posgrado)

Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas

Las escuelas se subdividen en departamentos y áreas de docencia las que agrupan cursos afines y tienen la responsabilidad de supervisarlos, así como, establecer una coordinación eficiente con otros departamentos y escuelas. La función docente a nivel de postgrado, se desarrolla a través de la Escuela de Postgrado, la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos –ERIS- y el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas - CESEM-.

1.2.6.3. Función de investigación

Centro de Investigaciones de Ingeniería: investiga, coordina e imparte docencia práctica; coordina y asesora investigadores para fines científicos, docente y de servicio. Esta unidad fue creada para que el campo propio de la ingeniería desempeñe esta función, tanto dentro de la universidad como en el país.

1.3. Centro de Investigación de Ingeniería CII

El Centro de Investigaciones de Ingeniería fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario, el 27 de julio de 1963, y la base para constituir el Centro fue la unificación de los Laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en 1959; de la subsecuente adición de los Laboratorios de Química y Microbiología Sanitaria de Aguas de la Municipalidad de Guatemala y los laboratorios docentes de Ingeniería Química, Mecánica e Ingeniería Eléctrica, al formarse las respectivas Escuelas Facultativas.

A la fecha el Centro de Investigaciones de Ingeniería lleva a cabo sus actividades por medio de las siguientes secciones: de Metales, Concreto,

Suelos, Morteros, Hidráulica, Estructuras, Química Industrial, Microbiología, Centro de Información de la Construcción, Metrología Eléctrica, Normalización, Proyectos de Investigación y Estudios Especiales; en todas ellas laboran alrededor de 15 profesionales, 33 técnicos y 14 entre administrativos y de servicios. Además, se cuenta con 12 catedráticos de tiempo parcial y 12 ayudantes de cátedra para prácticas de laboratorio, con cargo a las escuelas profesionales de la Facultad de Ingeniería sus instalaciones alcanzan 5 310 metros construidos.

1.3.1. Actividades

El Centro de Investigaciones de Ingeniería presta sus servicios a entidades públicas y privadas, gubernamentales y no gubernamentales así como a personas individuales que buscan la solución a sus problemas técnicos específicos, en las áreas de la Construcción, Ingeniería Sanitaria, Metrología Industrial y Química Industrial.

1.3.1.1. Servicios y consultoría

Realiza expertajes, evaluaciones, inspecciones presta asesoría en materia de sus competencias; así como análisis y ensayos de comprobación o control de la calidad de materiales de diversa índole.

Brinda apoyo técnico-científico a toda entidad, profesional o persona interesada, para ayudar a resolver sus necesidades y contribuir en la mejora de su trabajo.

1.3.1.2. Docencia

Desarrolla prácticas experimentales como apoyo a las carreras de ingeniería.

Desarrolla programas de prácticas de laboratorio para otras universidades.

La docencia se imparte en las secciones de trabajo del CII y para su gestión y administración se realizan convenios con las Escuelas Facultativas de la Universidad de San Carlos de Guatemala y/o con las entidades interesadas en la formación de estudiantes de Ingeniería.

1.3.1.3. Investigación

Realiza una serie de estudios dentro de los cuales destacan:

Tecnología para los asentamientos humanos, tipología de la vivienda, análisis climático.

Materiales y sistemas constructivos: edificaciones de bajo costo, bambú, puzolanas, suelos, concreto simple y reforzado con fibras, madera, ferrocemento, mampostería, cales, cementos, yesos, morteros, etc.

Materiales y sistemas constructivos para caminos rurales.

Fuentes nuevas y renovables de energía: energía solar directa, cocinas de leña, combustibles de origen vegetal, producción de alcohol, desechos orgánicos para aprovechamiento de energía, bombeo de agua,

aprovechamiento del viento, vivienda demostrativa de tecnologías apropiadas al medio rural, etc.

Los proyectos de investigación con sus respectivos subproyectos forman parte de los programas generales de funcionamiento del centro, que cuenta con recursos humanos, físicos y económicos del CII, así como con aportes económicos de entidades nacionales e internacionales.

1.3.1.3.1. Investigación aceites vegetales

Dentro de las actividades de investigación se ubica el aceite vegetal este es un compuesto orgánico obtenido a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía.

La composición química de los aceites vegetales corresponde en la mayoría de los casos a una mezcla de 95% de triglicéridos y 5% de ácidos grasos libres, de esteroides, ceras y otros componentes minoritarios. Los triglicéridos son triésteres formados por la reacción de ácidos grasos sobre las tres funciones como alcohol del glicerol.

1.3.1.3.2. Fuentes del aceite vegetal

El aceite vegetal puede provenir de frutos o semillas como:

- La aceituna (fruto del olivo)
- La soja
- La palma, tanto del fruto como del hueso
- El sésamo
- El arroz
- El maíz

- El lino
- El cártamo
- El cáñamo
- La colza, en especial la variedad canola (canadian oil low acid) originaria de Canadá, que es una variedad apta para consumo humano
- La almendra
- La nuez
- La avellana
- Las pepitas de uva
- Las semillas de amapola
- Las semillas de calabaza
- La higuera

1.3.1.3.3. Uso alimentario

Los aceites vegetales son preferibles a las grasas animales para el consumo humano. Esto se debe a que son ricos en ácidos grasos mono o poliinsaturados, una cualidad muy importante para la transformación de grasa en el organismo humano. En la actualidad es obligación del fabricante de productos en que aparezca el aceite vegetal advertirlo en el etiquetado. A veces esta advertencia se hace refiriéndose al aceite utilizado, aunque lo más común es que sean varios y mezclados en cuyo caso se advierte simplemente de que el producto contiene aceites vegetales, sin especificar.

1.3.1.3.4. Otros usos

La mayor parte de los aceites vegetales se usan para alimentar el ganado. El aceite vegetal más usado para consumo humano es el de girasol. El aceite

de palma, que es sólido a temperatura ambiente, se usa especialmente para jabones y cosméticos.

La mayor parte del aceite de colza producido en Europa se usa para producción de biodiesel, aunque puede ser producido con otros como el de girasol o el de cáñamo. Aunque también se ha extendido el uso de estos aceites vegetales como combustibles para los motores diesel.

El aceite vegetal también se puede utilizar como combustible en vehículos híbridos o adaptados.

1.3.1.3.5. Métodos de extracción

El aceite vegetal se puede obtener mecánica o químicamente, y en general se usa alguna combinación de ambas técnicas. En el método mecánico las semillas y frutos oleaginosos se someten a un proceso de prensado. Los residuos de este prensado se aprovechan como alimento para el ganado, por ser un producto muy rico en proteínas. Finalmente se somete al aceite extraído a otro proceso de refinamiento. El método químico utiliza disolventes químicos que resulta más rápidos y baratos, además de dar mejor rendimiento. El solvente generalmente usado es el hexano.

Los aceites hidrogenados se forman a partir de aceite e hidrógeno. La combinación de ambos se realiza en caliente y a presiones elevadas, de modo que el aceite líquido se transforma en mantecas o grasas o en una sustancia semisólida con la que se elaboran las margarinas.

1.3.1.3.6. Extracción por presión

Una vez que las semillas han sido molidas, se las somete al prensado. Las prensas pueden ser hidráulicas o discontinuas y continuas.

La actual extracción por presión se lleva a cabo casi exclusivamente por prensas continuas, por la economía de sus instalaciones, pero no realiza una profunda extracción de las materias grasas contenidas en sus semillas.

En recipientes calentadores de doble fondo se calienta la harina (semillas molidas) a temperaturas que oscilan entre 90 °C y 95 °C, dependiendo del material con que se trabaje. El calentamiento busca eliminar el exceso de humedad de la harina, con lo cual se aumenta el rendimiento al lograrse mayores presiones y facilitarse la fluidez del material trabajado.

Luego el material pasa a una cuba de acero, que posee en su interior un tornillo sinfín, en el cual, el número de espiras y el diámetro aumenta de un extremo al otro, viéndose el material obligado a pasar por espacios cada vez más reducidos, aumentando de esa manera la compresión se logra extraer el aceite.

El aceite obtenido se vierte a tanques de sedimentación, quedando como subproducto el expeller, el cual generalmente se somete a una segunda presión. El expeller final posee entre el 6-7% de aceite.

Posteriormente por un proceso de filtración se elimina del aceite todo lo no sea materia grasa, (resto de expeller, harina de molienda, materias

mucilaginosas). Se obtiene de esta manera el aceite crudo, el cual se almacena en tanque o depósitos de hierro.

Los aceites industriales pueden usarse luego de esta operación, los aceites comestibles deben ser sometidos a una posterior refinación.

1.3.1.3.7. Extracción por solvente

Este sistema se caracteriza por su gran rendimiento, poco empleo de mano de obra y fuerza motriz. Permitiendo la recuperación del solvente utilizado.

Para el eficaz cumplimiento de los fenómenos de ósmosis, difusión y extracción, la materia prima debe recibir una adecuada preparación. Esta consiste en el laminado de la misma, donde el material, sin sufrir extracción ni molienda, toma forma de láminas delgadas que favorecen la difusión.

La semilla laminada circula por una cinta transportadora, donde queda sometida a un rociado intenso del disolvente. La solución obtenida de aceite-solvente, denominada micela, es enviada a destilación para separar el aceite del solvente. A su vez la materia prima agotada se seca y tuesta para recuperar el resto del solvente.

El disolvente usado es hexano, siendo este el más inofensivo para la salud y el que produce aceite más puros.

El subproducto de esta extracción es la harina, con no más de 1-2% de aceite. Por prensado de las harinas se obtienen los pellets.

1.3.1.3.8. Extracción por sistema combinado

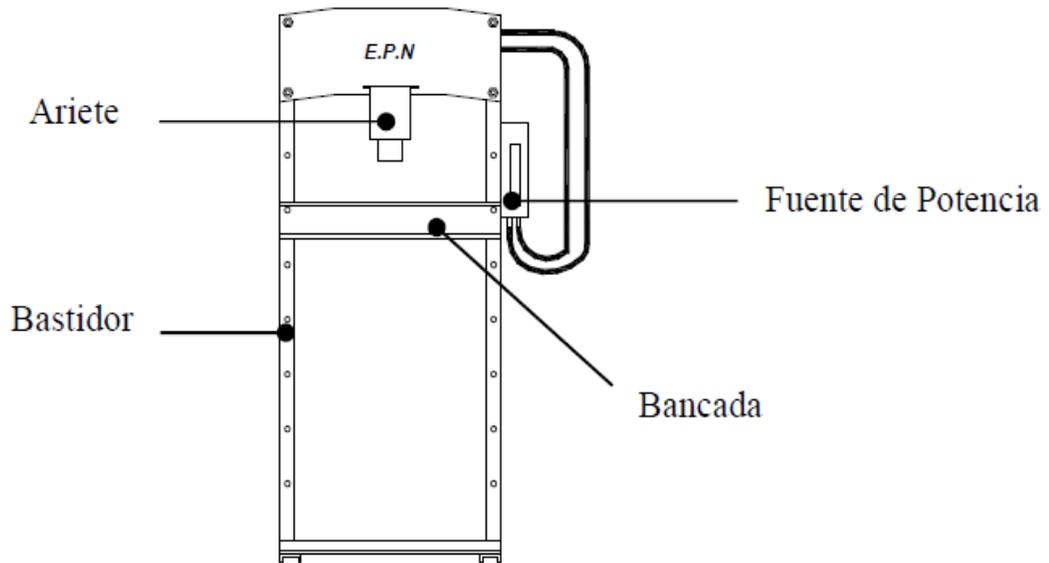
Se hace una primera extracción utilizando el método por presión continua y luego una segunda extracción con solvente.

En el país cuando se usa solvente, se hace en forma combinada, siendo poco común el uso exclusivo del método por solvente.

1.4. La prensa

La prensa es una máquina herramienta que pertenece al grupo de aparatos de movimiento rectilíneo alternativo, tiene como finalidad lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material mediante la aplicación de una carga. Son conocidas desde la antigüedad, empleadas prácticamente en todas las industrias, y utilizadas para actuar sobre distintos materiales ya sea en frío o en caliente, en cualquier operación que se requiera una fuerte presión, por ejemplo: embalar, forjar, extruir, estampar, laminar, estirar, etc.

Figura 2. Prensa hidráulica



Fuente: elaboración propia.

1.4.1. Reseña histórica

Para llegar al estado actual de la tecnología del prensado ha sido necesario aplicar, combinar y desarrollar técnicas muy diversas, fundamentos teóricos muy distantes y aportaciones individuales muy numerosas.

Esto ha hecho que el proceso evolutivo experimentado por la prensa, una de las máquinas más populares de todos los tiempos, sea tan amplio y complejo que resulta muy difícil sintetizarlo en un breve artículo, por lo que a continuación se indica algunos de los hitos más relevantes, ocurridos en el transcurso de los últimos siglos.

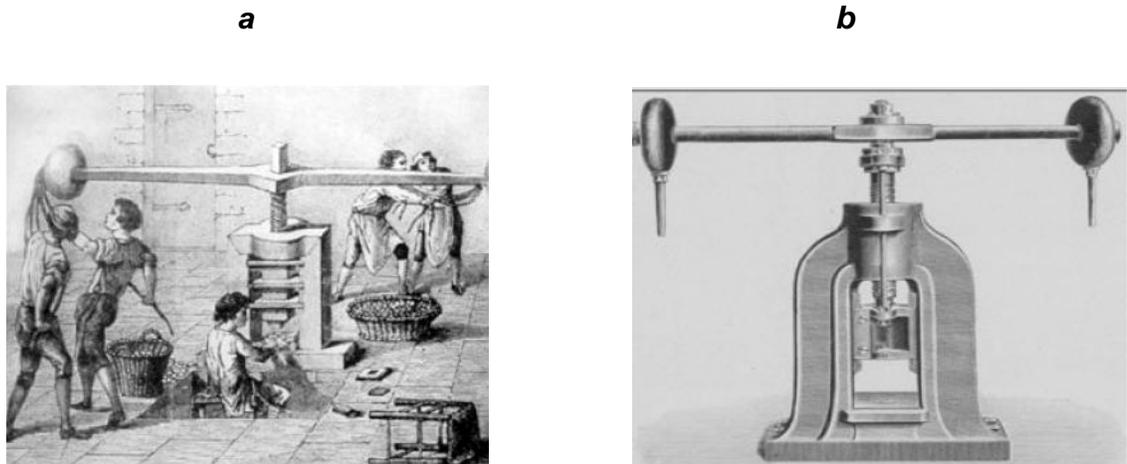
1.4.1.1. Prensa de balancín

Diseñada por Leonardo Da Vinci, se generaliza por el acuñado de monedas a partir del modelo de Briot en 1616 y mantiene su vigencia, con ligeras modificaciones durante más de tres siglos.

La utilización de pequeñas presas de balancín se inicia en el siglo XIV y, de hecho, se conoce diseños de Leonardo Da Vinci realizados en torno al año 1500 una de las principales maquinas para la fabricación de monedas, sin embargo, la puesta en práctica definitiva de la prensa de balancín se atribuye convencionalmente al grabador francés Nicolás Briot cuyos modelos se puede observar en la figura 3-a.

Su uso se difunde en toda Europa a partir de 1645, y con pequeñas variaciones desarrolladas durante el siglo XIX mantiene su vigencia hasta bien entrado el siglo XX. Una muestra de esto es la sencilla prensa-cortador de doble brazo que aparece en el catálogo de Alfred Schuttle de 1913, tan parecida a la Briot, a pesar de los casi trescientos años que las separan. (Ver figura 3-b).

Figura 3. Prensa de balancín



Fuente: www.maquinaria.es/docs/museo.pdf. Consultado el 11 de abril de 2012.

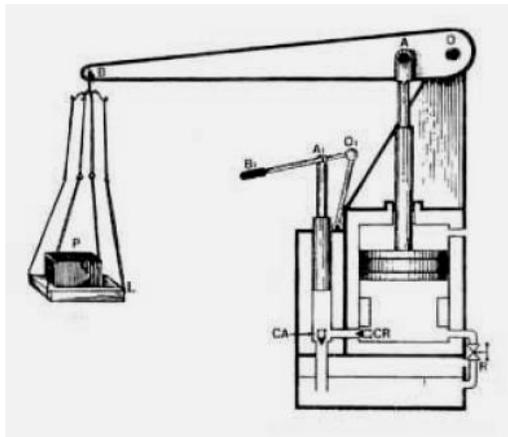
1.4.1.2. Prensa hidráulica

Fue inventada por el industrial inglés Joseph Bramah (1749-1814) en 1770, es una aplicación directa del principio, del físico y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662), quien realizó un experimento que sentó las bases del futuro desarrollo de la hidrostática. Pascal comprobó que cuando se aplica una presión a un líquido encerrado y estático, dicha presión es uniformemente transmitida a todas las partículas del fluido y con ello a las paredes del recipiente contenedor. En base a ello, formuló el principio que lleva su nombre en el famoso Tratado del Equilibrio de los Líquidos: La presión ejercida sobre un líquido confinado y en reposo se transmite integralmente a todos los puntos de este.

Consiste en esencia, en dos cilindros de diferente sección comunicados entre sí y cuyo interior está completamente lleno de un líquido que puede ser agua o aceite. Dos émbolos de secciones diferentes se ajustan,

respectivamente, en cada uno de los cilindros (figura 4), de modo que estén en contacto con el líquido. La fuerza que actúa en la superficie del embolo menor se transmite a través del fluido hacia el otro émbolo, dando lugar a una fuerza mayor que la primera.

Figura 4. **Esquema de la primera prensa hidráulica de Bramah (1770)**



Fuente: www.maquinaria.es/docs/museo.pdf. Consultado el 11 de abril de 2012.

Esta primera prensa hidráulica conseguía presiones relativamente pequeñas y no era utilizable para la deformación de metales. Fueron los hermanos Perier quienes, algunos años más tarde, desarrollaron la máquina de Bramah permitiendo alcanzar presiones más altas (70 kilogramo sobre centímetro cuadrado), haciéndola apta para trabajos más duros, como el acuñado de monedas o la deformación de plomo. Sin embargo la aplicación de la prensa hidráulica para el trabajo del hierro no se produce hasta mediados del siglo XIX, especialmente tras la aparición del modelo desarrollado por el austriaco Haswell, de mucho mayor tamaño y capacidad de presión.

1.4.1.3. Prensa de fricción

A partir de un prototipo del francés Cheret, de 1867, la fábrica de la Moneda de Paris puso en marcha las primeras prensas de este tipo, cuyo principio de funcionamiento se ha mantenido.

A principios del siglo XX la prensa de fricción adquirió un notable desarrollo, especialmente en su aplicación para el estampado de objetos macizos como cucharas, tenedores, escudos, medallas, monedas o incluso para el doblado piezas de chapa.

En la figura 5 se puede observar un modelo de prensa de fricción de la primera década del siglo cuyo husillo, de acero, con rosca de tres hilos, se desplaza por una larga tuerca de bronce. Este modelo se suministraba en distintos tamaños, variando el diámetro del husillo desde 45 hasta 170 milímetros. El volante tiene un recubrimiento de cuero destinado a reducir el desgaste.

Figura 5. **Prensa de fricción para estampar de principios del siglo XX**



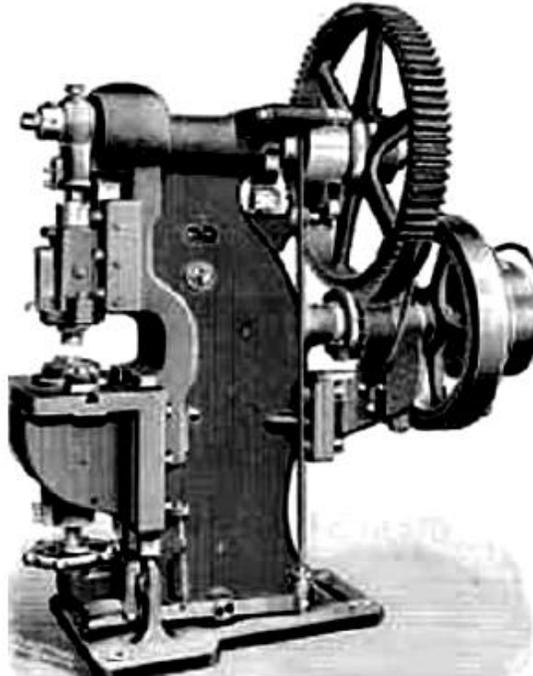
Fuente: www.maquinaria.es/docs/museo.pdf. Consultado el 22 de abril de 2012.

1.4.1.4. Prensa excéntrica

La búsqueda de un mayor rendimiento para la fabricación en serie de piezas de chapa dio lugar a la prensa de excéntrica, cuya comercialización inicio la empresa americana Bliss & Williams hacia 1870, estas primeras prensas mecánicas de excéntrica, eran aptas para el punzado de agujeros de tres cuartos de pulgada con un espesor de media pulgada.

Estaba diseñada para trabajar a 100 revoluciones por minuto, y se mostraba en distintas variantes, frontales de cuello de cisne, de arcada, se generalizo con enorme rapidez, mejorándose progresivamente su capacidad y rendimiento, y haciéndose imprescindible para trabajos de estampación, forja y pequeñas embuticiones, una muestra de esta máquina se lo puede ver en la figura 6

Figura 6. Prensa excéntrica para embutir por estirado



Fuente: www.maquinaria.es/docs/museo.pdf. Consultado el 22 de abril de 2012.

1.5. Clasificación de las prensas

Su amplia variedad permite numerosos sistemas de clasificación, esta puede estar en relación a la fuente de energía, y sea operada manualmente o con potencia, por el tipo de ariete, la forma del bastidor, etc., como se indica en la tabla I, en el cual consta de una variedad de estos tipos de máquinas.

Tabla I. **Tipos de prensas**

<u>MOTIVO</u>	<u>TIPOS</u>
FUENTE DE ENERGIA (EL ACCIONAMIENTO)	<ul style="list-style-type: none"> . Manual . Potencia . Mecánica . Vapor, gas, neumática . Hidráulica
ARIETE (ELEMENTOS ACTIVOS)	<ul style="list-style-type: none"> . Vertical de simple efecto . Vertical de doble efecto . En cuatro correderas . De configuración especial
DISEÑO DEL BASTIDOR	<ul style="list-style-type: none"> . De banco . Inclinable . De escote . De puente . De costados rectos . Yunque . Columna
METODOS DE APLICACIÓN DE POTENCIA AL ARIETE	<ul style="list-style-type: none"> . Manivela . Leva . Excéntrica . Tornillo de potencia . Cremallera y piñón . Junta articulada . Hidráulica . Palanca acodillada . Neumática
PROPÓSITO DE LA PRENSA	<ul style="list-style-type: none"> . Doblado . Punzonado . Extruido . Empalmado . Enderezado . Forzado . Acuñado . De transferencia . Roedora . Estirado . Revólver . Forja

Fuente: html.rincondelvago.com/tipos-de-prensas-y-su-clasificacion.html. Consultado el 25 de abril de 2012.

Debido a la amplia diversidad de tipos de prensas es que, por lo general se las divide en dos grandes grupos: prensas mecánicas y prensas hidráulicas.

1.5.1. Prensas mecánicas

Las prensas mecánicas son generalmente máquinas rápidas, de bajo costo, y fáciles de mantener, pueden ser operadas manualmente, en el caso más elemental, y con motor en la mayoría de los casos, consta de siete tipos principales:

Inclinable de fondo abierto, de bastidor en “C”, articulada, de montantes rectos (de acción sencilla, doble, triple), de transmisión por fondo, y de gran velocidad. En todos estos tipos, de prensas operadas con motor el funcionamiento está basado en el siguiente principio: el movimiento giratorio de un motor se convierte en movimiento lineal de una corredera por medio de cigüeñales, excéntricas, o mecánicas articulados, ver ejemplo figura 7.

Figura 7. Prensa de excéntrica para perforar



Fuente: <http://lorenzoasusrvicio.50megs.com/facu/modulo1/modulo1.htm>.

Consultado el 26 de abril de 2012.

1.5.2. Prensa hidráulica

Durante los últimos años, ha habido un crecimiento en el uso de prensas hidráulicas, lo que ha dejado de lado la preferencia que se mantuvo por muchos años en el empleo de la prensa mecánica. Esto se debe a que en la actualidad las prensas hidráulicas son máquinas más rápidas y más confiables, debido al mejoramiento de la tecnología que estas han experimentado, incluyendo: los nuevos sellos, mejores bombas, la manguera reforzada y los acoplamientos mejorados.

También el uso de controles PLC (Control Lógico Programable) y otros controles electrónicos han mejorado la velocidad y la flexibilidad de esta prensa en el proceso de fabricación, lo que las ha convertido en las preferidas en la manufactura mundial (ver figura 8), ya que las máquinas hidráulicas reúnen las ventajas de las prensas mecánicas, es decir alta velocidad de trabajo y autonomía.

Figura 8. Prensa hidráulica de doble pistón, de 1000 toneladas



Fuente: <http://lorenzoasusrvicio.50megs.com/facu/modulo1/modulo1.htm>. Consultado el 28 de abril de 2012.

Se diferencia fundamentalmente de las prensas mecánicas en que se utiliza presión hidráulica por medio de uno o más pistones y cilindros para proporcionar el movimiento deslizante lineal, el cual empuja o comprime el material en tanto que las prensas mecánicas lo golpean. Esta característica es la causa de las inherentes ventajas y desventajas de operación que definen en forma aguda los tipos de trabajos apropiados para las prensas hidráulicas.

Siendo no tan rápidas en funcionamiento, éstas no se presentan para trabajo general del troquelado cuando la velocidad de producción es el principal objetivo. Sin embargo, y debido a que muestran ventajas tales como: carrera lenta y controlada, habilidad para ejercer toda su presión en cualquier punto a lo largo de la carrera, proporciona un ajuste infinito de número de golpes y

longitud de carrera, etc., la hace una herramienta indispensable para operaciones de extrusión y embutición profunda.

Además son fáciles de cambiar los herramientas para seguir con un nuevo trabajo. Se cuenta especialmente cuando tiene que ver con el ajuste de la carrera de una prensa mecánica, porque la prensa hidráulica puede mantener la fuerza máxima por lo largo de toda la carrera, así es que no se tiene que preocupar del punto de máxima fuerza, por último cabe decir que son máquinas, más compactas, menos ruidosas, más seguras, el costo de mantenimiento es menor, presenta mayor flexibilidad y versatilidad, y proporcionan una mayor capacidad a menor costo.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Tipo de extracciones empleadas

En el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII se utilizan diferentes tipos de extracciones como la extracción con fluidos supercríticos, extracción con disolventes volátiles, el método de Enflorado y el método de Maceración.

2.1.1. Extracción con fluidos supercríticos

Este método es de desarrollo más reciente. El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un líquido supercrítico (por ejemplo bióxido de carbono líquido), las esencias son así solubilizadas y arrastradas y el líquido supercrítico que actúa como disolvente extractor y se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y finalmente se obtiene una esencia pura.

Aunque presenta varias ventajas como rendimiento alto, es ecológicamente compatible, el disolvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción no cambian químicamente los componentes de la esencia, sin embargo el equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones.

2.1.2. Extracción con disolventes volátiles

Este método es utilizado para muchos tipos de flores en varios países. Está basado en el hecho de que los disolventes volátiles penetran rápidamente en los pétalos y disuelven, con las ceras y algunas materias colorantes, casi todas las sustancias odoríferas naturales. En este método la muestra seca y molida se pone en contacto con disolventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos disolventes solubilizan la esencia pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura.

La eliminación del disolvente a baja temperatura da un aceite concentrado, semisólido, llamado concreto. Este producto puede ser tratado con alcohol de gran concentración, en el cual no son solubles la parte de las ceras; después de la refrigeración, para eliminar la mayor cantidad posible de cera disuelta, la solución alcohólica se concentra a presión reducida para obtener un absoluto sin alcohol. Si el procedimiento se hace en frío a temperatura menor a 50°C el aceite llevara el nombre de aceite virgen, si la temperatura es mayor a 50°C los ácidos grasos se envician. Entre los equipos utilizados para la extracción con disolventes es el Soxhlet, el cual es un equipo de extracción semicontinua, donde una de las fases, el sustrato, se agrega sola al principio mientras que el disolvente de extracción cumple un ciclo de extracción y purificación continua.

La purificación se realiza en forma paralela por destilación del disolvente, de manera que el sustrato siempre está en contacto con el disolvente puro. Se utiliza a escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los disolventes, porque se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias, y además por el riesgo de explosión o incendio de muchos disolventes orgánicos volátiles

2.1.3. Enflorado

En el método de enflorado o enfleurage, el material vegetal (generalmente flores) es puesto en contacto con un aceite vegetal. La esencia es solubilizada en el aceite vegetal que actúa como vehículo extractor.

El método de extracción con grasa fría es muy sencillo y consiste en poner en contacto las flores con una capa delgada de grasa dentro de cámaras pequeñas. Al desprenderse el perfume de las flores, se fija en la grasa, debido a su gran afinidad, y después de renovar varias veces las flores se dejan los pétalos 24 horas sobre la grasa (cuerpo). Pasado 60 días aproximadamente, al final del período de recolección, la grasa (que no ha sido renovada) llega a estar saturada con el aceite de la flor. La extracción alcohólica de la grasa olorosa, llamada pomada, da una solución llamada extracto; eliminando el alcohol por destilación.

También puede efectuarse el enflorado sobre carbón, no se diferencia nada el procedimiento; otro sistema de enflorado consiste en usar paños de tela muy absorbentes, de algodón impregnados de aceite; después se exprimen los paños y se obtiene un aceite perfumado, tanto el aceite como la grasa que se usan, deben de ser previamente purificados y desodorizados. Esta técnica es empleada para la obtención de esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.) pero su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa. Este método es llevado a la práctica solo en países de Europa, es restringido a las flores que después de cortadas continúan su actividad fisiológica formando y emitiendo perfume.

2.1.4. Maceración

La maceración se asemeja a la extracción por disolventes, la diferencia es que el material permanece varios días sumergido; en este sistema se usa aceite, grasa fundida, y aun alcohol etílico. El proceso clásico de maceración consiste en dejar la droga en contacto con el disolvente durante varios días, con agitación ocasional. Este proceso, también conocido como maceración simple estática, es sumamente lento para abreviar el tiempo de operación, la droga y el disolvente deben mantenerse en movimiento constante. Este procedimiento es conocido como maceración dinámica. Tanto la maceración simple como la maceración dinámica pueden ser ejecutadas a una temperatura ambiente o a temperaturas elevadas. En este último caso el procedimiento es conocido como digestión. La maceración fue un proceso importante antes de la introducción de los métodos modernos de extracción con disolventes volátiles

2.2. Clasificación de los productos manejados para la extracción de aceites fijos

Los productos utilizados para la extracción de aceites en el Centro de Investigaciones de Ingeniería son las semillas oleaginosas de las cuales se obtiene el aceite vegetal

2.2.1. Semillas oleaginosas

Las plantas oleaginosas son vegetales de cuya semilla o fruto puede extraerse aceite, en algunos casos comestibles y en otros casos de uso industrial. Las oleaginosas más sembradas son la soja, la palma elaeis, el maní, el girasol, el maíz y el lino. Cada planta, a su vez, puede tener otros usos económicos, como el lino, del que pueden extraerse fibras textiles, harinas y

semillas alimenticias, o el maíz, la soja y el maní, cuyos frutos o semillas también pueden ser comidos, o el nogal, del que puede extraerse también madera. Otras plantas oleaginosas son el cártamo, la colza (aceite de canola), el olivo, el nogal, el ricino, el sésamo, la jojoba, el tung, el almendro, el arroz (aceite de salvado de arroz) y la uva.

El aceite de soja es el de mayor producción mundial, seguido del aceite de palma, colza, y girasol.

2.3. Proceso de extracción del aceite

Los métodos y maquinarias para extraer el aceite presente en los frutos o semillas, varían de acuerdo a la planta.

En la extracción del aceite de las semillas oleaginosas existen dos sistemas, uno mecánico y el otro utilizando disolventes. En ambos sistemas, las semillas deben ser previamente limpiadas, descascarilladas, troceadas y molidas.

La extracción mecánica consiste en los siguientes pasos:

- Las semillas ya molidas pasan a un acondicionador donde se obtienen una masa homogénea;
- La masa pasa a una prensa de tornillo, que en un solo paso prensa la masa separando el aceite y dejando una torta proteínica;
- El aceite pasa a un tamiz vibratorio con el fin de proceder a una primera etapa de filtración de grandes impurezas;

- El aceite tamizado pasa a un filtro del que se obtiene el aceite crudo filtrado;
- La torta proteínica puede generar un plus de aceite siendo sometida a extracción por disolventes, o puede también destinarse a producir alimento equilibrado para animales en forma de pellets.

2.3.1. Diagrama del proceso de extracción de aceites fijos

Los aceites esenciales son sustancias odoríferas de naturaleza oleosa encontradas prácticamente en todos los vegetales; son muy numerosos y están ampliamente distribuidos en distintas partes del mismo vegetal.

Figura 9. Diagrama de extracción



Fuente: html.rincondelvago.com/combustibles-alternativos.html. Consultado el 01 de mayo de 2012.

2.4. Otros procesos que se realizan en el laboratorio

En el Laboratorio de Extractos Vegetales (LIEXVE) del Centro de Investigaciones CII de la Facultad de Ingeniería se realizan diversas actividades como la extracción de aceites esenciales, extracción de oleorresinas, extracción de biocombustible y se realizan análisis de las extracciones.

2.4.1. Extracción de aceites esenciales

Los aceites esenciales son mezclas de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas, que dan el aroma característico a algunas flores, árboles, frutos, hierbas, especias, semillas y a ciertos extractos de origen animal (almizcle, civeta, ámbar gris). Se trata de productos químicos intensamente aromáticos, no grasos (por lo que no se enrancian), volátiles por naturaleza (se evaporan rápidamente) y livianos (poco densos). Son insolubles en agua, levemente solubles en vinagre, y solubles en alcohol, grasas, ceras y aceites vegetales. Se oxidan por exposición al aire. Se han extraído más de 150 tipos, cada uno con su aroma propio y virtudes curativas únicas. Proceden de plantas tan comunes como el perejil y tan exquisitas como el jazmín. Para que den lo mejor de sí, deben proceder de ingredientes naturales brutos y quedar lo más puro posible.

El término esencias o aceites esenciales se aplica a las sustancias sintéticas similares preparadas a partir del alquitrán de hulla, y a las sustancias semisintéticas preparadas a partir de los aceites naturales esenciales. El término aceites esenciales puros se utiliza para resaltar la diferencia entre los aceites naturales y los sintéticos.

2.4.2. Extracción de oleorresinas

Ambos extractos son mezclas naturales complejas, extraídas a partir de materias primas vegetales cuidadosamente seleccionadas y utilizando tecnologías especiales de extracción. Reproducen las características de aroma y sabor de la materia prima de la que provienen y son totalmente diferentes en cuanto a su comportamiento fisicoquímico. En primer lugar, los aceites esenciales son compuestos constituidos por unos pocos componentes volátiles, es decir poseen una fórmula bien definida en la mayoría de los casos. Por su parte, las oleorresinas, debido a la tecnología de extracción empleada, se definen como la fracción no volátil potencialmente extraíble de un vegetal dado y su fórmula química es compleja. Estas características hacen que, por ejemplo, las oleorresinas sean más estables. La aplicación de estos extractos como conservantes naturales está relacionada con estructuras químicas específicas, presentes en los materiales vegetales de partida. Pueden mencionarse.

- El carvacrol y el timol en el orégano (1)
- El ácido carnósico en el romero (2,3)
- La capsaicina en los ajíes picantes (4,5)
- La curcumina en la cúrcuma (6)
- El eugenol en el clavo de olor, en el laurel y en la albahaca (7,8)
- Otros compuestos presentes en vegetales, como el coriandro, el ajo y el fenogreco (9) entre otros.

Algunos de estos compuestos poseen actividad antibacteriana, otros tienen actividad antifúngica, y otros, actividad antioxidante. Además, algunos se encuentran en la fracción volátil, como el carvacrol, el timol y el eugenol, y otros en la fracción no volátil, como la curcumina, la capsaicina y el ácido carnósico.

Es decir, los componentes con actividad antimicrobiana y/o antioxidante de diferentes vegetales se encuentran presentes en diversas fracciones.

2.4.3. Extracción de biocombustible

El bioetanol se obtiene a partir de la remolacha (u otras plantas ricas en azúcares), de cereales, de alcohol vínico o de biomasa, mediante un proceso de destilación. En algunos países la producción industrial emplea principalmente cereal como materia prima básica, con posibilidad de utilizar los excedentes de la industria remolachera transformados en jugos azucarados de bajo costo. En general, se utilizan tres familias de productos para la obtención del alcohol:

- Azúcares, procedentes de la caña o la remolacha, por ejemplo.
- Cereales, mediante la fermentación de los azúcares del almidón.
- Biomasa, por la fermentación de los azúcares

2.4.4. Análisis de los extractos

Como se mencionó previamente, los principios activos de los vegetales se encuentran en diferentes fracciones en el vegetal. Teniendo en cuenta las volatilidades de cada uno de los componentes, se analizan determinados tipos de extracto. Además es importante destacar el contenido (en porcentaje) de los principios activos de cada extracto. Por ejemplo, el aceite esencial de orégano contiene 52% de timol y 3% de carvacrol, la oleorresina de romero contiene 5% de ácido carnósico, el aceite de laurel contiene 34% de eugenol y la cúrcuma, 9% de curcumina. A partir de la información bibliográfica se propone el testeo de las siguientes combinaciones. Por un lado, una mezcla base con aceite esencial de orégano y oleorresina de cápsicum, debido al reconocido poder

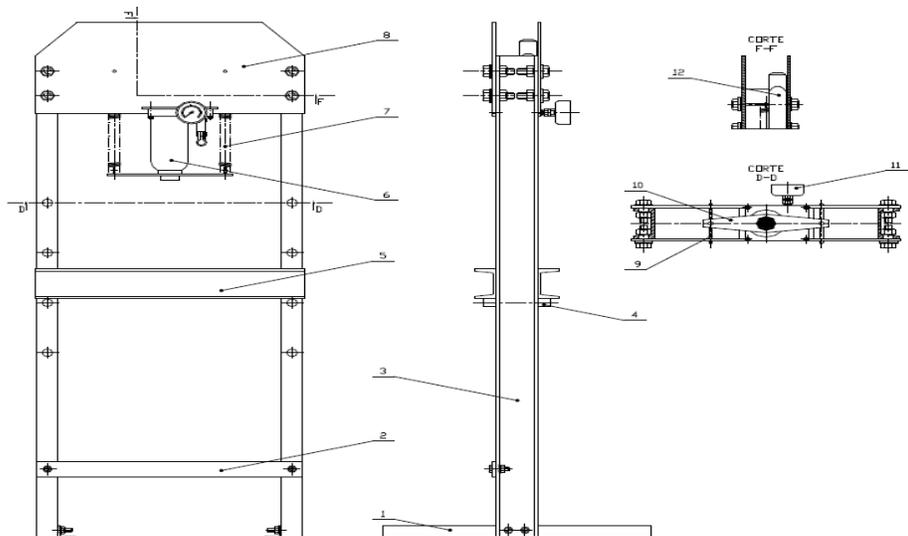
inhibitorio del timol y de la capsaicina. Por otra parte, una serie de mezclas que contienen, además de la mezcla base, un tercer compuesto de entre la siguiente lista: romero, coriandro, fenogreco, laurel, ajo y cúrcuma.

3. DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES FIJOS

3.1. Esquema general de la prensa hidráulica

La prensa hidráulica consta de diferentes piezas las cuales se construyen bajo normas y con materiales adecuados para un buen funcionamiento.

Figura 10. Elementos y partes de la prensa hidráulica



ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA MÁQUINA			
1	Base de apoyo	7	Resorte de retorno
2	Expansor	8	Tapa superior
3	Columna	9	Pasador-resorte
4	Pasador de apoyo	10	Placa de retorno
5	Mesa de prensado	11	Manómetro
6	Gato hidráulico	12	Acumulador

Fuente: elaboración propia.

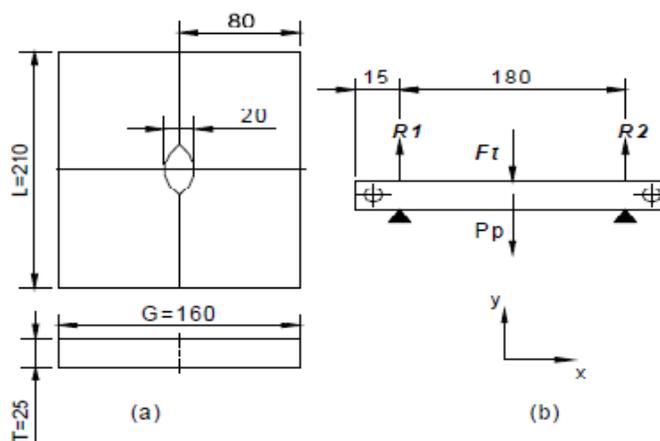
3.2. Determinación de fuerzas y reacciones

En la prensa la carga principal se genera desde el gato hidráulico, Ésta es transferida hacia la platina la cual está apoyada sobre la mesa de prensado y esta a su vez sobre las columnas la cual traslada la carga por medio de los pasadores que la sostienen; además la fuerza de trabajo del pistón genera una reacción que debe ser soportada por las tapas superiores que can sujetas a las columnas a través de pernos, formando este conjunto de cargas y reacciones en un sistema de fuerzas y equilibrio.

3.2.1. Cargas en la platina de montaje y desmontaje

El cuerpo sobre el cual se va a trabajar es posicionado sobre la platina que a su vez está colocada sobre la mesa de prensado, en donde por la acción de una fuerza proporcionada por el pistón del gato hidráulico se realiza la operación de extracción, generándose reacciones en los apoyos que sostienen la platina como se muestra en el diagrama de cuerpo libre de la figura 11

Figura 11. **Platina: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre**



Fuente: elaboración propia.

Donde: F_t = Fuerza de trabajo del Pisto

R_1 y R_2 = Reacciones de los apoyos que sostiene a la platina

P_p = Peso de platina.

3.2.2. Diseño de la platina

El peso de la platina es un dato necesario para llevar a cabo el cálculo, y establecer el valor que requiere de la configuración geométrica del cuerpo junto con sus dimensiones para lo cual se hace referencia a la figura 11-a. considerando que el acero tiene una $\rho = 7\,850$ kilogramos sobre metros cúbicos y utilizando la ecuación para planchas de la tabla A 3.10, se encuentra que el peso es:

$$P_p = 1,85 * 0,21 * 0,16 * 25 = 6,59 \text{ kilogramos}$$

Se toma la carga máxima que proporciona el gato hidráulico como la fuerza de trabajo del pistón, es decir:

$$F_t = 12\,000 \text{ kilogramos}$$

Remplazando los datos del peso y de la fuerza de trabajo (ver anexo en la ecuación 2 de la tabla A 3.1), se determina el valor del corte máximo que en este caso se origina en los apoyos.

$$R_1 = R_2 = \frac{12\,000 + 6,59}{2}$$

$$R2 = 6\,003,3 \text{ kilogramos.}$$

Además, la Ft y el Pp producen un momento flector sobre el cuerpo, el mismo que es calculado en base a (ver anexo la ecuación 2 de la tabla A3.3), ya que el diagrama de cuerpo libre de la platina coincide con el gráfico de dicha tabla, por lo tanto:

$$M_{\max} = \frac{(12\,000 + 6,59) * 18}{4}$$

$$M_{\max} = 54\,029,66 \text{ kilogramos. Centímetros.}$$

A continuación se lleva a cabo el cómputo del momento resistente que se lo realiza aplicando (ver anexo ecuación 7-a de la tabla A3.5), debido a que la fuerza de trabajo que actúa sobre la platina es perpendicular al eje x, obteniendo:

$$W_{xx'} = \frac{16 (2,5)^2}{6}$$

$$W_{xx'} = 16,67 \text{ centímetros cúbicos.}$$

Una vez calculado el M_{\max} , el $W_{xx'}$, y teniendo en cuenta que se elige un acero SAE 1045 (ver anexo A5.2) cuyo $S_y = 3\,500$ kilogramos sobre centímetros cuadrados, se determina el valor de la tensión de trabajo haciendo uso de la ecuación:

$$\sigma_t = \frac{54\,029,66}{16,67}$$

$$\sigma_t = 3\,241,13 \text{ kilogramos/centímetros cuadrados}$$

$$3\,241,13 \text{ kilogramos/centímetros cuadrados} \leq 3\,500 \text{ kilogramos/centímetros cuadrados}$$

La deformación o flecha se obtiene mediante la siguiente ecuación, (ver anexo tabla 2.1) no debe exceder de $L/250$ es decir 0,84 milímetros, entonces:

$$f \approx 0,8 * (3\,241,13 * (0,21)^2 / 25)$$

$$f \approx 0,05 \text{ milímetros} < 0,84 \text{ milímetros (flecha aceptable)}$$

Por último el coeficiente de seguridad se calcula empleando la siguiente ecuación:

$$n = S_y / \sigma_t$$

$$n = 3\,500 / 3\,241,13$$

$$n = 1,1$$

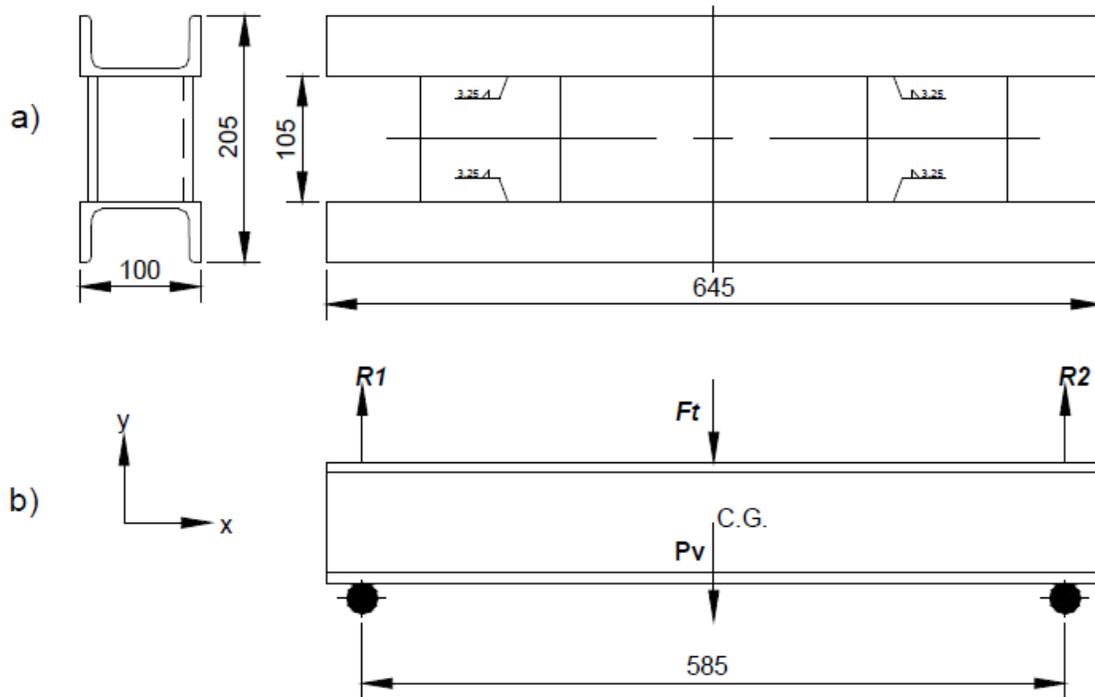
Este factor es debido a que se emplea como fuerza de trabajo la capacidad máxima que tiene el gato hidráulico, la misma que fue sobredimensionada en un 100% de la requerida para la extracción de aceites fijos.

3.2.3. Cargas en la mesa de prensado

Se compone de dos perfiles UNO-10 que están unidos a través de dos placas de acero, como se observa en la figura 12-a. Cada viga es uno de los apoyos que se encarga de sostener la platina anteriormente mencionada, están

soportadas sobre dos pasadores, y generan el sistema de fuerzas representado en el diagrama de cuerpo libre de figura 12 -b.

Figura 12. **Mesa de prensado a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre**



Fuente: elaboración propia.

Donde: F_t = Fuerza de trabajo que provoca la platina

R_1 y R_2 = Reacciones de los pasadores

P_v = Peso de la viga.

3.2.4. Diseño de la viga

El diagrama de cuerpo libre representado en la figura 12-b muestra claramente que la viga es un elemento que está sometido a flexión, por esa razón los pasos para realizar el cálculo son similares al caso anterior cuando se analizaba el comportamiento de la platina.

El peso por cada metro de perfil UPN-10 según (ver anexo la tabla A3.6) es de 10,6 kilogramos/metros, por lo tanto:

$$1\text{metro}-----10,6 \text{ kilogramo} \qquad 0,645----- P_v$$

$$P_v = 0,645 * 10,6 / 1 = 6,84 \text{ kilogramos.}$$

La fuerza de trabajo al que está sometida la viga es un valor igual a una de las reacciones que se dan sobre la platina, pues como ya se explico cada una de ellas es uno de los apoyos, entonces

$$F_t = 6\ 003,3 \text{ kilogramos}$$

El corte máximo se determina mediante la ecuación 2 (ver anexo tabla A3.1):

$$R_1 = R_2 = (6\ 003,3 + 6,84) / 2$$

$$R_2 = 3\ 005,07 \text{ kilogramos}$$

Se prosigue con el cálculo del momento flector a través del uso de la ecuación 7-a (ver anexo tabla A3.5):

$$M_{\max} = (6\,003,3 + 6,84) * 5,5 / 4$$

$$M_{\max} = 87\,898,3 \text{ kilogramo} * \text{centímetro}$$

Remplazando M_{\max} y W_{xx} en la ecuación, se define la tensión del trabajo que experimenta el cuerpo bajo la acción de la carga, de donde:

$$\sigma_t = 87\,898,3 / 41,2$$

$$\sigma_t = 2\,133,45 \text{ kilogramos/centímetros cuadrados}$$

2 133,45 kilogramos/centímetros cuadrados \leq 2 600 kilogramos/centímetros cuadrados.

La deformación que sufre la viga se obtiene mediante la siguiente ecuación, y se advierte que no debe exceder de $L / 250$ es decir 2.58 milímetros, entonces:

$$f \approx 0,8 * (2\,133,45 * (0.645)^2 / 8)$$

$$f \approx 0,89 \text{ milímetros} < 2,58 \text{ milímetros (flecha aceptable)}$$

De igual forma, utilizando la ecuación se determina el factor de seguridad que vale:

$$n = SY / \sigma_t$$

$$n = 2\,600 / 2\,133,45$$

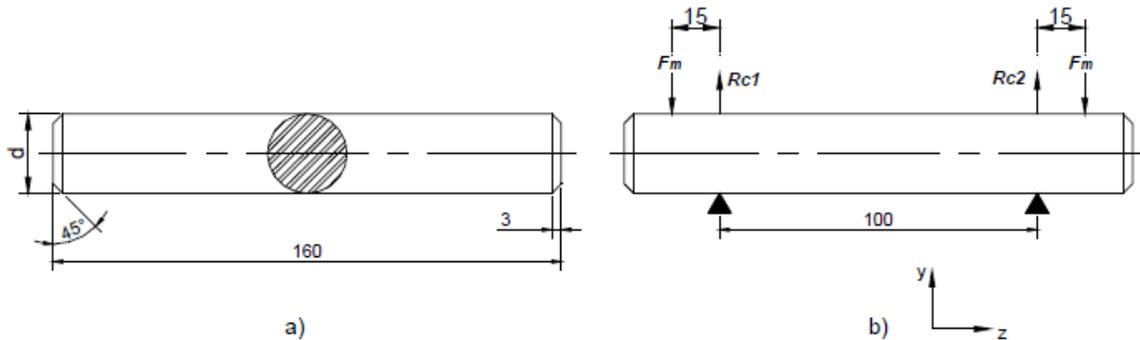
$$n = 1,2$$

Este valor obtenido garantiza la seguridad de la viga ante la acción de la máxima carga que puede producir el gato hidráulico, con el fin de que no se produzca ninguna deformación permanente en el elemento. Por lo tanto el perfil UPN-10 de acero A-42 es aceptable.

3.2.5. Cargas en el pasador

Son dispositivos que se introducen en las caras laterales de las columnas con el fin de sostener a la mesa de prensado, esto origina un sistema de fuerzas y reacciones sobre el cuerpo, las mismas que se muestran en la figura 13-b.

Figura 13. Pasador: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre



Fuente: elaboración propia.

Donde: F_m = Fuerza de la masa sobre el pasador

$R_{c1} = R_{c2}$ = Reacciones de la columna

3.2.6. Diseño del pasador

El diseño se basara en considerar al pasador como una viga simplemente apoyada con dos cargas puntuales, cuyo peso no es tomado en cuenta por ser menor a 1kilogramo, un factor de seguridad de 1.5, y como material un acero SAE 1045 cuyas características se aprecian en el anexo A 5.3.

$$S_y = 3\,700 \text{ kilogramos / centímetro cuadrado}$$

El corte máximo según la ecuación, dice:

$$R_{c1} = R_{c2} = F_m = 3\,005,07 \text{ kilogramos}$$

El momento flector máximo se lo calcula empleando la ecuación se obtienen:

$$M_f = F_m * L_1$$

$$M_f = 3\,005,07 * 1,5$$

$$M_f = 4\,507,6 \text{ kilogramos por centímetro}$$

Conociendo el S_y del material a usar y el factor de seguridad, la tensión de trabajo recomendada es:

$$\sigma = S_y / N$$

$$\sigma = 3\,700 / 1,3$$

$$\sigma = 2\,846,2 \text{ kilogramo/centímetro cuadrado.}$$

A fin de conocer el diámetro del pasador, se reemplaza el momento resistente desde un eje $W_{xx'} = \pi * d^3 / 32$ en la ecuación, resulta:

$$\sigma_t = M_{\max} / W_{xx'}$$

$$\sigma_t = M_{\max} / (\pi * d^3 / 32)$$

Despejando el diámetro, se tiene:

$$f = \frac{Fm \cdot L^2 \cdot L1}{8 \cdot E \cdot I} = \frac{3\,005,07 \cdot 10^2 \cdot 1,5}{8 \cdot 2\,100\,000 \cdot (\pi \cdot 2,5^4 / 64)}$$

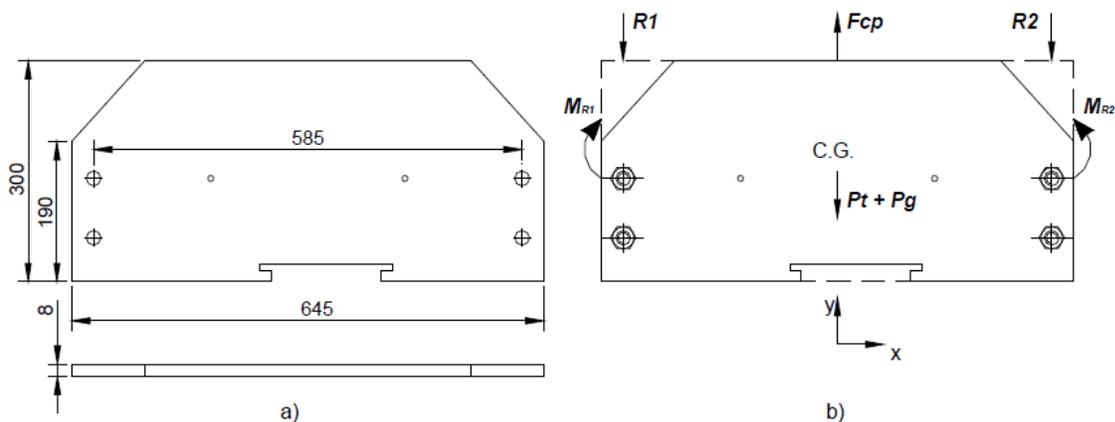
$$f = 0,014 \text{ centímetros} = 0,14 \text{ milímetros (aceptable)}$$

3.2.7. Cargas en la tapa superior

Son dos placas que conforman la parte superior de la prensa y están representadas en la figura 14, van sujetas a las columnas mediante pernos, se encargan de sostener el sistema hidráulico, y por lo consiguiente son las que soportan la reacción que se genera cuando el pistón ejerce su trabajo.

El sistema de fuerzas que se produce en este cuerpo se muestra en el diagrama de cuerpo libre de la figura 14-b.

Figura 14. Tapa superior: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre



Fuente: elaboración propia.

Donde: F_{cp} = Fuerza contra pistón.

R_1 y R_2 = Reacciones de los pernos

$P_t + P_g$ = Peso de la tapa, mas el peso del gato hidráulico.

3.2.8. Diseño de la tapa superior

Con el propósito de facilitar el cálculo, se considera a la tapa como una viga de forma rectangular empotrada en sus extremos y con una carga intermedia.

El peso total que soporta es la sumatoria de su propio peso, más la mitad del peso del gato ya que se sostiene de las dos placas. En el primer caso se requiere de la configuración geométrica, las dimensiones del cuerpo (figura 14-a), y aplicar la ecuación para planchas de acero con $\rho = 7\ 850$ kilogramos/metros cúbicos de la tabla A3.10; el peso del gato hidráulico según el (ver anexo A 5.1) es de 8 kilogramos:

$$P_T = P_t + P_g$$

$$P_T = (7,85 * 0,585 * 0,3 * 8) + (8/2)$$

$$P_T = 11,02 + 4$$

$$P_T = 15,02 \text{ kilogramos.}$$

La mayor carga de trabajo a la que está sometida cada una de las tapas superiores es la mitad del valor de la fuerza máxima del pistón, puesto que el gato hidráulico hace contacto con ambas placas, teniendo:

$$F_t = 12\ 000 / 2$$

$$F_t = 6\ 000 \text{ kilogramos.}$$

A continuación se reemplaza los datos del peso y de la fuerza de trabajo en la ecuación 18 de la tabla A 3.2 (tome en cuenta la dirección de las fuerzas). El cortante máximo en este caso se encuentra en los empotramientos.

$$R_1 = R_2 = F_t - P_T / 2$$

$$R_2 = 6\ 000 - 15,02 / 2$$

$$R_2 = 2\ 992,5 \text{ kilogramos.}$$

El momento flector máximo es calculado mediante la ecuación 18 (ver anexo tabla A 3.4), que da:

$$M_{R1} = M_{R2}$$

$$M_{R2} = \frac{(F_t - P_t) * L}{8} =$$

$$M_{R2} = \frac{(600 - 15,8) * 58,5}{8} = 43\ 765,2 \text{ kilogramos por centímetros.}$$

Para hallar el momento resistente se escoge la ecuación 7-a (ver anexo tabla A 3.5), pues la fuerza de trabajo que actúa sobre el cuerpo es perpendicular al eje x, obteniendo:

$$W_{xx'} = \frac{0,8 * (30)^2}{6}$$

$$W_{xx'} = 120 \text{ centímetros cúbicos}$$

El valor de la tensión de trabajo se establece haciendo un uso de la siguiente ecuación. Se opta por un acero A 36(ver anexo 5.4) cuyo $S_y = 2\,530$ kilogramos/centímetros cuadrados:

$$\sigma_t = \frac{43\,765,2}{120} = 364,7 \text{ kilogramos/centímetros cuadrados}$$

$364,7 \text{ kilogramos/centímetros cuadrados} \leq 2\,530 \text{ kilogramos/centímetros cuadrados}$.

La flecha no debe exceder de $L/250$ es decir para este proceso $2,3$ milímetros. Se establece a través de la ecuación y se tiene:

$$f \approx 0,4 * (3,647 * (0,585)^2 / 8)$$

$$f \approx 0,06 \text{ milímetros} < 2,3 \text{ milímetros (flecha aceptable)}$$

El coeficiente de seguridad se calcula empleando la siguiente ecuación:

$$n = S_y / \sigma_t$$

$$n = 2\,530 / 364,7$$

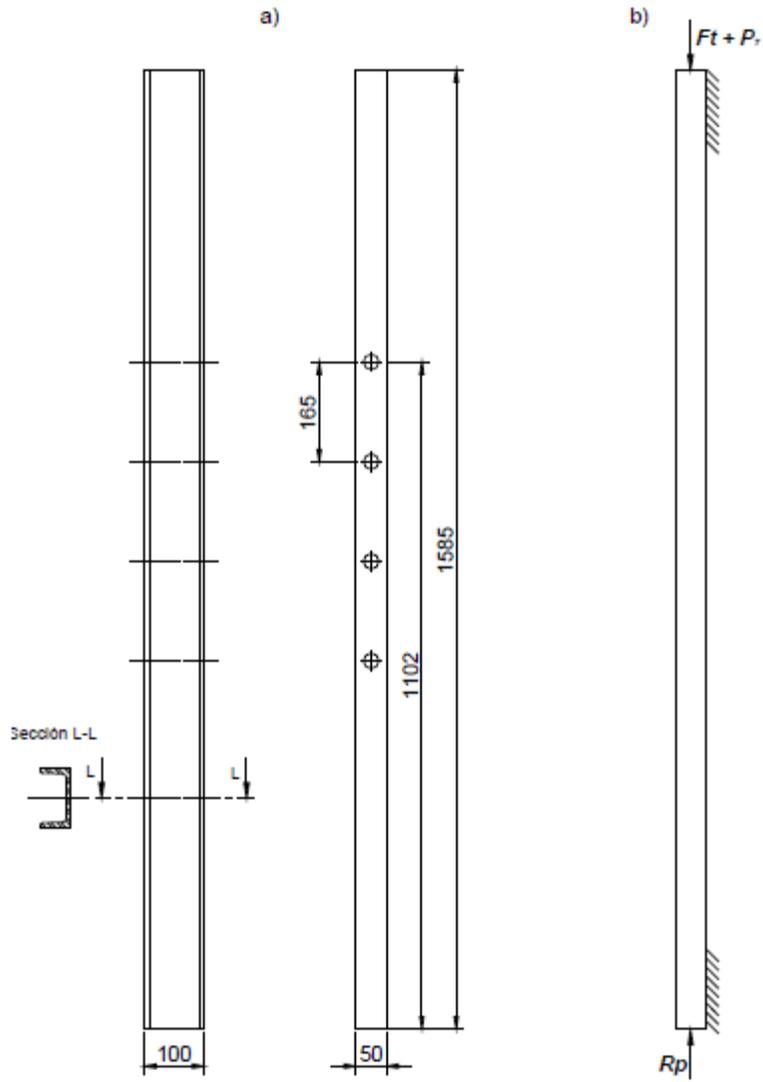
$$n = 6,9 \text{ (factor aceptable)}$$

3.2.9. Cargas en la columna

Las columnas son las partes más importantes de la estructura metálica, se encargan de sostener al resto de componentes, mantener la estabilidad de la máquina, y permitir un buen funcionamiento de la misma.

El gráfico 15 muestra un esquema del dispositivo, sus dimensiones, y el diagrama de cuerpo libre; dando a conocer también que el elemento empleado como columna es un perfil UPN-10.

Figura 15. Columna: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre



Fuente: elaboración propia.

Donde: F_t = Fuerza de trabajo

R_p = Reacción del piso

PT = peso total que soporta la columna.

3.2.10. Diseño de la columna

Por motivos de facilitar el cálculo se ha desplazado la fuerza de trabajo se su posición normal al extremo superior de la columna (ver figura 15-b), considerando de esta manera que la longitud total del cuerpo está sometida a compresión axial y por ende al efecto de pandeo; teniendo en cuenta además que sus dos extremos están fijos.

La tabla (ver anexo A 3.6) designa los siguientes parámetros para un perfil UPN-10:

$I_{yy} = 29,3$ centímetros a la cuarta

$A_{Bruta} = 13,5$ centímetros cuadrados

$i_{yy} = 1,47$ centímetros

Al contar con sus dos extremos fijos según la ecuación la longitud de pandeo es:

$$l_k = 0,5 * L$$

$$l_k = 0,5 * 158,5$$

$$l_k = 79,3 \text{ centímetros.}$$

Remplazando el valor de la longitud de pandeo y el radio de giro en la ecuación se obtiene la esbeltez mecánica, es decir:

$$\lambda = \frac{79,3}{1,47}$$

$$\lambda = 53,9$$

Se opta por un perfil de Acero A-42 cuyo $S_y = 2600$ kilogramos sobre centímetro cuadrado (ver anexo 5.4), para el cual el valor de esbeltez mecánica obtenido representa según la tabla (ver anexo A 3.9), un coeficiente de pandeo igual a:

$$W = 1,16$$

A continuación se calcula la carga crítica aplicando la siguiente ecuación

$$P_{ki} = \frac{2\,600 * 13,5}{1 + \frac{(79,3)^2 * 13,5}{(53,9)^2 * 29,3}}$$

$$P_{ki} = 17\,573,5 \text{ kilogramos.}$$

Aplicando la siguiente ecuación, se determina la tensión de trabajo que se produce por efecto de la carga crítica, de donde:

$$\sigma = \frac{17\,573,5 * 1,16}{13,5}$$

$$\sigma = 1\,510 \text{ kilogramos/ centímetros cuadrados}$$

1510 kilogramos/ centímetros cuadrados \leq 2600 kilogramos/ centímetros cuadrados

En consecuencia el coeficiente de seguridad según la siguiente ecuación es:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_t} = \frac{2\,600}{1\,510}$$

$$n = 1,72 \text{ (facto aceptable)}$$

Finalmente, empleando la siguiente ecuación se obtiene el valor de la carga real que puede soportar la columna, teniendo:

$$P_R = \frac{17\,573,5}{1,72}$$

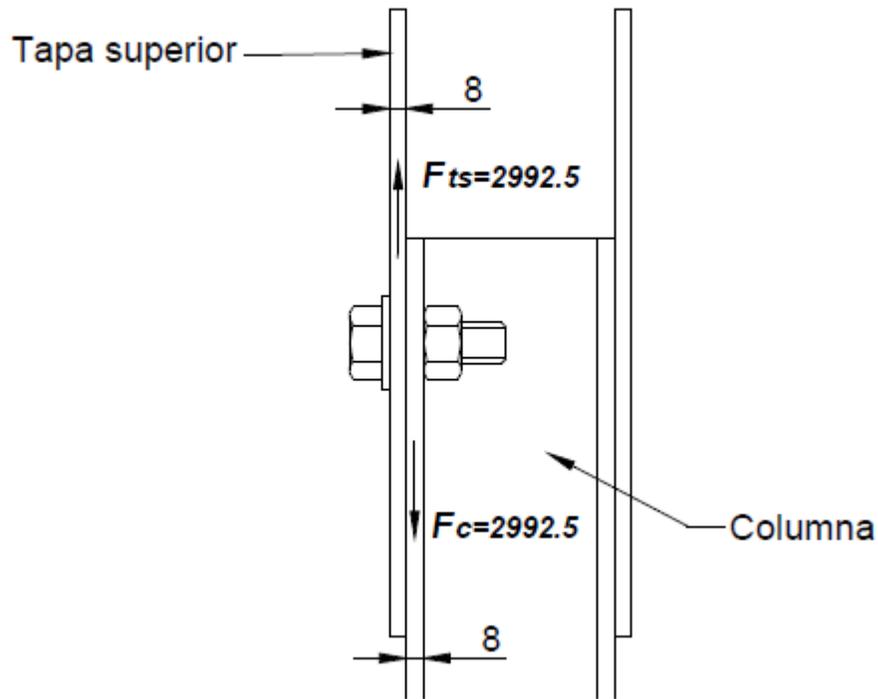
$$P_R = 10\,217,2 \text{ kilogramos.}$$

El valor de carga real es mayor que la fuerza de trabajo, lo cual permite aprobar el tipo de perfil utilizado.

3.2.11. Selección de los tornillos para la tapa superior

Para seleccionar los pernos que unen la tapa superior con las columnas, se sigue un procedimiento para lo cual la figura 16 muestra la posición del tornillo, el espesor de los materiales a unir, y las cargas que actúan sobre el elemento.

Figura 16. Unión tapa superior-columna



Fuente: elaboración propia.

Donde: F_{ts} = Fuerza tapa superior.

F_c = Fuerza columna

En primer lugar, se encuentra el diámetro del tornillo, para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$d \approx \sqrt{5 * ,08 - ,02}$$

$$d \approx 1,8 \text{ centímetros.}$$

A continuación, se determina la sección resistente del tornillo:

$$F = \frac{\pi * (1,8)^2}{4}$$

$$F = 2,54 \text{ centímetros cuadrados}$$

Se elige un tornillo ordinario de grado 4.6 (ver anexo tabla A 4.3), que cuenta con:

$$S_y = 2\,400 \text{ kilogramos/ centímetros cuadrados}$$

$$K = 0,65 \quad n = 2$$

Con esto la carga máxima resistente a la rotura, se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$P_{\max} = 0,65 * 2\,400 * 1 * 2,54$$

$$P_{\max} = 3\,962,4 \text{ kilogramos.}$$

Finalmente se calcula empleando la siguiente ecuación para el número de tornillos necesarios para soportar la carga que ejerce la tapa superior.

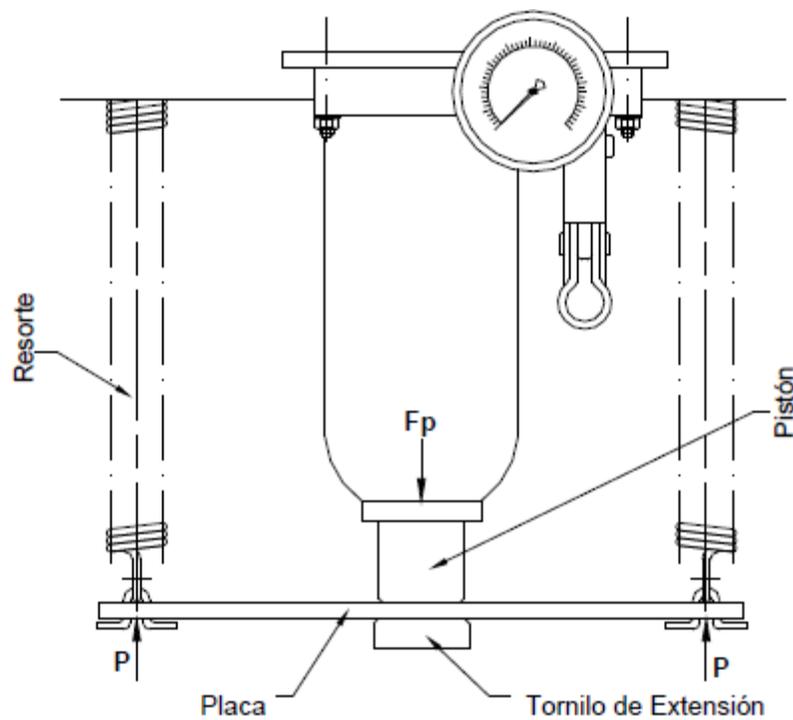
$$N_c = \frac{F_{ts} * n}{P_{\max}} = \frac{2992.5 * 2}{3962.4}$$

$$N_c = 1.51 \approx 2$$

3.2.12. Selección del resorte para el retorno del émbolo

El retorno del émbolo es realizado por la acción de dos resortes exteriores que se sujetan a una placa, la cual esta introducida entre el pistón y el tornillo de extensión como se muestra en la figura 17.

Figura 17. **Sistemas de retorno**



Fuente: elaboración propia.

El cálculo se basara en los siguientes datos, previo tanteo: se considera $d = 0,35$ centímetros, un $L = 13$ centímetros, un $r = 1,2$ centímetros, y una fuerza necesaria para el retorno del pistón a su posición original obtenida de forma empírica $F_p = 60$ kilogramos. El material, acero para resortes templado con un $R_c = 6\ 000$ kilogramos/centímetros cuadrados, un $G = 800\ 000$ Kilogramos/centímetros cuadrados

Al ser dos resortes, la carga de trabajo que soporta cada uno es:

$$P = F_p / 2$$

$$P = 60 / 2$$

$$P = 30 \text{ kilogramos}$$

Despejando la ecuación de la tensión de trabajo admisible R_c , se obtiene:

$$R_c = \frac{P * 16 * r}{\pi * d^3} = \frac{30 * 16 * 1,2}{\pi * 0,35^3}$$

$R_c = 4276,3$ kilogramos/centímetros cuadrados $< 6\ 000$ kilogramos/centímetros cuadrados.

El número de espirales del resorte se calcula estableciendo una diferencia entre la longitud inicial del resorte y el diámetro del hilo, de donde:

$$n = L / d$$

$$n = 13 / ,035$$

$$n = 37 \text{ espiras}$$

Finalmente, a través de la siguiente ecuación se obtiene la flexión del resorte bajo la carga P, de donde:

$$f = \frac{64 * 37 * 30 * 1,2^3}{800\ 000 * 0,35^4}$$

$$f = 10,2 \text{ centímetros.}$$

El resultado del R_c , da a conocer que el resto del resorte es apto para el trabajo ya que su valor es menor a la tensión admisible del material, esto ofrece un alto grado de seguridad y evita que el resorte se rompa bajo la acción de la carga de trabajo.

3.3. Sistema de pruebas de la máquina

Toda clase de maquinas al termino de si construcción deben ser sometidas a diferentes tipos de pruebas, la finalidad es asegurar un optimo funcionamiento de la misma, verificar que cumpla con todas las especificaciones del diseño, y controlar que tenga un buen acabado estético. A continuación en la tabla II se describe las pruebas a realizar en la prensa hidráulica.

Tabla II. Régimen de pruebas para la prensa hidráulica

<u>PRUEBA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>INSTRUMENTO DE CONTROL</u>
Control Dimensional	Verificar que la máquinas cumpla con las medidas nominales establecidas en los planos de taller	Flexómetro, escudra y nivel
	Inspeccionar paralelismo entre las comunas, de las tapas superiores y la mesa de prensado tomando como referencia el piso	
	Controlar perpendicularidad de las columnas con las tapas superiores, mesa de prensado, y el piso	
Funcionamiento en vacío	Accionar el sistema hidráulico y constatar que no exista fugas de aceite en las adecuaciones realizadas, que el pistón este centrado y perpendicular a la mesa de prensado, revisar cualquier falla de ensamblaje, y verificar la estabilidad de la máquina,	Escuadra y flexómetro. Inspección manual, visual, y auditiva.
Funcionamiento con carga	Accionar el sistema hidráulico oprimiendo algún material hasta que el manómetro marque 4000 Psi, constatar que no exista fugas de aceite en las adecuaciones realizadas, así como también revisar cualquier falla en los elementos de sujeción y de apoyo, y examinar la estabilidad de la máquina.	Inspección manual , visual, y auditiva
Retorno del Pistón	Comprobar que una vez abierta la llave de descarga del gato hidráulico, el pistón regrese a su posición inicial, y analizar cualquier anomalía en los resortes y la placa de retorno	Inspección visual, manual
Movilidad de la mesa de prensado	Situar la mesa de prensado en sus diferentes posiciones, para asegurar su fácil desplazamiento sobre las columnas	Inspección manual
Calidad Superficial	Constatar el acabado superficial de la máquina, dando prioridad a la adherencia de la pintura	Inspección visual

Fuente: www.campus.fortunecity.com/duquesne/623/home/prensa/prensa.htm. Consultado el 15 de mayo de 2012.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Selección del tipo de sistema hidráulico

La selección es realizada apoyándose en los parámetros de funcionamiento como también en el costo de adquisición, y el mantenimiento; partiendo desde:

- Fuente de energía, de accionamiento manual.
- Instalación, el sistema ira colocado externamente tanto e cilindro como la bomba, y el embolo debe trabajar en posición vertical hacia abajo.
- Tipo de cilindro, la prensa ejecuta las operaciones de compresión solo en carrera de salida del pistón, por esta razón lo más recomendable es emplear un cilindro de simple efecto con émbolo buzo. En cuanto a la fuerza de trabajo requerida, se realiza e cálculo para tres rodamientos, con diámetros interiores y valores de interferencia diferentes, mediante la ecuación 2.18 (ver anexo A 3.11); el promedio tota de los resultados más altos es de 6.2 Tm, pero con el fin de darle una mayor seguridad la maquina, la fuerza es sobredimensionada en un 100% dando como resultado una carga de 12 toneladas.
- Montaje, con el objetivo de facilitar el montaje del sistema hidráulico en la estructura metálica, este se ha de ensamblar mediante pernos.

- Seguridad de operación, el sistema debe de brindar el más alto índice de seguridad para el operador, siguiendo una regla básica la seguridad está por encima de la calidad y calidad antes que la producción.
- Costo, al ser un costo directo, su monto no debe ser muy elevado puesto que ello aumenta el valor final de la maquina notablemente.

En base a lo anterior, a continuación se presentan dos alternativas que cumplen con costos y requerimientos.

4.2. Alternativas

Las alternativas que se analizan son sistemas idóneos para el proceso de extracción de aceites fijos ya que son fáciles de adquirir y de adaptar a la prensa hidráulica.

4.2.1. Conjunto bomba y cilindro

El conjunto se compone de: una bomba hidráulica de velocidad constante y acción simple, con un depósito de 400 centímetros cúbicos; proporciona una presión de trabajo de 700 bares, y está dotada de un sistema de protección integrado con una válvula de alivio para impedir la sobre-presión; transmite el fluido por una tubería flexible, hasta un cilindro de acción simple con capacidad de 10 toneladas, carrera de 155 milímetros, un embolo de 50 milímetros de diámetro, retroceso por resorte y que opera en cualquier posición. (Ver figura 18).

Figura 18. **Sistema bomba-cilindro**



Fuente: www.mega-sa.com. Consultado el 18 de mayo de 2012.

4.2.1.1. Ventajas

- Estos sistemas son idóneos para aplicaciones donde hay muy poco recorrido libre.
- Son de fácil acoplamiento, así como sencillos para transportar.
- Su estructura es completamente metálica, excepto la tubería, lo que evita quemaduras en entornos de soldadura.
- Ideal para pequeños trabajos de elevación y prensado.

4.2.1.2. Desventajas

- El costo total a la fecha haciende a \$700 lo que dificulta su adquisición.
- Su mantenimiento es complicado, y costoso.

4.2.2. Sistema hidráulico tipo botella

Es un sistema compacto compuesto de un depósito en forma de botella que se posiciona sobre una base. El depósito está dividido en dos cámaras, la primera se encarga de contener el fluido, y la segunda es un cilindro de émbolo buzo, este es accionado mediante una pequeña bomba de pistón situada en la base, la cual contiene en su interior un sistema de cañerías por donde se desplaza el aceite. El pistón posee una capacidad de 12 toneladas, carrera de 150 milímetros, un diámetro de 45 milímetros y opera en posición vertical y horizontal. (Ver fig.19)

Figura 19. **Gato hidráulico tipo botella**



Fuente: www.mega-sa.com. Consultado el 18 de Mayo de 2012.

4.2.2.1. Ventajas

- Su tamaño lo hace muy sencillo de transportar de un lugar a otro.

- Cuenta con un tornillo de extensión de 80 milímetros, dando una carrera útil de 230 milímetros en total.
- Posee una válvula de seguridad en la base para evitar problemas de sobrepresión.
- Al ser un sistema compacto evita fugas de aceite mejorando su eficiencia.
- Son de manejo simple, seguro, y de fácil mantenimiento.
- Puede ser empleado en trabajos de elevación, o prensado.
- El costo a la fecha es de \$ 84.

4.2.2.2. Desventajas

- El sistema no funciona en posición vertical con el embolo hacia abajo, por lo cual es necesario instalar un acumulador en la parte superior.
- Necesita de resortes externos para el retroceso del embolo.
- Debido a que la cañería esta en el interior de la base, resulta un poco complicado colocar un manómetro, puesto que los retrabajos pueden dejar limaduras en el interior afectando gravemente su funcionamiento.

4.3. Selección de la alternativa

En vista que las dos muestran características muy parecidas, y que cumplen con casi todos los parámetros establecidos para el desarrollo funcional del presente proyecto, se opta por tomar la opción 2 gato hidráulico tipo botella, por presentar una diferencia en cuanto al costo de \$616 en comparación con la alternativa 1 ayudando de esta forma a mejorar la rentabilidad del proyecto, y además porque este sistema requiere de un menor espacio físico en la estructura metálica.

Antes es necesario realizar algunos ajustes en el gato hidráulico que den paso a eliminar las desventajas que presenta.

4.4. Adaptación del sistema hidráulico

Debido a que esta clase de sistemas no puede operar en posición vertical con el émbolo hacia abajo, y que de igual forma demanda de un medidor hidráulico o manómetro que permite controlar la presión de trabajo mientras se retira o instala el fruto o la semilla; ha hecho necesario efectuar dos adecuaciones con el fin de resolver estos inconvenientes, las mismas que se detallan a continuación.

4.4.1. Ajuste de posición

Cuando el sistema hidráulico es colocado verticalmente hacia abajo, el aceite contenido en la cámara exterior del depósito desciende hasta un nivel en el que la bomba no puede succionar, como se muestra en la figura 20.

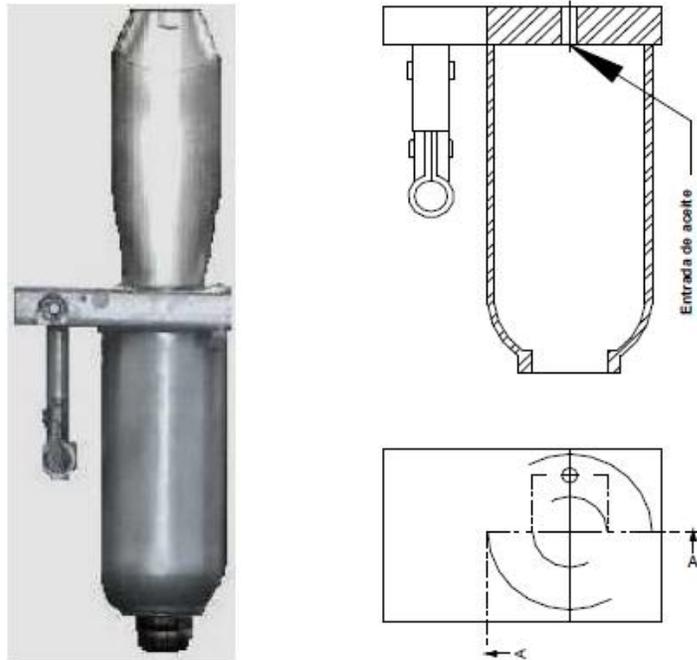
Figura 20. **Gato hidráulico invertido**



Fuente: www.mega-sa.com. Consultado el 22 de mayo de 2012.

Por esta razón se instala un acumulador con capacidad de 400 centímetros cúbicos sobre la base, el cual está conectado directamente con el tanque donde se encuentra el fluido mediante un adaptador NPT de 1/8", con el fin de mantener la cantidad de aceite a tal nivel que la bomba pueda succionar y de esta manera hacer que el embolo trabaje normalmente. (Ver figura 21)

Figura 21. **Gato hidráulico y acumulador**

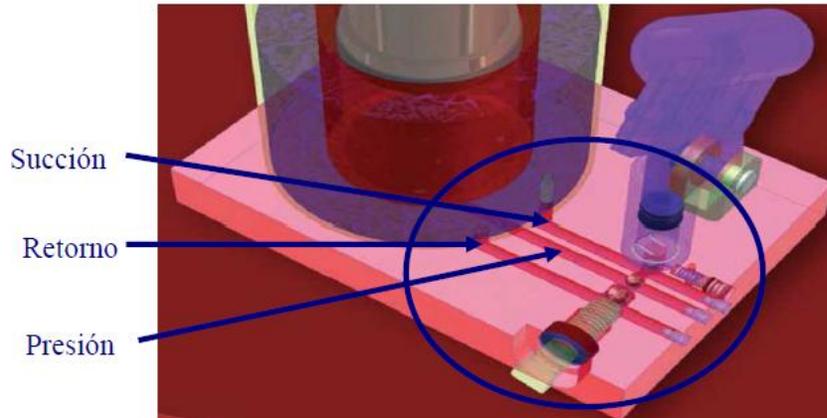


Fuente: elaboración propia.

4.4.2. **Instalación del manómetro**

El sistema de cañerías del gato hidráulico se compone de tres canales (ver figura 22), el de alimentación o succión, de retorno o descarga, y el canal de presión. Este último es el conducto a través del cual la bomba envía el fluido presurizado hasta el cilindro para que trabaje el pistón, y es en cualquier punto del trayecto de este en donde se puede colocar el medidor hidráulico aprovechando que la presión es la misma en cualquier punto.

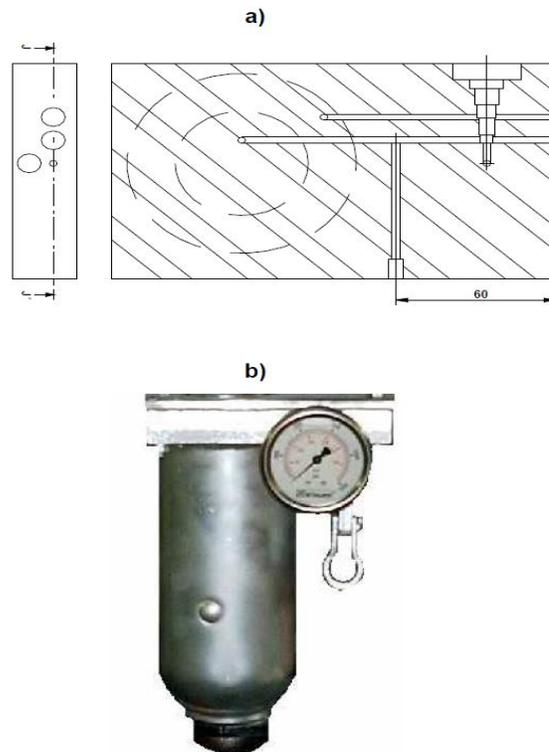
Figura 22. Sistema de cañerías



Fuente: elaboración propia.

Tanto el canal de presión como el de retorno se encuentran a la misma altura, y debido al desconocimiento de la longitud de cada uno de los sellos se opta por realizar una perforación de diámetro $\frac{1}{4}$ " entre la bomba y el cilindro, en la cara de la base opuesta a la llave de descarga con el propósito de no perforar el canal de retorno; hasta llegar al conducto de presión, para luego agrandar el extremo saliente de la perforación hecha hasta un diámetro de 8,75 milímetros (ver figura 23-a), y poder acoplar un adaptador NPT de $\frac{1}{8}$ " en el cual se introduce el manómetro (ver figura 23-b).

Figura 23. **Instalación: a) base, b) manómetro instalado**



Fuente: elaboración propia.

4.5. Descripción de la prensa a diseñar

Consta de una estructura metálica fija, la misma que está formada por dos columnas las cuales se sostienen de una base cada una y ambas terminan en la parte superior unidas por un travesaño.

Contiene una mesa ajustable a la altura deseada para realizar el trabajo deseado.

Tiene una bomba hidráulica de mano la cual le da fuerza por medio de una manguera al cilindro que es el que presiona contra la mesa al objeto.

Columna: soporte vertical de gran altura respecto a su sección transversal.

Base: fundamento o apoyo principal de la prensa en si es la que soporta y equilibra la estructura de la prensa.

Mesa: es donde se coloca las piezas que se van a trabajar.

4.6. Análisis de la cimentación adecuada para la ubicación de la prensa

El diseño de la cimentación para este tipo de maquinaria deberá ser el adecuado para evitar cualquier efecto perjudicial en la cimentación, debido a la misma operación de la maquinaria así como también en estructuras adyacentes o en máquinas y personas que se encuentren cerca.

Los cimientos superficiales son aquellos que descansan en las capas superficiales del suelo, las cuales son capaces de soportar la carga que recibe de la construcción por medio de la ampliación de base.

El material más empleado en la construcción de cimientos superficiales es la piedra (básicamente tratándose de construcciones ligeras), en cualquiera de sus variedades siempre y cuando esta sea resistente, maciza y sin poros. Sin embargo, el concreto armado es un extraordinario material de construcción y siempre resulta más recomendable.

4.7. Materia prima

- Ángulo de tres 600 milímetros con un grosor de 10 milímetros
- Vigas tipo U de 140 milímetros de ancho por 600 milímetros en los laterales el grosor es de 6 milímetros.
- Ángulo de 22 milímetros
- Un gato hidráulico con bomba de 4 toneladas.
- Pintura de fondo.
- Pintura de esmalte.
- Electrodo.
- Disco de corte de 1/16.
- Disco de pulir.
- Pernos, tuercas y arandelas.
- Tiza para rayar metales.

El ángulo de 6 000 milímetros se utiliza como bases de la prensa, por tal razón se cortan dos pedazos de 850 milímetros. Uno para cada columna.

La viga tiene aproximadamente 6 000 milímetros de la cual se cortan dos de 1 800 milímetros para columnas y se corta un pedazo de 900 milímetros para colocar en la parte superior de las columnas.

Para las bases de la mesa se hacen dos cortes de 140 milímetros.

Del ángulo de 22 milímetros se corta dos pedazos de 900 milímetros para unir entre las columnas en la parte baja como soporte para que la prensa no se habrá.

4.8. Costos del diseño

El proceso da comienzo con la búsqueda de los materiales requeridos para la construcción de la prensa hidráulica. En este intento se logra obtener los materiales siguientes con los respectivos costos.

Tabla III. **Costos del diseño de la prensa hidráulica**

MATERIAL	COSTO
Viga tipo U	Q 375,00
Ángulos	Q 115,00
Lamina negra	Q 300,00
Disco de corte	Q 15,00
Disco de pulido	Q 18,00
10 lb de soldadura E7018	Q 150,00
Gato hidráulico	Q 600,00
Manómetro	Q 182,50
Acumulador	Q 154,00
Pernos	Q 20,00
Pintura de Fondo	Q 53,00
Pintura de Esmalte	Q 53,00
TOTAL	Q 2 035,50

Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra una tabla donde se integran los resultados de las cotizaciones de prensas hidráulicas que se encuentran disponibles en el mercado.

Tabla IV. **Precios de prensas hidráulicas**

Capacidad	Catalogo	Fabricante	Precio	Precio
12 Ton	Grainger	Dayton	US\$ 850,00	Q 6 800,00
20Ton	Grainger	Dayton	US\$ 1 285,00	Q 10 280,00
50 Ton	Mc Master	Lincoln	US\$ 1 440,00	Q 11 520,00
75 Ton	Mc Master	Lincoln	US\$ 3 995.00	Q 31 960,00

Fuente: catálogos herramientas y equipo, Graiger y Mc Master.

4.8.1. Esquema de beneficios

Los criterios utilizados para mostrar los beneficios en cuanto a construir en lugar de comprar una prensa hidráulica fueron los siguientes:

El primer criterio utilizado es la operatividad. Se define como operatividad a la facilidad y versatilidad que brinda la maquinaria para su fácil operación, por parte de la persona encargada de hacerlo.

El segundo criterio es seguridad. Se define por seguridad al conjunto de normas procedimientos y prácticas que al cumplirlas, brindan al trabajador un ambiente propicio para el cumplimiento de sus labores, evitando la presencia de condiciones inseguras y cuidando la no ejecución de actos inseguros.

El tercer criterio es la mantenibilidad. Se define como mantenibilidad a la facilidad para brindar mantenimiento o reparación a un equipo, sin incurrir en la utilización de largos períodos de tiempo y con mínima participación de recursos.

El cuarto criterio es el costo. El costo es el gasto económico que representa la fabricación o la adquisición de un producto o la prestación de un servicio. Al determinar el costo de fabricación o de adquisición, se puede determinar su rentabilidad.

El esquema consiste en asignar un puntaje determinado a los criterios, se tomo la calificación entre 1 y 5 en vista a la escala siguiente: 1 equivale a deficiente; 2 equivale a regular; 3 equivale a bueno; 4 equivale a muy bueno; 5 equivale a excelente.

Tabla V. **Puntaje asignado a cada alternativa según cada criterio**

Criterio	Alternativa Construcción de prensa hidráulica de 12 Toneladas	Alternativa compra de la prensa hidráulica de 12 Toneladas
Operatividad	5	5
Seguridad	5	5
Mantenibilidad	5	5
Costo	5	2
Promedio	5	4,25

Fuente: elaboración propia.

Se muestra que la alternativa de la construcción de la prensa hidráulica es la que cumple con los más altos indicadores por lo cual nos da mayor beneficio.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Resultados de la implementación

Hay una tendencia al uso del proceso de automatización con máquinas mecánicas con la alimentación automática, existen en mayoría los procesos de manufactura. Que al contrario requieren la alimentación a mano por las características del material o el alto costo de los procesos de automatización. También la necesidad de entregas rápidas o de pedidos más pequeños de los productos urge la manufactura en períodos cortos en vez de la inversión de mucha capital en equipo de alimentación por automatización. En este caso en el Laboratorio de Extracto Vegetal (LIEXVE) son mejores las prensas hidráulicas por costo mínimo, su flexibilidad y no tener que pasar mucho tiempo en los ajustes del equipo de automatización.

5.1.1. Ventajas

- La fuerza total por toda la carrera - Es posible mantener el total de la fuerza por lo largo de la carrera, no solamente al fondo o el final de la carrera como en las prensas mecánicas. La ventaja de esta es quitar la necesidad de hacer cálculos de la presión del tonelaje al principio de la carrera, así es que no se requiere la compra de una prensa de 200 toneladas para alcanzar a la presión de solamente 100 toneladas.
- Más capacidad a menos costo - Se sabe que es más fácil y menos caro comprar ciertas clases de capacidad en las prensas hidráulicas. Lo de la carrera es mera ganga. Las carreras de 12, 18 y de 24 pulgadas son

comunes. Aparte, es fácil aumentar esta medida. También se puede aumentar el claro máximo a bajos costos. Inclusive, es muy posible la instalación de las mesas (platinas) más grandes en las prensas pequeñas o la aumentación de cualquiera platina.

- Menos el costo de compra - Por su potencia de fuerza no hay ninguna máquina que de la misma fuerza por el mismo precio.
- Menos costo de mantenimiento - Las prensas hidráulicas son bastantes sencillas en su diseño, con pocas partes en movimiento y están siempre lubricadas con un fluido de aceite bajo presión. En las pocas ocasiones de avería casi siempre son defectos menores, sea el empaque, la bobina solenoide y a veces una válvula, que son fáciles a refaccionar. En cambio, en las prensas mecánicas, un cigüeñal roto es significativo tanto en el costo de la parte como la pérdida de producción. No solo es el menor costo estas partes, sino también se puede reparar sin tener que hacer maniobras de desmontar piezas de gran tamaño; reduciendo tiempos de mantenimiento, y menos afectación en la producción.
- Seguridad de sobrecarga incluido - Con una prensa de 100 toneladas si se calibra una fuerza de 100 toneladas, no se corre el riesgo de romper troqueles o la misma prensa por un excedente de fuerza; porque al tener el máximo de fuerza permitida, se abre una válvula de seguridad.
- Mayor flexibilidad en control. Y versatilidad - Como siempre se puede mantener un control en una prensa hidráulica, como lo es fuerza, carrera, tiempo de trabajo, movimientos con secuencia, etc. Se puede disponer de una velocidad rápida de aproximación, y otra de trabajo, con ventajas de productividad, y de cuidado de herramientas. En una prensa hidráulica se

puede controlar distancias de profundidad, aproximación, tiempos de trabajo, o toda una secuencia de operación, por medio de temporizadores, alimentadores, calentadores, etc. Por este motivo una presas hidráulica no solo sube y baja, como lo aria una presa mecánica.

- Una prensa hidráulica puede hacer trabajos en ancho rango según su fuerza. Entre ellos son: el embutido profundo, reducción, formado de polímetros, el formado, el estampado, troquelado, el punzónado, el prensado, el ensamble ajustado, el enderezo. También es muy útil en los procesos de: el formado de sinterizado de ruedas abrasivas, la adhesión, el brochado, la calibración de diámetros, la compresión a plástico y a hule (goma, caucho), y los troqueles de transferencia.
- Más compactas: aunque una prensa muy común de 20 toneladas mide 1.7 metros por 0.7 metros por 1.5 metros, una prensa de 200 toneladas solo mide 2.1 metros por 1.2 metros por 2 metros, efectivamente con 10 veces la capacidad pero solo un poco más grande; la prensa más grande desplaza solo 50% más. Como va incrementando la fuerza, se va economizando comparando a las prensas mecánicas.
- Menos gastos en herramientas: junto a la protección empotrada, lo mismo tocante a las herramientas. Se puede fabricar las herramientas según las tolerancias de un trabajo especificado, luego ajustar la fuerza de la prensa hidráulica según ésta misma. El hecho de lo mínimo de choque y de vibración les beneficia en más vida en las herramientas.
- Menos ruido: con menos partes movibles, y sin rueda volante, el nivel de ruido iniciado por la prensa hidráulica es mucho menos que la mecánica. Armadas según las normas, aunque están a toda presión, las bombas

imiten ruidos bajos las indicadas de las Normas Federales. También es posible minimizar el nivel de ruido por controlar la velocidad del bástago en pasarlo por el trabajo más lento y quieto.

- La seguridad: ni quisiera decir que las prensas hidráulicas sean más seguras que las mecánicas. Las dos clases son si se instalan se usan en la manera apropiada, pero con los controles a dos manos y los protectores enlazados, es más fácil fabricarlas con más seguridad por el hecho del control completo con el sistema hidráulico.

5.2. Controles y retroalimentación

Al finalizar la construcción de la prensa hidráulica manual de 20 toneladas, el equipo está listo para realizar pruebas con carga de trabajo y en caso de ser necesario tomar las medidas correctivas pertinentes.

Existen varias técnicas que se pueden aplicar para realizar un efectivo control del rendimiento de un equipo. Entre estas se encuentran, rutinas predictivas de inspección, mantenimiento basado en riesgo, mantenimiento basado en confiabilidad, y monitoreo de condición.

5.3. Mantenimiento

El mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua consistirá en el conjunto de actividades que es necesario desarrollar para corregir oportunamente las fallas que lleguen a presentarse en sus estructuras y conseguir que éstas se encuentren continuamente en condiciones de poderse operar adecuadamente.

5.3.1. Inspecciones periódicas

El control implantado se conoce como monitoreo de condición, que significa un seguimiento constante del estado y condición del equipo, mediante toma de datos significativos que reflejen su estado. Así, los parámetros a controlar deben ser los siguientes: fuerza aplicada con carga de trabajo y deformación de los elementos sometidos a flexión.

El procedimiento es el siguiente:

- Se verifica el trabajo que se va a realizar en la prensa (ajuste de elementos, matricería, etc.).
- Se mide la distancia existente entre la parte central de la viga transversal de la prensa y la parte central de las vigas que sirve de apoyo a la pieza de trabajo antes de realizar la labor. Esta medida está dada en milímetros.
- Cuando se está efectuando el trabajo se registra los valores de presión suministrados por la bomba manual durante la ejecución del trabajo.
- En el momento que se registra el mayor valor de presión se procede a la detención de la labor para verificar ciertos parámetros.
- Se mide la distancia existente entre la parte central de la viga transversal de la prensa y la parte central de las vigas que sirve de apoyo a la pieza de trabajo en el momento que ocurre la presión hidráulica máxima.
- Se efectúa la diferencia entre la medida final y la medida inicial.

- Al tener este valor se verifica la flexión de los elementos estructurados.
- En vista de que los elementos más propensos a sufrir flexión son los que soportan a la pieza de trabajo, a estos les es cargado el valor total de la deflexión y se compara con el máximo valor permitido de flexión calculada cuando el elemento aún se encuentra en la zona elástica de deformación, teniendo en cuenta que nunca debe exceder el valor contra el cual se está comparando.

Al implantar este procedimiento se aseguraba que los valores de deflexión no excedan el límite de deflexión del material en la zona elástica.

5.4. Tipos de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento pueden clasificarse en: correctivas, preventiva y predictivas.

5.4.1. Mantenimiento preventivo

A diferencia del correctivo, el mantenimiento preventivo se inicia con un programa, sigue con una revisión y termina con un informe que puede terminar con un informe que puede originar una actividad de reparación. Para su formulación y es indispensable: (a) una lista de equipos; (b) establecer procedimientos; (c) hacer la programación; (d) organizar y llevar un registro de datos y (e) producir la información.

Para programar la frecuencia entre revisiones existen tres criterios diferentes: uno que considera que un equipo no debe trabajar períodos muy largos sin someterse a una revisión, este fija por tanto el tiempo máximo

(número de horas, días, meses o años, según el caso) entre revisiones; el otro establece que el desgaste es función del trabajo realizado y así define los períodos, por el número de horas trabajadas o por el de unidades que han intervenido (metros, kilómetros de recorrido, etc.); el tercero adopta los dos criterios y fija, como período, lo primero que se presente, por ejemplo, revisar un motor cada dos meses o cada 4 000 kilómetros.

5.4.2. Mantenimiento correctivo

Constituido por las actividades destinadas a reparar oportunamente cualquier falla que se presenten en las estructuras o equipos.

Para desarrollarlas se requiere:

- Reporte sobre la falla.
- Revisión y diagnóstico de la falla.
- Labores de reparación.
- Reporte final para efectos de control y estadística.

Los reportes de fallas son realizados generalmente por personal de operación; sin embargo, producto de una revisión también pueden ser detectadas.

La atención de las fallas debe priorizarse de acuerdo a los siguientes aspectos:

- El tipo de estructura o equipo en cuestión.
- La magnitud de la falla.
- Como afecta la falla a la operación

5.4.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo que está basado en la determinación del estado de la máquina en operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.

Se trata de realizar ensayos no destructivos, como pueden ser análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, etc.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo: cambiar o reparar la maquina en una parada cercana, detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos, etc.

CONCLUSIONES

1. La metodología utilizada para el diseño de la prensa es la adecuada para la resolución de los problemas de ingeniería.
2. Los materiales empleados fueron seleccionados con base a las buenas propiedades mecánicas establecidas en catálogos y que cumplían con las exigencias del diseño, a fin de obtener una máquina de buen rendimiento.
3. La construcción y el diseño de una prensa hidráulica de 12 toneladas es mucho más rentable que adquirir una prensa hidráulica en el mercado.
4. La prensa hidráulica que proporciona la fuerza de extracción fue diseñada con base a modelos básicos de este tipo de máquinas, y presenta una gran versatilidad puesto que puede ser empleada en trabajos de: enderezado, punzonado, o embutido de poca profundidad.
5. La máquina está conformada por elementos sencillos, de fácil construcción, y materiales de gran disponibilidad en el mercado local, esto permitirá a futuro establecer una producción en serie de este tipo de máquinas y sus repuestos, mejorando cada vez su diseño, y disminuyendo los costos de construcción.
6. Es importante el concepto de manejar adecuadamente los pasivos ambientales, mediante la reutilización de materiales, que han sido separados de su función original y colocadas en espacios libres, los cuales pueden seguir siendo útiles en otras aplicaciones.

7. Los modelos matemáticos aplicados para el dimensionamiento de los elementos constitutivos de la prensa, están al alcance de los interesados, mediante la aplicación de criterios manejados a través de las teorías de diseño de elementos mecánicos. Todas estas teorías están documentadas en los textos relacionados con el tema. Una muestra puede ser verificada en la bibliografía de este documento.

8. Los esfuerzos, calculados mediante las teorías de diseño de elementos mecánicos, son aproximaciones a los esfuerzos reales que soporta la prensa hidráulica. En vista de esto, el diseñador se vio en la necesidad de proteger su trabajo utilizando factores de seguridad mayores a los recomendados para este tipo de estructuras.

9. La combinación de los conocimientos teórico-prácticos adquiridos en el transcurso de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, facilita llevar a cabo la construcción de aparatos que den solución a problemas cotidianos que se presentan en laboratorios, talleres o empresas, y que sean de bajo costo para facilitar su adquisición.

RECOMENDACIONES

1. En el caso de sufrir daños o desgaste de algún componente, replácelos por otros que tengan las mismas características establecidas en el diseño de construcción respectivo.
2. Cuando accione el sistema hidráulico, asegúrese que no existan fugas de aceite, esto disminuye el rendimiento de trabajo y puede ocasionar accidentes durante su manipulación.
3. Al realizar el ensamblaje de la máquina, ponga especial atención en la correcta posición de los componentes que soportan directamente la carga de trabajo.
4. Al utilizar la máquina tenga siempre presente todas las normas de seguridad industrial.
5. Se deben tomar todas las precauciones necesarias para trabajar con una presión hidráulica.
6. No sobrepase las 12 toneladas establecidas como límite del gato hidráulico puesto que de hacerlo esto accionara la válvula de seguridad y el sistema quedara deshabilitado.

7. Cuando la presión de montaje calculada supere los 5 000 psi, retire el manómetro antes de efectuar el trabajo, ya que este elemento no soportara presiones superiores a la indicada, y coloque un tapón NPT de ¼".
8. Para realizar cualquier trabajo de mantenimiento en los elementos hidráulicos se debe liberar la presión del sistema para que no exista problemas de derrame de aceite.
9. Sitúe la máquina en un ambiente limpio libre de polvo, lluvia y vibraciones para evitar cualquier falla de funcionamiento de la maquina, y en especial del gato hidráulico.

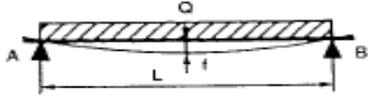
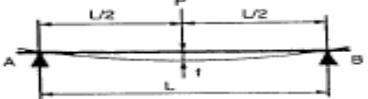
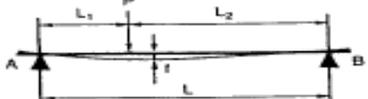
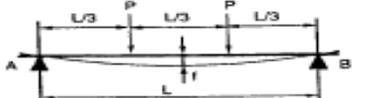
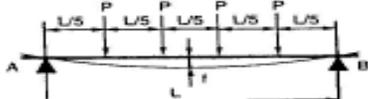
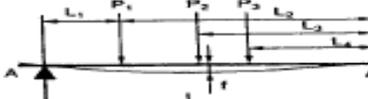
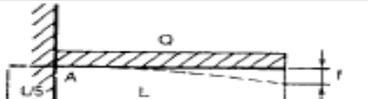
BIBLIOGRAFÍA

1. ESPINOSA, D. *Resistencia de materiales mecánicos*. Quito: EPN-ESFOT, 2004. 107 p.
2. KRICK, Edward W. *Introducción a la ingeniería y al diseño en la ingeniería*. 3a ed. México: Limusa, 2009. 206 p.
3. LARBURU ARRIZABALAGA, N. *Máquinas prontuario: técnicas, máquinas, herramientas*. 7a ed. Madrid: Paraninfo, 2008. 315 p.
4. Maquinaria: *máquina hidráulica*. [en línea]. [ref: marzo de 2012] Disponible en Web: <www.mega-sa.com>.
5. Materiales: *metales*. [en línea]. [ref: abril de 2012] Disponible en Web: <www.metalunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/Articulo.asp>.
6. ORTIZ QUIROA, Cinthya Patricia. *Obtención y comparación fisicoquímica a nivel laboratorio del aceite esencial de laurel de dos diferentes especies (Litsea guatemalensis Mez. y Litsea glaucescens HBK.) colectada en tres diferentes lugares*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2005. 143 p.
7. Servicios técnicos: maquinaria. [en línea]. [ref: mayo de 2012] Disponible en Web: <<http://lorenzoasusrvicio.50megs.com/facu/modulo1/.htm>>.

8. SHIGLEY, Joseph E.; MISCHKE, Charles R. *Diseño en ingeniería mecánica*. 5a ed. México: McGraw-Hill, 2008. 210 p.
9. VILORIO, José R. *Prontuario de mecánica industrial aplicada*. España: Thomson, 2010. 44 p.

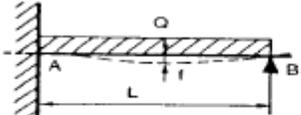
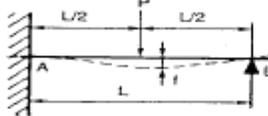
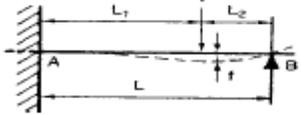
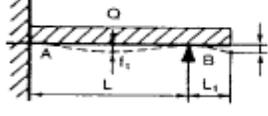
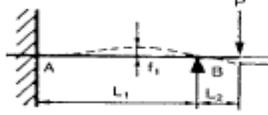
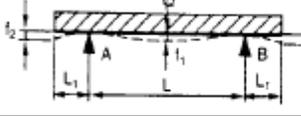
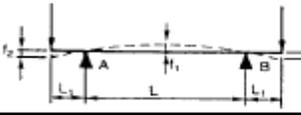
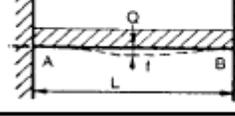
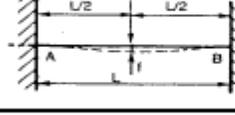
ANEXOS

Tabla A 3.1 Corte Máximo

REACCIONES DE LOS APOYOS	
Diagrama	Ecuación
1) 	$A = B = \frac{Q}{2}$
2) 	$A = B = \frac{P}{2}$
3) 	$A = \frac{P \cdot L_2}{L} \quad B = \frac{P \cdot L_1}{L}$
4) 	$A = B = P$
5) 	$A = B = \frac{3P}{2}$
6) 	$A = \frac{P_1 \cdot L_2 + P_2 \cdot L_3 + P_3 \cdot L_4}{L}$ $B = P_1 + P_2 + P_3 - A$
7) 	$A = Q$
8) 	$A = P$
9) 	$A = P_1 + P_2$

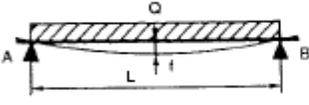
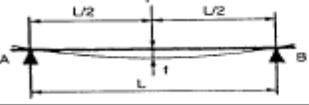
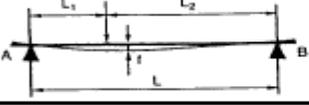
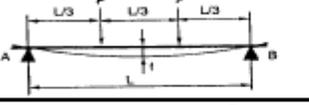
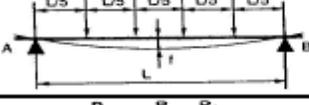
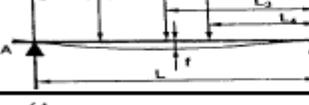
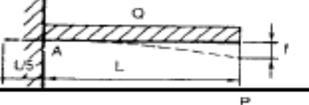
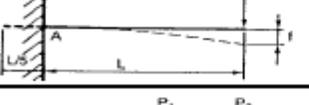
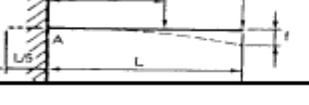
Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 44.

Tabla A 3.2 Corte Máximo

10)		$A = \frac{5Q}{8}$ $B = \frac{3Q}{8}$
11)		$A = \frac{11P}{16}$ $B = \frac{5P}{16}$
12)		$A = \frac{P \cdot L_1^2}{2 \cdot L^3} \cdot (L_2 + 2 \cdot L)$ $B = P - A$
13)		$B = \frac{Q}{8L(L+L_1)} \cdot (6L_1^2 + 8L \cdot L_1 + 3L^2)$ $A = Q - B$
14)		$B = \frac{0,5P}{L} \cdot (2L + 3L_1)$ $A = -\frac{1,5P \cdot L_1}{L}$
15)		$A = B = \frac{Q}{2}$
16)		$A = B = P$
17)		$A = B = \frac{Q}{2}$
18)		$A = B = \frac{P}{2}$

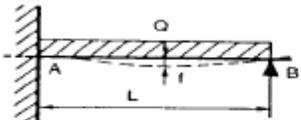
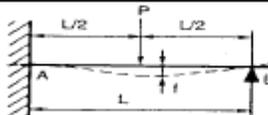
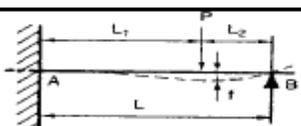
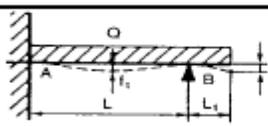
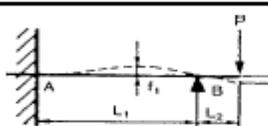
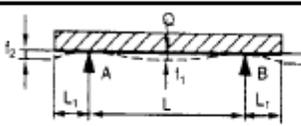
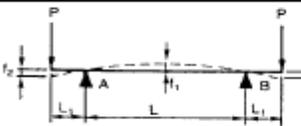
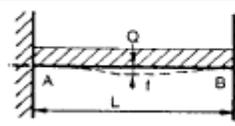
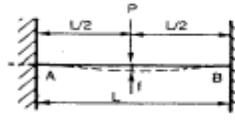
Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 45.

Tabla A 3.3 Momento Flector Máximo

TECNOLOGÍA MECÁNICA	
Diagrama	Ecuación
1) 	$Mf = \frac{Q \cdot L}{8}$
2) 	$Mf = \frac{P \cdot L}{4}$
3) 	$Mf = \frac{P \cdot L_1 \cdot L_2}{L}$
4) 	$Mf = \frac{P \cdot L}{3}$
5) 	$Mf = \frac{P \cdot L}{2}$
6) 	$Mf_{P1} = R_A \cdot L_1$ $Mf_{P2} = R_A (L - L_3) - P_1 (L_2 - L_3)$ $Mf_{P3} = R_A (L - L_4) - P_1 (L_2 - L_4) - P_2 (L_3 - L_4)$
7) 	$Mf = \frac{Q \cdot L}{2}$
8) 	$Mf = P \cdot L$
9) 	$Mf_A = P_2 \cdot L + P_1 \cdot L_1$

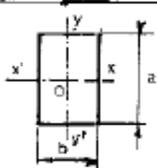
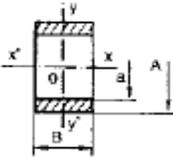
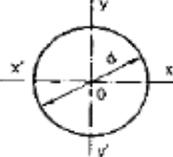
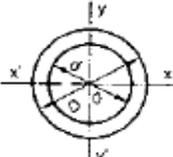
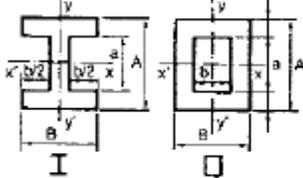
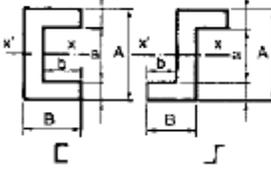
Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 44.

Tabla A 3.4 Momento flector máximo

10)		$Mf_A = \frac{Q \cdot L}{8}$ $Mf_B = \frac{9 \cdot Q \cdot L}{128}$
11)		$Mf_A = \frac{3 P \cdot L}{16}$ $Mf_P = \frac{5 P \cdot L}{32}$
12)		$Mf_A = \frac{P \cdot L_2 \cdot (L_2 - L_2^2)}{2 \cdot L^2}$ $Mf_P = \frac{P \cdot L_2}{2} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot L_2}{L} + \frac{L_2^3}{L^3} \right)$
13)		$Mf_A = -\frac{Q(L_1 + L_2)}{2} + R_B \cdot L$ $Mf_B = -\frac{Q \cdot L^2}{2(L_1 + L_2)}$ $Mf_1 = \frac{Q \cdot L^2}{128(L_1 + L_2)} \cdot \left(\frac{36 \cdot L_1^4}{L^4} - \frac{28 \cdot L_1^2}{L^2} \right)$
14)		$Mf_A = 0,5 P \cdot L_1$ $Mf_B = -(P \cdot L_1)$
15)		$Mf_A = \frac{Q \cdot L_1^2}{2L_2}$ $Mf_B = Mf_A$
16)		$Mf = P \cdot L_1$
17)		$Mf_A = -\frac{Q \cdot L}{12}$ $Mf_B = Mf_A$
18)		$Mf_A = -\frac{P \cdot L}{8}$ $Mf_B = Mf_A$

Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 45.

Tabla A 3.5 Momento Resistente de Superficies Básicas

MOMENTOS DE INERCIA Y RESISTENCIA		
SUPERFICIE	INERCIA	RESISTENTE
	<p>1.</p> <p>a) $I_{xx'} = \frac{ba^3}{12}$</p> <p>b) $I_{yy'} = \frac{ab^3}{12}$</p>	<p>7.</p> <p>a) $W_{xx'} = \frac{ba^2}{6}$</p> <p>b) $W_{yy'} = \frac{ab^2}{6}$</p>
	<p>2.</p> <p>a) $I_{xx'} = \frac{B}{12} (A^3 - a^3)$</p> <p>b) $I_{yy'} = \frac{B^3}{12} (A - a)$</p>	<p>8.</p> <p>a) $W_{xx'} = \frac{B}{6A} (A^3 - a^3)$</p> <p>b) $W_{yy'} = \frac{B^2}{6} (A - a)$</p>
	<p>3.</p> <p>$I_{xx'} = I_{yy'} = \frac{\pi d^4}{64}$</p>	<p>9.</p> <p>$W_{xx'} = W_{yy'} = \frac{\pi d^3}{32}$</p>
	<p>4.</p> <p>$I_{xx'} = I_{yy'} = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{64}$</p>	<p>10.</p> <p>$W_{xx'} = W_{yy'} = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{32 D}$</p>
	<p>5.</p> <p>$I_{xx'} = \frac{BA^3 - ba^3}{12}$</p>	<p>11.</p> <p>$W_{xx'} = \frac{BA^3 - ba^3}{6A}$</p>
	<p>6.</p> <p>$I_{xx'} = \frac{BA^3 - ba^3}{12}$</p>	<p>12.</p> <p>$W_{xx'} = \frac{BA^3 - ba^3}{6A}$</p>

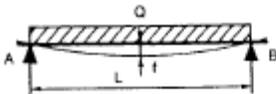
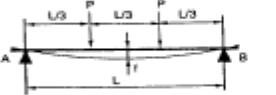
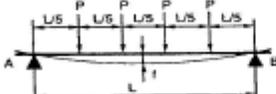
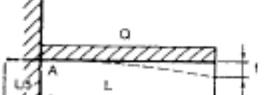
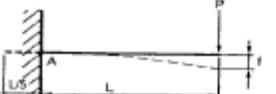
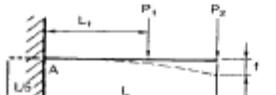
Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 41.

Tabla A 3.6 Momento resistente para perfil normal tipo UPN

PRODUCTOS SIDERÚRGICOS																				
Perfil normal tipo UPN																				
DIN-1026																				
$b = 0,25 h + 25 \text{ (en mm)}$ $r_1 = \frac{e_1}{2}$																				
Perfil UPN	Dimensiones en mm										Peso kg/m	Sección cm ²		Para el eje de flexión						$\frac{W_x}{W_y}$
	h	b	e	e ₁ =r ₁	r ₁	h ₁	c (cm)	g	d ₁ Ø	Bruta A		Neta A _n	x = x			y = y				
													I cm ⁴	W cm ³	i cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm		
8	80	45	6	8	4	46	1,45	25	13	8,64	11,0	8,9	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	4,16	
10	100	50	6	8,5	4,5	64	1,55	30	13	10,6	13,5	11,4	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	4,84	
12	120	55	7	9	4,5	82	1,60	30	17	13,4	17,0	14,0	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	5,48	
14	140	60	7	10	5	98	1,75	35	17	16,0	20,4	17,1	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	5,84	
16	160	65	7,5	10,5	5,5	115	1,84	35	21	18,8	24,0	19,7	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	6,32	
18	180	70	8	11	5,5	133	1,92	40	21	22,0	28,0	23,5	1.350	150	6,95	114	22,4	2,02	6,71	
20	200	75	8,5	11,5	6	151	2,01	40	21	25,3	32,2	27,5	1.910	191	7,70	148	27,0	2,14	7,09	
22	220	80	9	12,5	6,5	167	2,14	45	21	29,4	37,4	32,3	2.690	245	8,48	197	33,6	2,30	7,28	
24	240	85	9,5	13	6,5	184	2,23	45	25	33,2	42,3	35,9	3.600	300	9,22	248	39,6	2,42	7,58	
26	260	90	10	14	7	200	2,36	50	25	37,9	48,3	41,5	4.820	371	9,99	317	47,7	2,56	7,78	
28	280	95	10	15	7,5	216	2,53	50	25	41,8	53,3	45,9	6.280	448	10,9	399	57,2	2,74	7,83	
30	300	100	10	16	8	232	2,70	55	25	46,2	56,8	51,0	8.030	535	11,7	495	67,8	2,90	7,89	

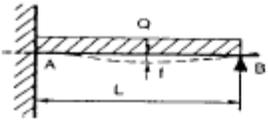
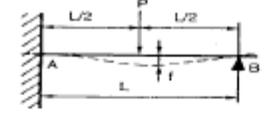
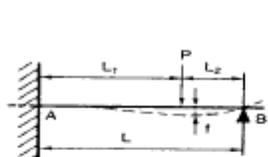
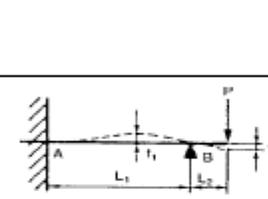
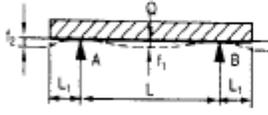
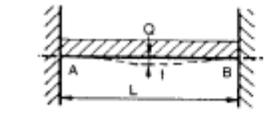
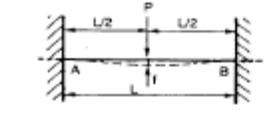
Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 44.

Tabla A 3.7 Flecha

TECNOLOGÍA MECÁNICA	
Diagrama	Ecuación
1) 	$f = \frac{5 \cdot Q \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I}$
2) 	$f = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$
3) 	Para $L_1 < L_2$ $f = \frac{P \cdot L_1}{27 \cdot E \cdot I \cdot L} \cdot \sqrt{3(L^2 - L_1^2)^3}$ Para $L_1 > L_2$ $f = \frac{P \cdot L_2}{27 \cdot E \cdot I \cdot L} \cdot \sqrt{3(L^2 - L_2^2)^3}$
4) 	$f = \frac{23 \cdot P \cdot L^3}{648 \cdot E \cdot I}$
5) 	$f = \frac{19 \cdot P \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I}$
6) 	$f = \frac{Q \cdot L^3}{8 \cdot E \cdot I}$
7) 	$f = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}$
8) 	$f = \frac{P_2 \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{P_1 \cdot L_1^3}{3 \cdot E \cdot I}$

Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 44.

Tabla A 3.8 Flecha

9)		$f = \frac{Q \cdot L^3}{185 \cdot E \cdot I}$
10)		$f = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot \sqrt{5} \cdot E \cdot I}$
11)		<p>Para $L_2 \leq 0,414 L$</p> $f = \frac{P \cdot L_2 \cdot L_2^2}{6 \cdot E \cdot I} \sqrt{\frac{L_2}{L_2 + 2 \cdot L}}$ <p>Para $L_2 > 0,414 L$</p> $f = \frac{P \cdot L_2}{3 \cdot E \cdot I} \cdot \frac{(L^3 - L_2^3)^2}{(3 \cdot L^2 - L_2^2)^2}$
12)		$f_1 = \frac{P \cdot L_1 \cdot L_2}{27 \cdot E \cdot I}$ $f_2 = \frac{P \cdot L_2^2}{12 \cdot E \cdot I} \cdot (3L + 4L_1)$
13)		$f = \frac{Q \cdot L_2^2}{24 \cdot E \cdot I} \left[\frac{5}{16} - \frac{5L_1}{2L_2} + 6 \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^2 - 4 \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^3 - \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^4 \right]$
14)		$f = \frac{P \cdot L^2 \cdot L_1}{8 \cdot E \cdot I}$
15)		$f = \frac{Q \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I}$
16)		$f = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I}$

Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 44.

Tabla A 3.9 coeficiente de Pandeo del Acero

W	Coeficiente de pandeo ω para acero tipo A 42										λ
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	20
30	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	30
40	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.11	1.12	1.12	40
50	1.13	1.14	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	50
60	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.29	1.30	1.31	1.33	60
70	1.34	1.36	1.37	1.39	1.40	1.42	1.44	1.46	1.47	1.49	70
80	1.51	1.53	1.55	1.57	1.60	1.62	1.64	1.66	1.69	1.71	80
90	1.74	1.76	1.79	1.81	1.84	1.86	1.89	1.92	1.95	1.98	90
100	2.01	2.03	2.06	2.09	2.13	2.16	2.19	2.22	2.25	2.29	100
110	2.32	2.35	2.39	2.42	2.46	2.49	2.53	2.56	2.60	2.64	110
120	2.67	2.71	2.75	2.79	2.82	2.86	2.90	2.94	2.98	3.02	120
130	3.06	3.11	3.15	3.19	3.23	3.27	3.32	3.36	3.40	3.45	130
140	3.49	3.54	3.58	3.63	3.67	3.72	3.77	3.81	3.86	3.91	140
150	3.96	4.00	4.05	4.10	4.15	4.20	4.25	4.30	4.35	4.40	150
160	4.45	4.51	4.56	4.61	4.66	4.72	4.77	4.82	4.88	4.93	160
170	4.99	5.04	5.10	5.15	5.21	5.26	5.32	5.38	5.44	5.49	170
180	5.55	5.61	5.67	5.73	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03	6.09	180
190	6.15	6.21	6.27	6.34	6.40	6.46	6.53	6.59	6.65	6.72	190
200	6.78	6.85	6.91	6.98	7.05	7.11	7.18	7.25	7.31	7.38	200
210	7.45	7.52	7.59	7.66	7.72	7.79	7.86	7.93	8.01	8.08	210
220	8.15	8.22	8.29	8.36	8.44	8.51	8.58	8.66	8.73	8.80	220
230	8.88	8.95	9.03	9.11	9.18	9.26	9.33	9.41	9.49	9.57	230
240	9.64	9.72	9.80	9.88	9.96	10.04	10.12	10.20	10.28	10.36	240
250	10.44										250

W	Coeficiente de pandeo ω para acero tipo A 52										λ
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	20
30	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.09	1.10	1.10	30
40	1.11	1.12	1.13	1.13	1.13	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	40
50	1.20	1.22	1.23	1.24	1.25	1.27	1.28	1.30	1.31	1.33	50
60	1.35	1.37	1.39	1.41	1.43	1.45	1.47	1.49	1.51	1.54	60
70	1.56	1.59	1.61	1.64	1.66	1.69	1.72	1.75	1.78	1.81	70
80	1.84	1.87	1.90	1.94	1.97	2.01	2.04	2.08	2.11	2.15	80
90	2.18	2.22	2.26	2.30	2.34	2.38	2.42	2.46	2.50	2.54	90
100	2.59	2.63	2.67	2.72	2.76	2.81	2.85	2.90	2.95	2.99	100
110	3.04	3.09	3.14	3.19	3.24	3.29	3.34	3.39	3.44	3.49	110
120	3.55	3.60	3.65	3.71	3.76	3.82	3.87	3.93	3.98	4.04	120
130	4.10	4.16	4.22	4.27	4.33	4.39	4.45	4.52	4.58	4.64	130
140	4.70	4.76	4.83	4.89	4.95	5.02	5.08	5.15	5.22	5.28	140
150	5.35	5.42	5.48	5.55	5.62	5.69	5.76	5.83	5.90	5.97	150
160	6.04	6.12	6.19	6.26	6.34	6.41	6.48	6.56	6.63	6.71	160
170	6.79	6.86	6.94	7.02	7.09	7.17	7.25	7.33	7.41	7.49	170
180	7.57	7.65	7.73	7.82	7.90	7.98	8.07	8.15	8.24	8.32	180
190	8.40	8.49	8.58	8.66	8.75	8.84	8.93	9.02	9.10	9.19	190
200	9.28	9.37	9.47	9.56	9.65	9.74	9.83	9.92	10.02	10.11	200
210	10.21	10.30	10.40	10.49	10.59	10.69	10.78	10.88	10.98	11.08	210
220	11.18	11.27	11.38	11.48	11.57	11.68	11.78	11.88	11.98	12.09	220
230	12.19	12.29	12.40	12.50	12.61	12.72	12.82	12.93	13.03	13.14	230
240	13.25	13.36	13.47	13.58	13.69	13.80	13.91	14.02	14.13	14.25	240
250	14.36										250

Fuente: LARBURO, Nicolas; Prontuario de Maquinas, p. 20.

Tabla A 3.10 Peso teórico de los aceros

Fórmulas para calcular los pesos teóricos

INFORMACIÓN

De acuerdo a las distintas necesidades de diferentes productos se ha formado los siguientes 3 grupos:

- Aceros inoxidables basados con una densidad de 800 Kg/m³
- Aceros rápidos basados con una densidad de 8200 Kg/m³
- Otros aceros basados con una densidad de 7850 Kg/m³

SECCION	FORMULA	FIGURAS DE CALCULO		
		ACERO INOXIDABLE	ACERO RAPIDO	OTROS
BARRA MACIZA	 $\frac{D \times D \times \pi \times P}{4}$	$= \frac{8.28 \times D \times D}{1000}$	$= \frac{8.44 \times D \times D}{1000}$	$= \frac{8.16 \times D \times D}{1000}$
BARRA HUECA	 $\frac{(D^2 - d^2) \times \pi \times P}{4}$	$= \frac{8.28 \times (D^2 - d^2)}{1000}$	$= \frac{8.44 \times (D^2 - d^2)}{1000}$	$= \frac{8.16 \times (D^2 - d^2)}{1000}$
BARRA CUADRADA	 $D \times D \times P$	$= \frac{8.0 \times D \times D}{1000}$	$= \frac{8.2 \times D \times D}{1000}$	$= \frac{7.85 \times D \times D}{1000}$
PLATINA	 $W \times T \times P$	$= \frac{8.0 \times W \times T}{1000}$	$= \frac{8.2 \times W \times T}{1000}$	$= \frac{7.85 \times W \times T}{1000}$
BARRA HEXAGONAL	 $\frac{D \times D \times \pi \times P \times 1.1027}{4}$	$= \frac{8.45 \times D \times D}{1000}$	$= \frac{8.61 \times D \times D}{1000}$	$= \frac{8.33 \times D \times D}{1000}$
LAMINAS	 $W \times T \times P$	$= 0.8 \times W \times T$	$0.82 \times W \times T$	$0.785 \times W \times T$
PLANCHAS	 $L \times W \times T \times P$	$= 8.0 \times L \times W \times T$	$8.2 \times L \times W \times T$	$7.85 \times L \times W \times T$
TUBERIAS	 $\frac{C \times (D-T) \times T}{4}$ C = Constante	$= \frac{25.34 \times (D-T) \times T}{1000}$	$= \frac{25.66 \times (D-T) \times T}{1000}$	$= \frac{24.88 \times (D-T) \times T}{1000}$

Abreviaturas:

- D = diámetro L = largo
 p = densidad W = ancho
 π = 3.1416 T = espesor

Fuente: catálogo de Aceros IVAN BOHMAN CA

Tabla A 4.1. Longitudes de apretadura de los tornillos ordinarios y calibrados

Long. del vástago l mm	Límites de la longitud de apretadura t, en mm, del tipo:									
	T 10	T 12	T 16	T 20	T 22	T 24	T 27	T 30	T 33	T 36
	TC 10	TC 12	TC 16	TC 20	TC 22	TC 24	TC 27	TC 30	TC 33	TC 36
30	6 a 10	4 a 8		-	-	-	-	-	-	-
35	11 a 15	9 a 13	5 a 9	-	-	-	-	-	-	-
40	16 a 20	14 a 18	10 a 14	6 a 10	5 a 9	-	-	-	-	-
45	21 a 25 a	19 a 23	15 a 19	11 a 15	10 a 14	8 a 12	-	-	-	-
50	26 a 30	24 a 28	20 a 24	16 a 20	15 a 19	13 a 17	-	-	-	-
55	31 a 35	29 a 33	25 a 29	21 a 25	20 a 24	18 a 22	-	-	-	-
60	36 a 40	34 a 38	30 a 34	26 a 30	25 a 29	23 a 27	20 a 24	-	-	-
65	41 a 45	39 a 43	35 a 39	31 a 35	30 a 34	28 a 32	25 a 29	-	-	-
70	46 a 50	44 a 48	40 a 44	36 a 40	35 a 39	33 a 37	30 a 34	-	-	-
75	51 a 55	49 a 53	45 a 49	41 a 45	40 a 44	38 a 42	35 a 39	-	-	-
80	-	54 a 58	50 a 54	46 a 50	45 a 49	43 a 47	40 a 44	38 a 42	-	-
90	-	64 a 68	60 a 64	56 a 60	55 a 59	53 a 57	50 a 54	48 a 52	-	-
95	-	69 a 73	65 a 69	61 a 65	60 a 64	58 a 62	55 a 59	53 a 57	-	-
100	-	74 a 78	70 a 74	66 a 70	65 a 69	63 a 67	60 a 64	58 a 62	55 a 59	52 a 56
105	-	79 a 83	75 a 79	71 a 75	70 a 74	68 a 72	65 a 69	63 a 67	60 a 64	57 a 61
110	-	84 a 88	80 a 84	76 a 80	75 a 79	73 a 77	70 a 74	68 a 72	65 a 69	62 a 66
115	-	89 a 93	85 a 89	81 a 85	80 a 84	78 a 82	75 a 79	73 a 77	70 a 74	67 a 71
120	-	94 a 98	90 a 94	86 a 90	85 a 89	83 a 87	80 a 84	78 a 82	75 a 79	72 a 76
125	-	-	95 a 99	91 a 95	90 a 94	88 a 92	85 a 89	83 a 87	80 a 84	77 a 81
130	-	-	100 a 104	96 a 100	95 a 99	93 a 97	90 a 94	88 a 92	85 a 89	82 a 86
135	-	-	110 a 114	101 a 105	100 a 104	98 a 102	95 a 99	93 a 97	90 a 94	87 a 91
140	-	-	115 a 119	106 a 110	105 a 109	103 a 107	100 a 104	98 a 102	95 a 99	92 a 96
145	-	-	120 a 124	111 a 115	110 a 114	108 a 112	106 a 109	103 a 107	100 a 104	97 a 101
150	-	-	-	116 a 120	115 a 119	113 a 117	110 a 114	108 a 112	105 a 109	102 a 106

Fuente: Norma Básica de la Edificación EA-95, p.49 y 50.

Tabla A 4.2 Longitudes de apertura de los tornillos de alta resistencia

Long. del vástago l mm	Límites de la longitud de apretadura, t, en mm de los tornillos del tipo					
	TR 12	TR 16	TR 20	TR 22	TR 24	TR 27
30	6-10	-	-	-	-	-
35	11-14	-	-	-	-	-
40	15-19	10-14	-	-	-	-
45	20-24	15-19	-	-	-	-
50	25-29	20-23	15-19	-	-	-
55	30-34	24-28	20-24	19-23	-	-
60	35-38	29-33	26-29	24-28	22-26	-
65	39-43	34-38	30-34	29-33	27-31	-
70	44-48	39-43	35-39	34-37	32-36	27-31
75	-	44-48	40-44	38-42	37-41	32-36
80	-	49-52	45-49	43-47	42-46	37-41
85	-	53-57	50-53	48-52	47-50	42-46
90	-	58-62	54-58	53-57	51-55	47-51
95	-	63-67	59-63	58-62	56-60	52-56
100	-	68-72	64-68	63-67	61-65	57-61
105	-	73-77	69-73	68-72	66-70	62-66
110	-	-	74-78	73-77	71-75	67-71
115	-	-	79-83	78-82	76-80	72-76
120	-	-	84-88	83-86	81-85	77-80
125	-	-	89-92	87-91	86-89	81-85
130	-	-	93-97	92-96	90-94	86-90
135	-	-	-	-	95-99	91-95
140	-	-	-	-	100-104	96-100
145	-	-	-	-	105-109	101-105
150	-	-	-	-	110-114	106-110
155	-	-	-	-	-	111-115
160	-	-	-	-	-	116-120

Fuente: Norma Básica de la Edificación EA-95, p. 65 y 66.

Tabla A 4.3 Propiedades mecánicas de los tornillos

Clase tornillo Norma NBE EA-95		Ordinarios					Alta resistencia						
		calibrados											
Clase de resistencia Norma DIN267	nueva	3,6	4,6	4,8	5,6	5,8	6,6*	6,8*	6,9*	8,8*	10,9	12,9	14,9
	anterior	4A	4D	4S	5D	5S	6D	6S	6G	8G	10K	12K	—
Resistencia a la tracción σ_t Kp/mm ²	mín.	34	40		50			60		80	100	120	140
	Máx.	49	55		70			80		100	120	140	160
Limite de fluencia S_y Kp/mm ² mín.		20	24	32	30	40	36	48	—	—	—	—	—
Limite de alargamiento $\sigma_{0.2}$ Kp/mm ² mín.		—	—	—	—	—	—	—	54	64	90	108	126
Tensión de ensayo σ_{2L} Kp/mm ²		18,8	22,6	29	28,2	36,4	33,9	43,7	47,5	58,2	79,2	95	111
Alargamiento de rotura δ_5 Kp/mm ²		25	25	14	20	10	16	8	12	12	9	8	7
Dureza Rockwell	HRB mín.	47	63		78		88			—	—	—	—
	máx.	82	80		97		102			—	—	—	—
HRC	mín.	—	—		—		—			18	27	34	40
	máx.									31	38	44	49
Dureza Brinell	HB mín.	90	110		140		170			225	280	330	390
	HB máx.	150	170		215		245			300	365	425	—
Dureza Vickers	HV30 mín.	90	110		140		170			225	280	330	400
	HV30 máx.	150	170		215		245			300	370	440	510
Resiliencia Kp/cm ² mín.		—		5	—	4	—	3	6	4	3	3	

Las clases de resistencia sirven incluso para tuercas, en el caso de los tornillos de alta resistencia solo los que están marcados con el asterisco (*)

Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 53.

Tabla A 4.4 Tornillos y tuercas con rosca métrica

DIMENSIONES TORNILLO Y TUERCA (mm)				TORNILLO TUERCA	Ø BROCA TUERCA (mm)		Ø AGUJERO PASANTE (mm)	
Ø nominal	Paso	Ø Flancos	Ø Núcleo	Profund. (mm)	Serie I	Serie II	Fino	Medio
2	0,4	1,74	1,48	0,26	1,5	1,6	2,2	2,4
2,5	0,45	2,208	1,948					
3	0,5	2,675	2,35	0,325	2,4	2,5	3,2	3,6
3,5	0,6	3,11	2,72	0,39	2,8	2,9	3,7	4,2
4	0,7	3,545	3,09	0,455	3,2	3,3	4,3	4,8
5	8	4,48	3,96	0,52	4,1	4,2	5,2	5,8
6	1	5,35	4,7	0,65	4,8	5	6,4	7
8	1,25	7,188	6,376	0,812	6,5	6,7	8,4	9,8
10	1,5	9,026	8,052	0,974	8,2	8,4	10,5	11,5
12	1,75	10,863	9,726	1,137	9,9	10	13	14
14	2	12,701	11,402	1,299	11,5	11,75	15	16
16	2	14,701	13,402	1,299	13,5	13,75	17	18
18	2,5	16,376	14,752	1,624	15	15,25	19	20
20	2,5	18,376	16,752	1,624	17	17,25	21	23
22	2,5	20,376	18,752	1,624	19	19,25	23	25
24	3	22,051	20,102	1,949	20,5	20,75	25	27
27	3	25,051	23,102	1,949	23,5	23,75	29	30
30	3,5	27,727	25,454	2,273	25,75	26	32	33
33	3,5	30,727	28,454	2,273	28,75	29	35	36
36	4	33,402	30,804	2,598	31	31,5	38	40
39	4	36,402	33,804	2,598	34	34,5	40	42
42	4,5	39,077	36,154	2,923	36,5	37	44	45
45	4,5	42,077	39,154	2,923	39,5	40	47	48
48	5	44,752	41,504	3,248	42	42,5	50	52
52	5	48,752	45,504	3,248	46	46,5	54	56

Fuente: VILORIO, José; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada, p. 235.

Tabla A 5.1 Dimensiones de Gatos Hidráulicos tipo botella

GATOS HIDRÁULICOS DE BOTELLA

La base, el cilindro y el depósito forman un bloque conjunto que proporciona mayor robustez y seguridad.

Absorben el esfuerzo lateral que produce la inclinación del eje del vehículo al ser elevado, en que exista posibilidad de girar, porque no hay roce metálico entre el pistón y el cilindro, aunque el gato se incline. (ver pag. 6) De mantenimiento fácil y rápido. Con asa de transporte a partir del MG-20.

Los modelos MG-50 y MG-100 disponen de dos bombas (protección y trabajo).

Dimensionado en el eje de la base. Gran robustez y estabilidad.

Hallo de aproximación rápida a la carga.

GATOS HIDRÁULICOS DE BOTELLA

Los gatos MEGA pueden ser utilizados para trabajos en horizontal colocando la bomba hacia abajo según la figura.

Válvula de seguridad. Hasta 10, opcional.

Válvula de seguridad. Limitador hidráulico de recorrido.

Capacidad (t)	2	3	3	5	8	10	12	15	20	25	30	40	50	50	100
A	100	105	210	211	219	219	228	228	234	240	242	246	252	270	500
B	100	105	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
C	50	65	65	75	75	75	75	75	75	75	75	-	-	-	-
D	310	338	425	437	444	444	451	453	459	465	467	396	402	420	450
Peso (kg)	3,6	3,9	4,2	5	5,9	6,5	8	9	12,1	15	15,5	23,5	28,5	40	87
Referencias	MG-2	MG-3	MG-3A	MG-5	MG-8	MG-10	MG-12	MG-15	MG-20	MG-25	MG-30	MG-40	MG-50	MGD-50	MGD-100

Fuente: www.mega-sa.com, Catálogo Mega. p. 20 y 21.

Tabla A 5.2 Propiedades de los aceros SAE 1045

**Aceros
ESPECIALES**



ASSAB 760 = AISI C 1045
Acero para construcción de maquinaria

ANÁLISIS TÍPICO

	C	Si	Mn	P	S
Assab 760	0.50%	0.30%	0.60%	--	0.04%
Aisi C 1045	0.43-0.50%	--	0.60-0.90%	≤ 0.040%	≤ 0.050%

PROPIEDADES MECANICAS A 200 BRINELL

Resistencia a la tracción (F _m)	640 N/mm ² = 65 kgf/mm ²
Punto de cedencia (F _p 0.2)	340 N/mm ² = 35 kgf/mm ²
Elongación A5	20%
Estricción a la rotura Z	40%
Módulo de elasticidad	19980 kgf/mm ²

TRATAMIENTO TERMICO

Recocido blando: Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 700°C. Enfriarlo en el horno 25°C por hora hasta 600°C y después libremente al aire.

Alivio de tensiones: Después del desbastado en máquina, debe calentarse la pieza en toda su masa a 650°C durante 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y luego libremente al aire.

TEMPLE

Temperatura de precalentamiento	650°C
Temperatura de austenización	820°C - 870°C

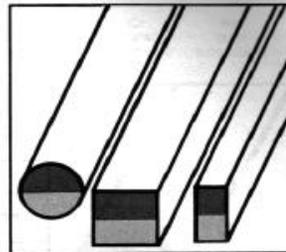
Proteger la pieza contra decarburización y oxidación durante el proceso de temple.
Enfriamiento: agua-aceto.

GENERALIDADES

Assab 760 es un acero al carbono, que se caracteriza por tener: excelente maquinabilidad, buena resistencia a la abrasión y buena resistencia mecánica. Dureza de suministro del material, sin recocer a aprox. 200 Brinell.

APLICACIONES

Está destinado principalmente para ser usado en su estado de suministro. Únicamente en ciertos casos, requerirá de un tratamiento térmico posterior. Se lo utiliza en: portapunzones, portadados, placas de guía, placas de respaldo, bastidores y guías para herramientas, dados dobladores simples y componentes estructurales simples.



Código de color
ROJO/ALUMINIO

EQUIVALENCIAS

AISI	C1045 - C1148
SAE	1045 - 1148
WERKSTOFF	1.1820
DIN	CSWS C45
SKF	047A
UDDEHOLM UHB 11	

REDONDO		
mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
140	5 1/2	120.1
170	6 11/16	177.2
180	7 1/8	198.6
190	7 1/2	221.3
200	7 7/8	247.1
230	9	324.3
250	9 7/8	383.1
305	12 1/64	573.0
350	13 25/32	754.6

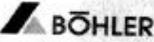
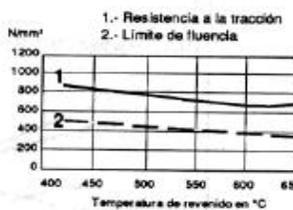
CUADRADO			
mm	APROX. PULGADAS		PESO APROX. kg/m
12 x 12	15/32	x 15/32	1.1
16 x 16	5/8	x 5/8	2.0
18 x 18	23/32	x 23/32	2.5
20 x 20	25/32	x 25/32	3.1
25 x 25	1	x 1	4.9
30 x 30	1 3/16	x 1 3/16	7.1
35 x 35	1 3/8	x 1 3/8	9.6
38.1 x 38.1	1 1/2	x 1 1/2	11.4
40 x 40	1 9/16	x 1 9/16	12.6
43 x 43	1 11/16	x 1 11/16	14.5
45 x 45	1 3/4	x 1 3/4	15.9
50 x 50	2 5/32	x 2 5/32	23.7
70 x 70	2 3/4	x 2 3/4	38.5
80 x 80	3 1/8	x 3 1/8	56.7

PLATINA		
mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
6 x 30	7/32 x 15/32	1.4
6 x 35	1/4 x 1 3/8	1.6
6 x 40	1/4 x 1 9/16	1.9
6 x 45	1/4 x 1 3/4	2.1
6 x 50	1/4 x 1 31/32	2.4
6 x 60	1/4 x 2 3/8	2.8
8 x 30	5/16 x 1 3/16	1.9
8 x 40	5/16 x 1 9/16	2.5
8 x 60	5/16 x 2 3/8	3.8
8 x 69	5/16 x 2 11/16	4.3
10 x 30	3/8 x 1 3/16	2.4
10 x 35	3/8 x 1 3/8	2.7
10 x 40	3/8 x 1 9/16	3.1
10 x 57	3/8 x 2 1/4	4.5
10 x 60	3/8 x 2 3/8	4.7
10 x 90	3/8 x 3 17/32	7.1
10 x 110	3/8 x 4 5/16	8.6
10 x 120	3/8 x 4 3/4	9.4
12 x 30	15/32 x 1 3/16	2.8
12 x 40	15/32 x 1 9/16	3.8
12 x 57	15/32 x 2 7/32	5.4
12 x 90	15/32 x 3 17/32	8.5
12 x 170	15/32 x 6 11/16	16.0
15 x 30	19/32 x 1 3/16	3.5
15 x 40	19/32 x 1 9/16	4.7
15 x 60	19/32 x 2 3/8	7.1

Continúa ASSAB 760

Fuente: catálogo de Aceros IVAN BOHMAN CA

Tabla A 5.3 Propiedades de los aceros SAE 1045

	V 945 H		AISI: - 1045 DIN: CK 45 WNr: 1.1191		
Tipo de aleación: C 0.45 Si 0.3 Mn 0.7 % Color de identificación: Rojo - Blanco - Rojo Estado de suministro: Dureza natural 193 HB					
ACERO FINO AL CARBONO DE ALTA CALIDAD Gran pureza lograda con un proceso especial de fabricación y estricto control de calidad					
APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos sometidos a esfuerzos normales. Árboles de transmisión, ejes, pernos, tuercas, ganchos, pines de sujeción, pasadores, cuñas, chavetas, etc. También para herramientas de mano, portamatrices, etc.					
INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO					
Forjar:		1100 - 850 °C			
Normalizar:		840 - 870 °C			
Recocer:		650 - 700 °C			
Enfriamiento lento en el horno					
Temple: al agua		820 - 850 °C			
Dimensiones menores: al aceite		830 - 860 °C			
Revenido: según el uso		100 - 300 °C			
		ó			
		550 - 660 °C			
Nitrurado: en baño de sal		580 °C			
SOLDADURA: Con soldadura especial de alta resistencia. Según tamaño y complejidad del trabajo, se recomienda en pre-calentamiento. (FOX EV 50, FOX EV 63)					
		1.- Resistencia a la tracción 2.- Límite de fluencia			
					
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS					
Estado	Diámetro mm.	Límite de fluencia mín. kg/mm²	Resistencia a la tracción kg/mm²	Alargamiento (L _{5d}) mín. %	Contracción mín. %
Natural	—	37	65	15	35
Recocido	15 - 100 100 - 250	34 33	60 - 75 60 - 73	17 18	35 —
RECOMENDACIONES PARA EL TORNEADO CON PASTILLAS SOLDADAS					
Estado	Prof. de corte m.m.	Avance mm/Rev.	Calidad BOHLERIT	d'	Velocidad de corte m/min.
Bonificado	1 x 4 4 x 8	0.2 ± 0.4 0.3 ± 0.6	SB 10 EB 10 SB 30 EB 20	+	210 ± 150 160 ± 110
Templado	1 x 4 3 x 6	0.2 ± 0.4 0.3 ± 0.6	HB 10	—	50 ± 30 35 ± 15

Fuente: Catálogo de Aceros BOHLER

Tabla A 5.4 Propiedades del acero ASTM A-36 Y A-42

Características químicas y propiedades físicas

Especificación	Composición química % en peso (máximo)							Límite elástico KSI min.	Última tensión KSI min.	% de elong. en 8" min.	Rango de dimensión
	C	Mn	P	S	Si	Cb	V				
ASTMA-283-A	0.14	0.90	0.035	0.040	0.40	-	-	24	45-60	27	1
ASTMA-283-B	0.17	0.90	0.035	0.040	0.40	-	-	27	50-65	25	1
ASTMA-283-C	0.24	0.90	0.035	0.040	0.40	-	-	30	55-75	22	1
ASTMA-36	0.27	1.20	0.040	0.050	0.40	-	-	36	58-80	20	1
ABS A	0.23	1.35	0.035	0.040	-	-	-	34	58-71	21	1
ABS B	0.21	0.80-1.10	0.035	0.040	0.35	-	-	34	58-71	21	1
ABS D	0.21	0.70-1.35	0.035	0.040	0.10-0.35	-	-	34	58-71	21	1
ABS E	0.18	0.70-1.35	0.035	0.040	0.10-0.35	-	-	34	58-71	21	1

Fuente: www.AHMSA.COM, HandabookAHASA.pdf

Tipo de acero (1)	Límite elástico(2) σ_e kg/cm ²
A37	2400
A42	2600
A52	3600

(1) Para los aceros contemplados en la norma UNE 36 080 (EN 10 025) se tomarán los valores de límite elástico indicados en la citada norma.

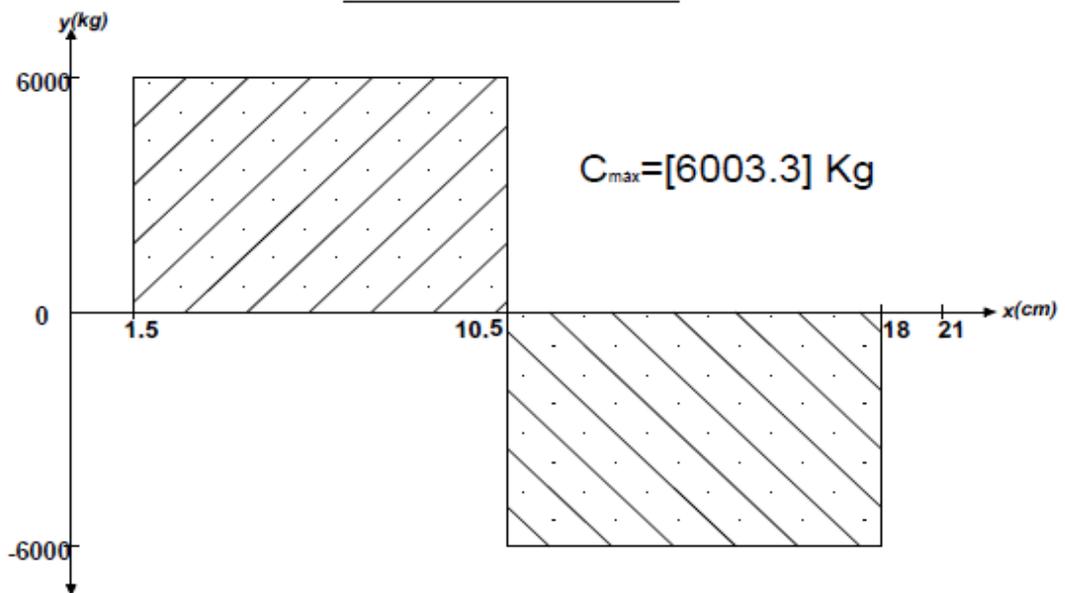
(2) Estos valores se aplicarán hasta espesores de 40 mm en acero A37 y acero A42.

Fuente: Norma Básica de la Edificación EA-95, p.84.

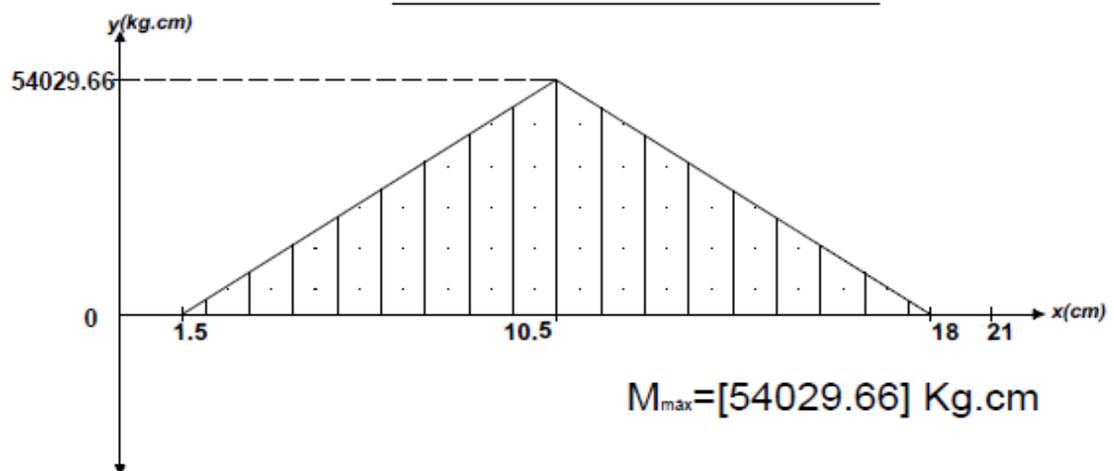
Gráficas de corte máximo y momento flector, de los componentes sometidos a flexión

Platina de montaje y desmontaje

Cortante Máximo

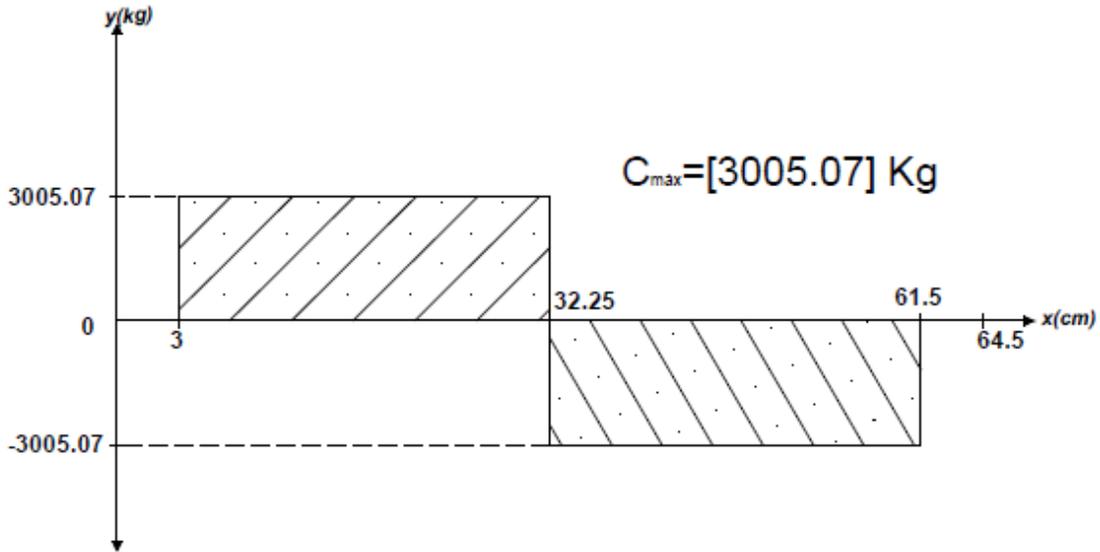


Momento flector Máximo

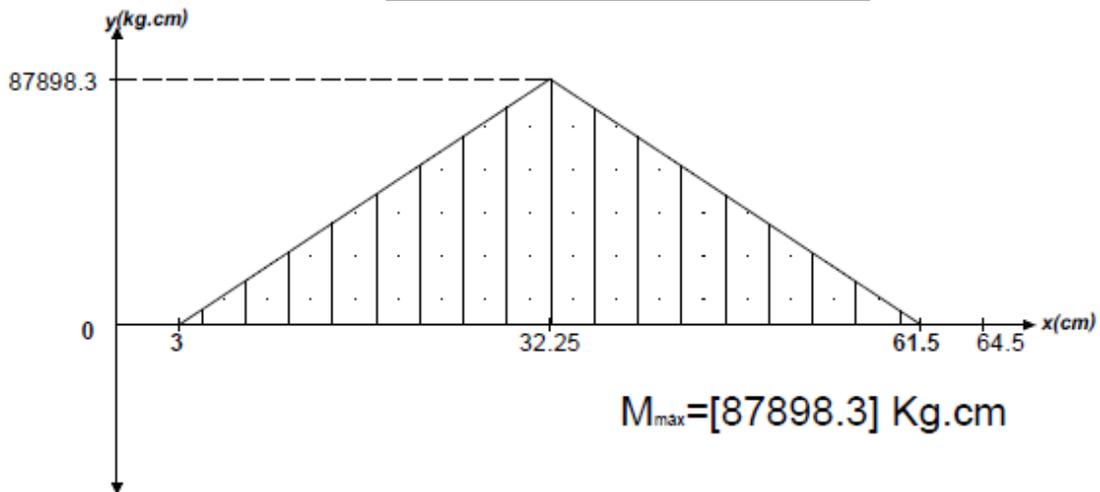


Mesa de prensado

Cortante Máximo

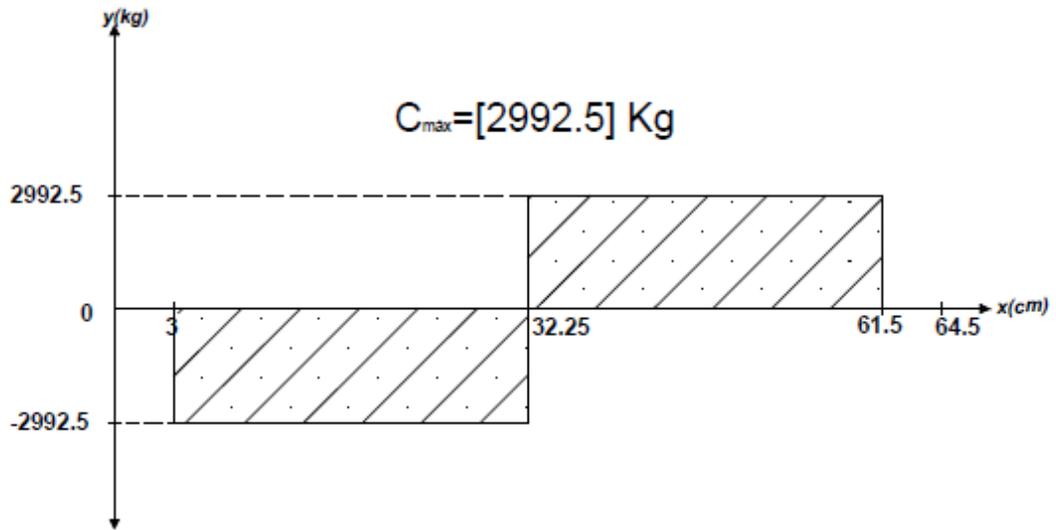


Momento flector Máximo

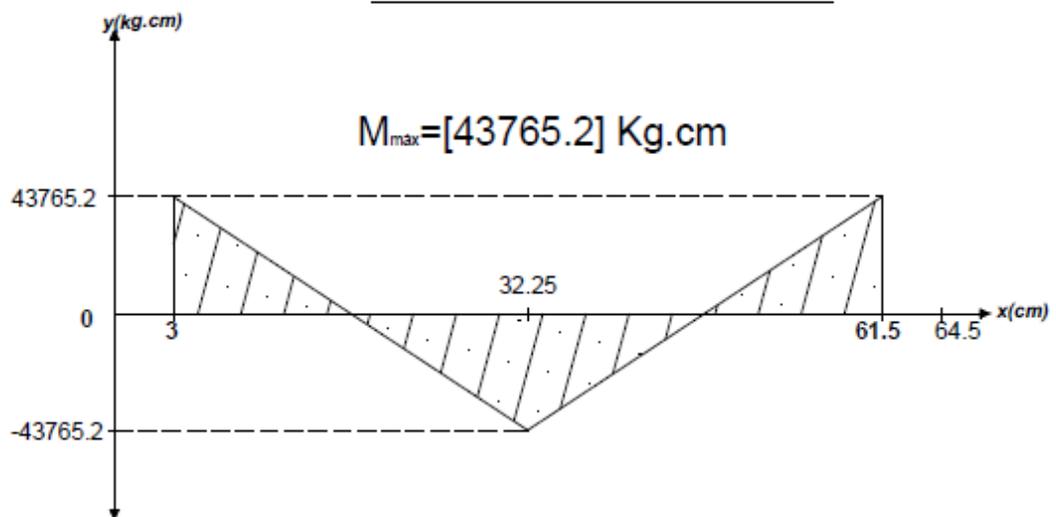


Pasador de apoyo

Cortante Máximo

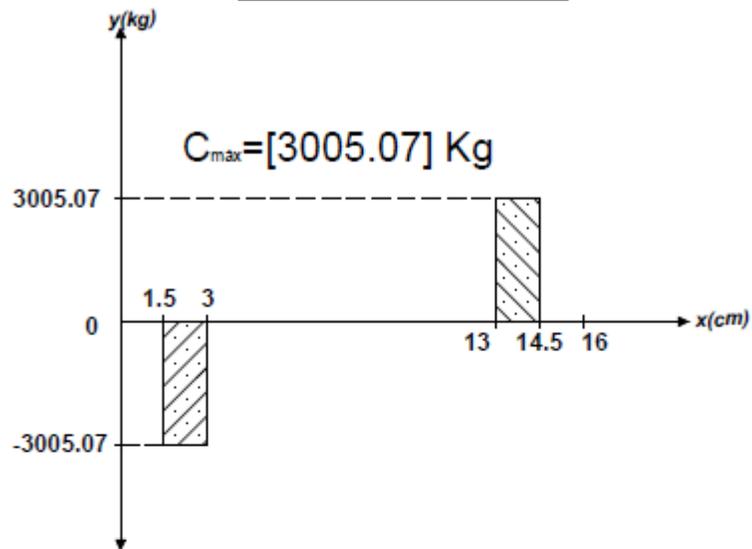


Momento flector Máximo



Pasador de apoyo

Cortante Máximo



Momento flector Máximo

